

RIVM rapport 408662 001

Stroomlijning NatuurPlanBureau modellen

Inventarisatie van en keuze voor modellen voor
Natuur, Landschap en Bos.

Harmonising models for the Dutch Nature Policy
Assessment Office.

A. v. Hinsberg¹, H.L. Dijkstra², P.J.W. Hinssen³,
K. Kramer³, F.M.R. Leus⁴, R. Reiling¹, M.J.S.M.
Reijnen³, M.W.M. v.d. Tol⁵ en J. Wiertz¹

Juli 1999

¹ RIVM; ² SC-DLO; ³ IBN-DLO; ⁴ RIZA; ⁵ RIKZ

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Natuurplanbureau, in het kader van project 408662MM, Stroomlijning Natuurplanbureau modellen.

Voorwoord

Dit rapport beschrijft de totstandkoming van het voorstel voor de inrichting van het kerninstrumentarium voor Natuur, Landschap en Bos zoals noodzakelijk geacht voor het kunnen vervullen van de verschillende Natuurplanbureau functies. Hierin hebben wij ons beperkt tot de modellen die met name de fysieke aspecten van Natuur, Landschap en Bos beschrijven. Scenario modellen, abiotische modellen en modellen voor het sociale domein zijn buitenbeschouwing gelaten, hoewel de toeleverende (abiotische) modellen wel behandeld zijn voor zover deze informatie leveren aan de beschouwde (ecologische) modellen. Als projectgroep, bestaande uit onderzoekers van verschillende expertisevelden, hebben wij getracht om het brede veld van modellen in beeld te brengen en daaruit een zo optimaal mogelijk kerninstrumentarium voor het Natuurplanbureau samen te stellen. De leden van de projectgroep zijn in overleg met het Natuurplanbureau zo gekozen dat verwacht mocht worden dat zij de meest betrokken onderzoeksinstituten zouden vertegenwoordigen en tenminste in hun eigen vakgebied een breed overzicht hebben. Wij hebben gebruik gemaakt van bestaande modellencatalogi, maar vele onderzoeksgroepen hebben ons ook voorzien van de benodigde aanvullende informatie over modellen en modelontwikkeling.

De benoeming van de elementen van het kerninstrumentarium zien wij als een eerste stap die uiteindelijk zal moeten resulteren in de structurering van een gestroomlijnd, consistent en samenhangende modeltrein, waarmee het planbureau adequaat invulling kan geven aan haar vragen. Wij hebben getracht ook een eerste aanzet te geven tot de verbetering van de fysieke stroomlijning van de afzonderlijke modellen en koppeling tussen modellen, integratie in IT-platforms, beheer, datagebruik en datalogistiek. Dit modelinstrumentarium is natuurlijk geen keus voor de eeuwigheid en zal op de duur ongetwijfeld verder evolueren.

Dit rapport wordt besproken in de Stuurgroep Stroomlijning modellen en daarna ingebracht in de vergadering van de Commissie Uitvoerende Instellingen (CUI) voor de Natuurplanbureau functie.

Jaap Wiertz (project leider)

Inhoud

Summary 5

Samenvatting 6

1. Inleiding 7

1.1 *Achtergrond 7*

1.2 *Doelstelling 10*

1.3 *Organisatorische vormgeving 10*

2. Modelgebruik voor het Natuurplanbureau 12

3. Samenhang effecten Natuur, Landschap en Bos 15

4. Indicatoren/graadmeters Natuur, Landschap en Bos 18

4.1 *Indicatoren/graadmeters Natuur 21*

4.2 *Indicatoren/graadmeters Landschap 24*

4.3 *Indicatoren/graadmeters Bos 29*

4.4 *Samenvattend t.a.v. indicatoren/graadmeters 30*

5. Modellen Natuur, Landschap en Bos 32

5.1 *Modeleisen 32*

5.2 *Modellen Natuur 37*

5.2.1 *Fauna Terrestrisch 38*

5.2.2 *Vegetatie Terrestrisch 51*

5.2.3 *Aquatisch 59*

5.2.4 *Marien 64*

5.3 *Modellen Landschap 67*

5.3.1 *Modelconcepten 68*

5.3.2 *Afweging en modelkeuze 72*

5.4 *Modellen Bos 76*

5.4.1 *Modelconcepten 76*

5.4.2 *Afweging en modelkeuze 78*

6. Fysieke stroomlijning en gemeenschappelijke databestanden 79

6.1 *Fysieke stroomlijning 79*

6.2 *Gemeenschappelijke databestanden 81*

7. Conclusies en aanbevelingen 82

Literatuur 87

Bijlage 1 Verzendlijst 91

Bijlage 2 Modelbeschrijving 95

Bijlage 3 Modelbetrouwbaarheid 137

Figuren en tabellen

Figuur 1. Stappenplan pg.8

Figuur 2. Effectketen evaluatie Natuur, Bos en Landschap pg. 17

Figuur 3. Indeling indicatoren/graadmeters Landschap pg. 24

Tabel 1. Indicatoren/graadmeters Natuur pg. 22

Tabel 2. Indicatoren/graadmeters fysieke/ruimtelijke aspecten Landschap pg. 26

Tabel 3. Indicatoren/graadmeters Landschapsbeleving pg. 28

Tabel 4. Indicatoren/graadmeters Bos pg. 29

Tabel 5. Vergelijkingstabel modellen pg. 36

Tabel 6. Modellen Natuur pg. 37

Tabel 7. Positionering faunamodellen pg. 39

Tabel 8. Beoordeling faunamodellen pg. 47

Tabel 9. Beoordeling terrestrische vegetatiemodellen pg. 57

Tabel 10. Beoordeling mariene modellen pg. 66

Tabel 11. Modellen Landschap pg. 68

Tabel 12. Beoordeling landschapsmodellen pg. 73

Tabel 13. Beoordeling belevingsmodellen pg. 74

Tabel 14. Inventarisatie kwaliteitseisen modellen RIVM-DLO pg. 144

Summary

This report describes the proposal for the set of (ecological) models to be used as the prime tools in the analysis of the Nature, Landscape and Woodland policy by the Dutch Nature Policy Assessment Office. The identification of the key models is regarded as the first step towards the construction of a consistent set of well-tuned models, enabling a high-quality policy analysis by the Nature Policy Assessment Office. The eventual choice for the key models was based on the results of a thorough inventory of ecological models brought face to face with the demands on the use of policy analysis tools by the Assessment Office. Models for scenario construction and analysis of social aspects were beyond the scope of the present study, while abiotic environmental models are described only when relevant for the input of the ecological models mentioned.

Samenvatting

Dit rapport beschrijft het voorstel voor de inrichting van het kerninstrumentarium van het Natuurplanbureau voor fysieke aspecten van Natuur (waaronder terrestrisch, aquatisch en marien), Landschap en Bos. Scenario modellen, abiotische modellen en modellen voor het sociale domein zijn buiten beschouwing gelaten, hoewel de toeleverende abiotische modellen wel behandeld zijn voor zover deze informatie leveren aan de beschouwde groep van (ecologische) modellen. De samenstelling van een kerninstrumentarium is de eerste stap die uiteindelijk zal moeten resulteren in de bouw van een gestroomlijnde, consistente en samenhangende set van modellen en/of modelketens, waarmee het planbureau adequaat invulling kan geven aan haar functies. De gemaakte keuze is gebaseerd op de gegevens van een uitgebreide inventarisatie van bestaande en in ontwikkeling zijnde modellen. Deze modelbeschrijvingen zijn geconfronteerd met de modeisen zoals die voor het vervullen van de natuurplanbureaufuncties noodzakelijk worden geacht.

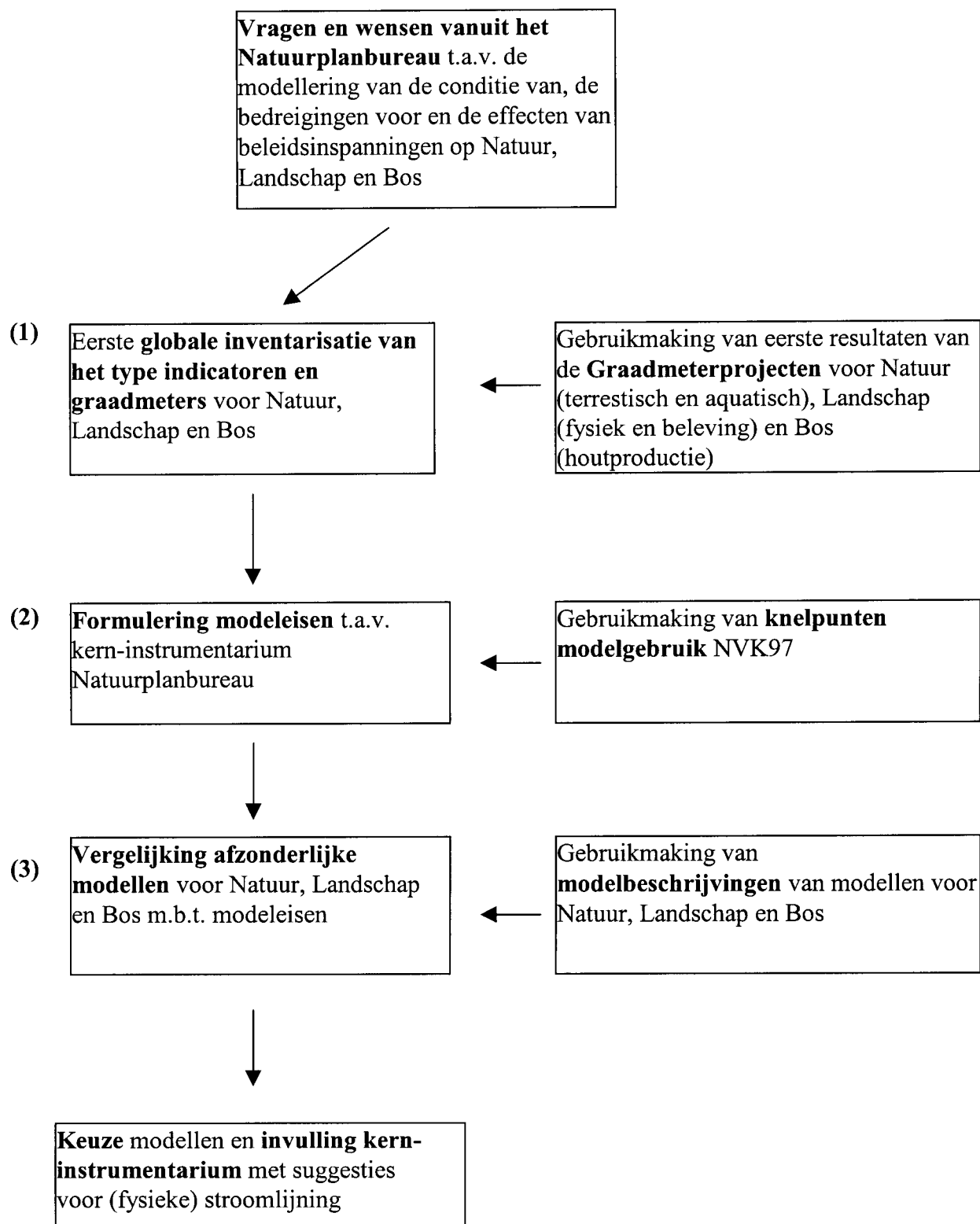
1. Inleiding

1.1 Achtergrond

In februari 1998 is aan het RIVM de opdracht gegeven om tezamen met DLO en in overleg met IKC-N en RWS-instellingen de Natuurplanbureaufunctie in te richten. Deze planbureaufunctie omvat drie kerntaken. Jaarlijks dient de Natuurbalans uitgebracht te worden, waarin de nieuwe ontwikkelingen van het beleidsveld worden beschreven en de effectiviteit van het gevoerde beleid wordt geëvalueerd. Vierjaarlijks moeten de Natuurverkenningen verschijnen, waarin tegen de achtergrond van verschillende omgevingsscenario's de effectiviteit van bestaande en alternatieve beleidsstrategieën wordt onderzocht. De derde kerntaak omvat de ad hoc-ondersteuning van beleidsafwegingen.

De Natuurbalans vereist bovenal een efficiënte meetstrategie en een optimale set van metingen en modelberekeningen waarmee de ontwikkeling van de gekozen milieubeleidsindicatoren gevolgd kan worden. De Natuurverkenningen vereisen primair de inzet van consistente modellen/modelketens, waarmee voor de verschillende milieuthema's de ontwikkelingen in de ecologische indicatoren geëvalueerd kunnen worden. Een belangrijke kernvoorwaarde voor het vervullen van de Natuurplanbureaufuncties is daarmee de stroomlijning van de modellen/modelketen en de afstemming van modellen en meetnetten.

De stroomlijning van de ontwikkeling van vegetatiemodellen wordt sinds medio 1996 gestuurd door de Stuurgroep Afstemming Vegetatiemodellen, bestaande uit vertegenwoordigers van o.a. RIVM, DLO, RIZA en IKC-N. De noodzaak voor een goede stroomlijning van het bestaande modelleninstrumentarium is o.a. weer gebleken bij de Natuurverkenning 1997. Het hoofd Natuurplanbureau heeft namens de CUI (Commissie Uitvoerende Instituten, bestaande uit o.a. Directeuren van die instituten nauw betrokken bij het Natuurplanbureau) gevraagd aan de voorzitter van de Stuurgroep Afstemming Vegetatiemodellen, R. van den Berg, om deze taak op zich te nemen. De Stuurgroep Afstemming Vegetatiemodellen richt zich echter hoofdzakelijk op het taakveld van de vegetatiemodellen. In het kader van de stroomlijning van modellen/modelketens voor Natuur, Landschap en Bos is daarom een Stuurgroep Stroomlijning Natuurplanbureau-modellen ingesteld onder voorzitterschap van R. van den Berg (RIVM). Inventarisatie en stroomlijning van (abiotische) milieu- (b.v. STONE-project en hydrologische consensusmodellering) en scenariomodellen vindt plaats binnen andere projecten.



Figuur 1. Doorlopen stappen-plan bij de totstandkoming van de voorstellen voor de inrichting van het kern-instrumentarium voor Natuur, Landschap en Bos.

In deze rapportage wordt een voorstel gedaan om de gewenste stroomlijning van de modellen/modelketens voor Natuur, Landschap en Bos te bereiken. Modellen worden daarbij in brede zin beschouwd als de instrumenten waarmee voorspellingen te maken zijn over de kwantiteit en kwaliteit van Natuur, Landschap en Bos als functie van stressoren en beleidsinspanningen.

Om een verantwoorde keuze van de modellen te kunnen maken zijn de volgende stappen doorlopen (figuur 1):

- (1) Vanuit de vragen voor het Natuurplanbureau ten aanzien van Natuur, Bos en Landschap is een eerste globale inventarisatie gemaakt van het type operationele, gewenste en noodzakelijke indicatoren en graadmeters waarmee de kwaliteit van en de bedreigingen voor de natuur, alsmede de effectiviteit van beleidsinspanningen, in beeld gebracht worden. De uiteindelijke invulling van de set van indicatoren en graadmeters vindt plaats binnen de verschillende graadmeterprojecten, waaronder de projecten Graadmeters Biodiversiteit Terrestrisch, Graadmeters Biodiversiteit Aquatisch, Graadmeters Algemene Natuurkwaliteit, Graadmeters Water, Graadmeters Landschap en Graadmeters Draagvlak en Beleving. De indicatoren die in toekomstige verkenningen gebruikt zullen gaan worden zullen primair de toestand van de natuur beschrijven en niet de onderliggende abiotische en/of ecologische processen. Waar mogelijk zullen voor de verschillende indicatoren referentiebeelden (maximaal realiseerbaar) en/of streefbeelden (beleidsdoel) benoemd worden waardoor de indicatoren een graadmeterfunctie krijgen.
- (2) Op basis van de gemaakte inventarisatie van de mogelijke indicatoren/graadmeters is vervolgens een eerste schets gegeven van het gewenste/benodigde kern-modelleninstrumentarium, waarmee informatie over dergelijke indicatoren/graadmeters gemodelleerd zou kunnen worden. Dit heeft vorm gekregen in een lijst van algemene voorwaarden waaraan de Natuurplanbureau-modellen zouden moeten voldoen. Bij het opstellen van deze modeleisen is onder meer gelet op de oorzaken van de knelpunten die bij het toepassen van modellen in het kader van de Natuurverkenning 1997 naar voren zijn gekomen.
- (3) Gebruikmakend van gedetailleerde informatie over bestaande modellen is vervolgens een concreet kerninstrumentarium benoemd. De motivatie van de daarbij gemaakte keuzen tussen afzonderlijke modellen is uitgebreid beschreven. Sturend bij deze afweging zijn steeds geweest de opgestelde algemene voorwaarden waaraan het NPB-instrumentarium idealiter aan zou moeten voldoen. In het kader van de stroomlijning van de modellen/modelketens is tevens aandacht geschonken aan de beschrijving van de verschillende modellen in termen van o.a. de gewenste in- en uitvoergegevens van de biologische/ecologische modellen en de daarbij behorende toeleverende abiotische modellen die hieraan

zijn voorgeschakeld. Daarnaast wordt in de verschillende modelbeschrijvingen aandacht geschonken aan de belangrijkste knelpunten van de modellen met betrekking tot de toepassing voor de NVK2001 alsmede de al te verwachten modelverbeteringen. Deze informatie kan sturend zijn voor de prioritering van het oplossen van de knelpunten in de modellen/modelketens, waarmee ook fysieke stroomlijning tussen de verschillende elementen van het kerninstrumentarium gerealiseerd kan worden.

1.2 Doelstelling

De hoofddoelstelling van deze rapportage is de beschrijving en onderbouwing van het stroomlijningsadvies aan het Natuurplanbureau en de CUI. Getracht is al zoveel mogelijk aan te sluiten op voorlopige resultaten van de verschillende graadmeter projecten. Het voorliggende rapport is opgebouwd uit vier basiselementen:

- Karakterisering van noodzaak tot stroomlijning en de geconstateerde knelpunten in de evaluatie van de Natuurverkenningen 1997 m.b.t de inzet van modellen.
- Inventarisatie van relevante en beschikbare modellen (en data) voor Natuur, Bos en Landschap.
- Keuze van de meest bruikbare modellen (en data).
- Voorstel voor kwaliteitsborging (m.n. door verbetering fysieke koppeling) en handhaving van afstemming 1999-2000 (2000/2001 is productiejaar voor NVK).

Gezien het taakveld van het Natuurplanbureau beslaat het stroomlijningsadvies de aspecten Natuur, Bos en Landschap (zie ook Reiling et al., 1998). De aandacht is vooral beperkt tot de ecologische modellen (Natuur), productie modellen (Bos) en modellen voor het fysieke landschap (Landschap), minder aandacht is besteed aan de daaraan voorgekoppelde (abiotische)milieu- en landschapsproces modellen. Inventarisatie en afstemming tussen abiotische en scenariomodellen vindt plaats in het kader van andere aanverwante projecten. Wel wordt uit het oogpunt van stroomlijning ook in dit rapport beknopt ingegaan op de benodigde/gewenste in- en uitvoer van de toeleverende abiotische modellen.

1.3 Organisatorische vormgeving

De nieuwe Stuurgroep Stroomlijning NPB-modellen, met vertegenwoordiging uit het SC-DLO, IBN-DLO, RIZA, RIKZ en RIVM, is ingesteld onder voorzitterschap van R. van den Berg (RIVM). Onder de Stuurgroep is een projectgroep ingesteld met J. Wiertz (RIVM) als projectleider. De projectgroep is samengesteld uit onderzoekers van verschillende expertisevelden. Met de samenstelling zijn de taakvelden Fauna Terrestisch (R. Reijnen, IBN-DLO), Landschap (H. Dijkstra, SC-DLO), Bos (K. Kramer, IBN-DLO), Vegetatie

Terrestrisch (A. v. Hinsberg, RIVM), Aquatische Ecologie (F. Leus, RIZA) en Mariene Ecologie (M. v. d. Tol, RIKZ) vertegenwoordigd. De conclusies en aanbevelingen uit dit rapport zijn gebaseerd op de informatie die de projectleden voor deze taakvelden hebben ingebracht. Waar nodig hebben de verschillende leden van de projectgroep ook aan andere betrokkenen om informatie gevraagd. Zo zijn de modelbeschrijvingen deels overgenomen uit verschillende bestaande modelcatalogi. Deze modelbeschrijvingen zijn daarnaast aangevuld op basis van informatie van de betrokken modelontwikkelaars. Aanvullend is gebruik gemaakt van informatie verstrekt door J. Verboom (IBN-DLO; buitenlandse faunamodellen) en O. Klepper (RIVM; (door)vergiftigingsmodellen). W. Laane (RIZA), W. Ligtoet (RIVM) en R. Wortelboer (RIVM) hebben daarnaast informatie aangeleverd over aquatische modellen. B. Brinkman (IBN) heeft informatie aangeleverd over de mariene modellen. Op deze wijze is voor ieder expertiseveld een beschrijving gemaakt van de potentieel beschikbare modellen. De modelbeschrijvingen zijn zodanig opgezet dat ze met name inzicht geven in de mogelijkheden voor de toepassing van de modellen in het kader van de Natuurverkenningen 2001 en later. Zo wordt bijvoorbeeld aandacht besteed aan de praktische bruikbaarheid van de verschillende modellen, de knelpunten en de aansluiting met beleidsthema's en indicatoren/graadmeters. Getracht is al zoveel mogelijk aan te sluiten bij de voorlopige resultaten van de verschillende projecten (w.o. de graadmeterprojecten van het DLO-programma Natuurplanbureau functies zijnde Graadmeters Biodiversiteit Terrestrisch, Graadmeters Biodiversiteit Aquatisch, Graadmeters Algemene Natuurkwaliteit, Graadmeters Water, Graadmeters Landschap, Graadmeters Draagvlak en Beleving alsmede het Natuurplanbureau project Graadmeters voor Natuurbalansen en Natuurverkenningen) waarin de uiteindelijk indicatoren/graadmeters benoemd gaan worden. Voorts is door de verschillende onderzoekers op basis van een duidelijke keuze een voorstel gedaan voor de invulling van het kerninstrumentarium dat in het kader van de Natuurverkenningen 2001 toegepast zou kunnen worden. In bijlage 3 is, vooruitlopend op planbureaustudies t.b.v. inventarisatie en verbetering van de modelbetrouwbaarheid, een kort overzicht gegeven van de kwaliteit van de modellen uit het voorgestelde kerninstrumentarium. Bij deze inventarisatie is uitgegaan van de voorlopige voorstellen van RIVM en DLO voor een centraal kwaliteitsborgingssysteem voor milieuplanbureau modellen.

2. Modelgebruik voor het Natuurplanbureau

De Natuurplanbureaufunctie omvat drie wettelijk omschreven kerntaken. Jaarlijks dient de Natuurbalans uitgebracht te worden, waarmee de eventuele veranderingen in de Natuur in beeld gebracht worden en de effectiviteit van het Natuurbeleid en nieuwe ontwikkelingen die relevant zijn voor het beleidsveld geëvalueerd kunnen worden. Vierjaarlijks moeten de Natuurverkenningen verschijnen, waarin tegen de achtergrond van verschillende omgevings- en natuurbeleidsscenario's de effectiviteit van bestaande en alternatieve beleidsstrategieën worden onderzocht. De derde kerntaak omvat de ondersteuning van beleidsafwegingen. De Natuurbalans vereist bovenal een efficiënte meetstrategie en een optimale set van metingen en modelberekeningen waarmee de ontwikkeling van de gekozen natuurbeleidsindicatoren gevolgd kan worden. De nadruk ligt hier met name op het gebied van de monitoring. De Natuurverkenningen vereisen primair de inzet van consistente modellen/modelketens, waarmee voor de verschillende milieuthema's de ontwikkelingen in de (ecologische) indicatoren voorspeld en geëvalueerd kunnen worden. Een belangrijke voorwaarde voor het adequaat vervullen van de Natuurplanbureaufuncties is daarmee de stroomlijning van de modelketen en de afstemming van modellen en meetnetten.

Uit evaluaties van de Milieuverkenningen 4 en de Natuurverkenningen 1997 is duidelijk geworden dat ten aanzien van de modellen:

- Gestreefd dient te worden naar een meer eenduidige set van indicatoren en graadmeters waarmee op basis van (monitoring en) modelsimulaties de toestand, de bedreigingen en de beleidsinspanningen op het gebied van natuur en milieu beschreven (en voorspeld) kan worden. Momenteel wordt binnen verschillende Graadmeter projecten gewerkt aan het vormgeven van een consistente set van indicatoren en graadmeters waarvoor in de (Natuur)verkenningen uitspraken moeten kunnen worden gedaan. Een duidelijke indicator/graadmeter keuze zal sturend werken op de ontwikkeling van de modellen waarmee deze informatie berekend zal gaan worden. De modelvoorspellingen waarmee in de Natuurverkenningen 1997 de toestand, de bedreigingen en de effecten van beleidsinspanningen werden beschreven, waren niet altijd analoog, hetgeen een goede (beleids)evaluatie van Natuur, Landschap en Bos in de weg staat. Zo werden met behulp van modellen de effecten op de natuur bijvoorbeeld geanalyseerd in geheel verschillende termen; daarbij zijn de effecten o.a. uitgedrukt in termen van natuurwaarden (op verschillende wijze gedefinieerd), toestand van biotopen, ecotopen, natuurdoeltypen, doelsoorten en amoebe-soorten. Knelpunt daarbij is dat de relatie tussen deze verschillende waarden niet altijd even duidelijk en éénduidig is. In sommige gevallen leken of waren de modeluitspraken zelfs niet geheel consistent. Voor het planbureau is het van belang dat uitgegaan wordt van een consistente set van modellen en/of modellentrein uitgaande van de huidige wetenschappelijke consensus. De uitspraken van de

verschillende planbureau-modellen over vergelijkbare aspecten van de natuur dienen zoveel mogelijk onderling consistent te zijn. De ontwikkeling van veel Natuurplanbureau-modellen vindt plaats op verschillende instituten, het zoeken naar consensus en koppeling/integratie van verschillende bestaande concepten staat daarbij vaak niet centraal. Een geheel praktisch probleem is bijvoorbeeld al dat de verschillende modellen zoals gebruikt in de Natuurverkenningen 1997 de voorspellingen niet op een zelfde wijze presenteren. Zo geven veel modellen voor aquatische en mariene systemen, in tegenstelling tot veel modellen voor terrestrische systemen, vaak een minder gedetailleerd beeld van de ruimtelijke verschillen in bedreiging en natuurwaarde.

- Ook de consistentie met eerdere en andere verkenningen (zoals de Milieuverkenningen en de WaterSysteemVerkenningen) dient bewaakt te worden en waar nodig verbeterd. Ook hier worden de (al dan niet schijnbare) verschillen veelal veroorzaakt door gebruik van verschillende indicatoren/graadmeters en verschillende, niet altijd onderling consistente, modellen en of modellenversies. Zo wordt bij de laatste verkenningen vaak gewerkt met de allernieuwste modelversies, soms is de werking hiervan nog niet uitputtend getest zodat eventueel geïntroduceerde verschillen ten opzichte van eerdere verkenningen niet altijd vooraf op waarde gecontroleerd zijn.
- Er dient gestreefd te worden naar multistress modellering (integraal in één model of door koppeling van afzonderlijke modellen) waarmee de bedreigingen van de verschillende Ver-thema's éénduidig en in onderlinge samenhang naar belangrijkheid geëvalueerd kunnen worden. Hetgeen de transparantie van de modellen en de modeluitspraken vergroot. In de Natuurverkenningen 1997 was dit niet altijd mogelijk, waardoor soms geen integraal beeld van de bedreigingen geschetst kon worden. Zo is bijvoorbeeld onduidelijk hoe de bedreigingen door b.v. doorvergiftiging (afzonderlijk gemodelleerd voor een enkele specifieke diersoort, zoals de das) in verhouding staan tot andere bedreigingen b.v. door versnippering.
- Voor het goed vervullen van de planbureaufunctie is het van belang dat het beheer van de modellenketens (al dan niet in de vorm van fysiek gekoppelde modellen) naast het beheer van de afzonderlijke modellen vorm krijgt. De modelketens en de productieroutes van de verschillende modelvoorspellingen dienen bijvoorbeeld duidelijk beschreven te worden in termen van tussentijdse modeluitvoer, tussentijdse modelinvoer maar ook in termen van plaats van berekening en verantwoordelijkheid voor data. In deze productieroutes zouden tevens duidelijke controlepunten moeten worden ingebouwd, waardoor voorkomen wordt dat fouten pas worden opgemerkt aan het eind van de modelketen. Zo moet bijvoorbeeld duidelijk beschreven worden of een bepaald model invoer van emissie- of depositiegegevens vereist en als het depositiegegevens betreft of daarin al ruwheids- en/of doorvalsfactoren beschouwd moeten zijn. Ook de koppeling van de modellen moet veelal verbeteren, opdat de doorlooptijd wordt beperkt en de fouten die veelal optreden op dit punt verminderen. Met name moet vermeden worden dat dataconversies dubbel of onjuist gebeuren en dat steeds wordt uitgegaan van dezelfde basisinvoer (als minimale voorwaarde om modelconsistentie te bereiken). Dit laatste geldt met name voor de

basiskaarten die als invoer dienen voor een groot aantal abiotische en biotische modellen zoals de bodemkaart, de grondwaterkaart, de depositiekaart, de scenariokaarten en de natuurdoeltypenkaart.

- Het beheer van de modelketens (al dan niet in de vorm van fysieke gekoppelde modellen) moet zich echter niet alleen bezig gaan houden met de praktische kant maar ook de wetenschappelijke onderbouwing en evaluatie. Momenteel vindt verificatie, gevoeligheidsanalyse e.d. veelal alleen plaats op het niveau van afzonderlijke modellen. De lengte van veel modelketens is echter dermate lang dat er nauwelijks enig inzicht bestaat in het betrouwbaarheidsniveau en de nauwkeurigheid van het uiteindelijke resultaat. Het gedrag van een soepeler op elkaar aansluitende modellentrein kan integraal getest worden, nu is dat nog vrijwel onmogelijk.

Gezien de knelpunten wat betreft de modellering is een goede stroomlijning van het modelleninstrumentarium vereist. Daartoe dient eerst aangegeven te worden uit welke elementen het kern-instrumentarium voor het Natuurplanbureau opgebouwd dient te zijn. Van belang daarbij is het maken van een goede keuze tussen de verschillende modellen die uitspraken genereren over vergelijkbare en/of identieke indicatoren/graadmeters. Wanneer de elementen van dit kerninstrumentarium benoemd zijn, kunnen de knelpunten in de modellen/modellentrein effectiever worden opgespoord. Daarnaast kan dan op een efficiënte wijze de (al dan niet fysieke) koppeling tussen de modellen verbeterd worden. In een dergelijk systeem kan tevens duidelijk worden aangegeven op welke plaatsen uitgegaan moet worden van dezelfde basisgegevens en kan het integraal beheer van modelketens worden vormgegeven.

3. Samenhang effecten Natuur, Landschap en Bos

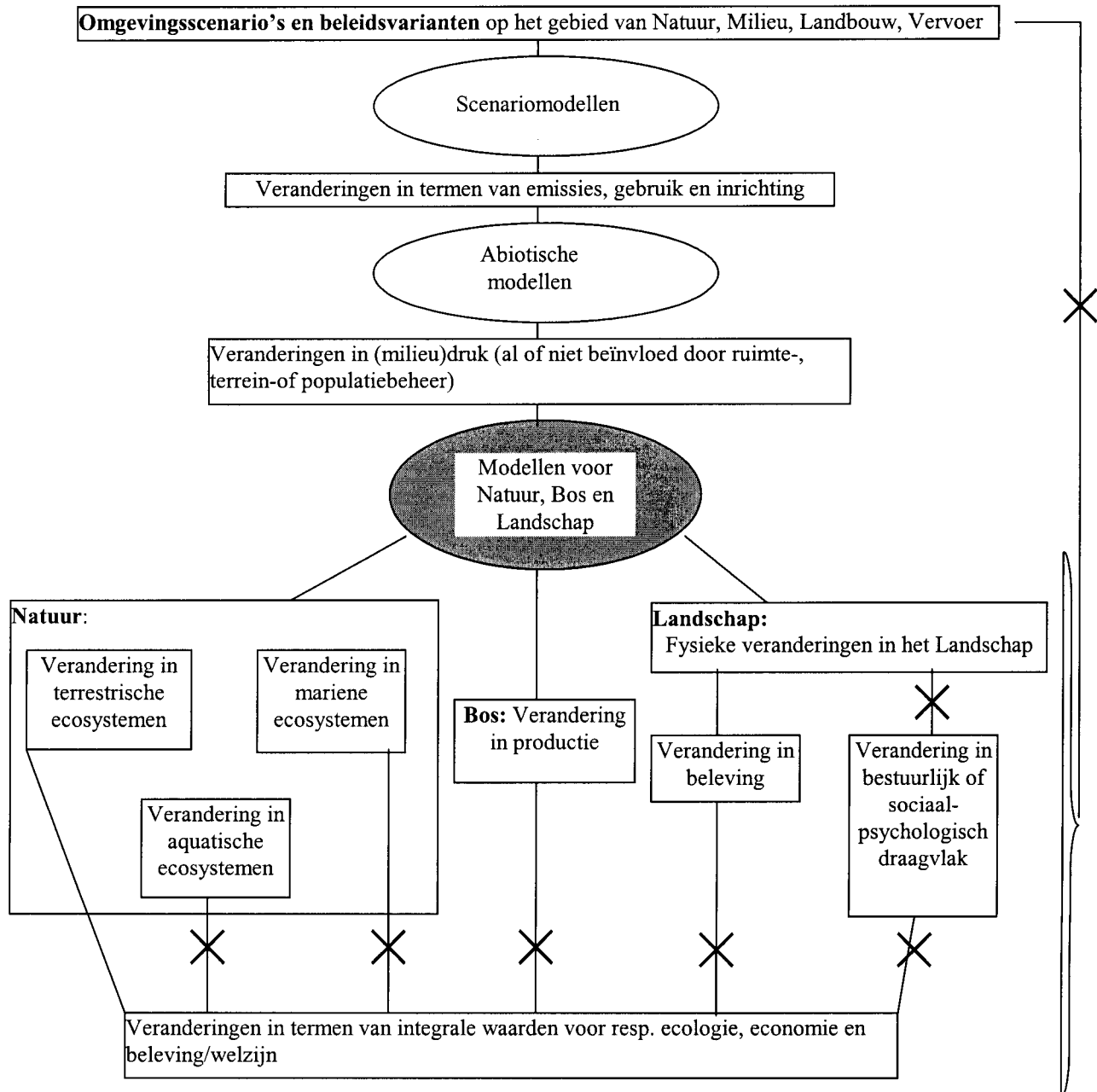
Voor het evalueren van effecten op Natuur, Landschap en Bos moet het Natuurplanbureau-instrumentarium de wisselwerking tussen beleid, maatschappij en milieu/natuur kunnen evalueren (figuur 2). Geheel analoog aan de indeling zoals gebruikt in het graadmetersrapport van R.Reiling wordt het thema Bos hier vooralsnog beperkt tot houtproductie aspecten, Natuur tot strikt biologische/ecologische aspecten en Landschap tot fysieke aspecten en beleving (Reiling et al., 1998). Hierdoor wordt b.v. het multifunctioneel gebruik van bossystemen in alle drie de thema's beschouwd. De berekening van effecten vindt veelal nog alleen top-down plaats, vanaf ingreep tot effect (zoals weergegeven in figuur 2). Het modelleninstrumentarium kan door de beperkte terugkoppelingsmogelijkheden van effect naar ingreep (beleid) slechts beperkt worden ingezet voor vragen naar optimalisatie van beleidsvarianten. Dergelijke vragen kunnen momenteel wel beschouwd worden door o.a. de vergelijking van resultaten van effectberekeningen van verschillende scenario's.

Om de effecten op Natuur, Landschap en Bos te kunnen beoordelen wordt de invloed van maatschappelijke veranderingen en beleidsinspanningen vertaald naar scenario's in ruimtelijke termen b.v. van emissie, gebruik en inrichting. Modellen zoals de Ruimtescanner en RISK kunnen op deze plek worden ingezet en op basis van geformaliseerde regels invoergegevens voor de abiotische modellen genereren. Met behulp van deze abiotische modellen kunnen vervolgens de scenario's worden o.a. vertaald naar veranderingen in (milieu)druk.

Met de modellen voor Natuur, Landschap en Bos kunnen vervolgens de effecten voorspeld worden. De in dit rapport behandelde modellen betreffen vrijwel uitsluitend deze groep van modellen, waarmee voorspellingen te doen zijn over m.n. het fysieke domein (analoog ook Reiling et al., 1998) van Natuur, Bos en Landschap. Modellen voor het sociale/normatieve domein (beleving, sociaal en bestuurlijk draagvlak, economie, sociale betekenis, zie ook Reiling et al., 1998) worden ook van belang geacht voor de Natuurverkenningen. Dergelijke modellen zijn op dit moment echter niet in operationele vorm beschikbaar en vallen daarom buiten het bestek van deze studie. Instrumenten voor het bepalen van informatie over graadmeters/indicatoren voor beleidsevaluatie liggen veelal meer op het niveau van monitoring i.p.v. op de voorspellingsmodellen, en vallen daarmee grotendeels buiten het bestek van dit rapport. Abiotische modellen en scenariomodellen vallen buiten de opdracht van dit project en worden in dit rapport alleen maar besproken voor zover deze relevante invoer leveren voor de modellen voor Natuur, Landschap en Bos. Wenselijk is wel om in de toekomst ook de stroomlijningsmogelijkheden van deze modeltypen te onderzoeken. Met behulp van modellen voor Natuur kan een inschatting gemaakt worden over de te verwachten veranderingen in de verschillende afzonderlijke ecosystemen. Met modellen voor Landschap kunnen m.n. de fysieke landschappelijke veranderingen voorspeld worden. Met de modellen

voor Bos kan de houtproductie in beeld gebracht worden (andere aspecten van bossystemen worden in modellen voor Natuur en Landschap –voor b.v. recreatieve waarde van bossen- beschouwd). De onderlinge beïnvloeding/wisselwerking tussen de verschillende aspecten wordt vooralsnog niet vaak meegenomen. Zo wordt b.v. de invloed van landschapsveranderingen op de natuur veelal niet expliciet gemodelleerd (wellicht m.u.v. versnipperingsmodellen) evenals de wisselwerking tussen terrestrische en aquatische systemen. Beoogd wordt om de uiteindelijk berekende effecten te gaan beschrijven in termen van integrale waarden voor ecologie, economie en beleving/welzijn. De doorvertaling naar integrale graadmeters voor (terrestrische) ecologie begint vorm te krijgen in de EKI¹ (Ecologische Kapitaals Index); andere integrale graadmeters zijn minder goed uitgewerkt. ¹

¹ De EKI (Ecologische Kapitaals Index) geeft op basis van informatie over het areaal natuur (kwantiteitsaspect) en de mate van voorkomen van soorten (en/of mogelijk soortengroepen) daarin (kwaliteitsaspect) een natuurwaardering van een gebied en/of systeem (zie ook Reiling et al., 1998). Hierbij kan de informatie over de afzonderlijke soorten, indien gewenst, gewogen worden op basis van zeldzaamheidscriteria. Met de EKI kunnen kwaliteits- en kwantiteitsaspecten integraal beschouwd en gepresenteerd worden, naast de afzonderlijke en meer gedetailieerdere informatie. Hierbij wordt een overzichtelijke (geaggregeerde) weergave nagestreefd, zonder overigens de informatie altijd te reduceren tot 1 getal. Daarnaast kan op basis van de EKI de verandering in natuur gewaardeerd worden ten opzichte van systematisch opgezette streef- en/of referentiebeelden.



Figuur 2. Huidige beschouwde effect-keten voor het evalueren van beleidsinspanningen t.a.v. Natuur, Landschap en Bos. Met de kruisen is aangegeven dat de terugkoppelingsmogelijkheden van effect naar beleid met de modellen/modelketens nog niet beschouwd kunnen worden als mede dat de doorvertaling van veranderingen in Natuur, Bos en Landschap naar integrale graadmeters nog veelal ontbreekt. In grijs is aangegeven waar de modellen voor Natuur, Landschap en Bos zich bevinden. In deze keten (en modellen) wordt de wisselwerking tussen de verschillende type ecosystemen (terrestrisch, aquatisch en marien) vooralsnog veelal buiten beschouwing gelaten. Modellen voor het sociale domein (beleving, sociaal/psychologisch- of bestuurlijk draagvlak, economie, sociale betekenis) alsmede modellen voor integrale graadmeters zijn op dit moment veelal niet in operationele vorm beschikbaar en vallen daarmee ook grotendeels buiten het bestek van dit stroomlijningsproject van modellen voor Natuur, Landschap en Bos.

4. Indicatoren/graadmeters Natuur, Landschap en Bos

Voor de evaluatie van de toestand van Natuur, Landschap en Bos werken verschillende graadmeter-projecten (zie ook paragraaf 1.3) momenteel aan het definiëren van een robuuste set aan indicatoren. Doel van de indicatoren is om de toestand (kwaliteit en kwantiteit) van Natuur, Landschap en Bos goed te kunnen beschrijven. Gestreefd wordt om voor de verschillende indicatoren ook referentie- en/of streefbeelden op te stellen, zodat de indicatoren kunnen dienen als graadmeters voor natuur en beleid. In graadmeterstelsels zoals de EKI en het MKGR-zonnetje (Monitoring Kwaliteit Groene Ruimte) staat bij de beschrijving van de kwaliteit van de natuur de dichtheid van (aandachts)soorten centraal en bij het kwantiteitsaspect het verspreidingsareaal van b.v natuurdoeltypen (zie ook EKI en MKGR-uitwerking in Reiling et al., 1998). Diezelfde uitwerking is terug te vinden in de NEM doelstellingen. In tabel 1 (paragraaf 4.1) is een overzicht gegeven van het type indicatoren voor het fysieke aspect van natuur zoals die in de toekomst bij verkenningen gebruikt zouden kunnen gaan worden.

Binnen de indicatoren is een aantal (functionele)typen te onderscheiden (analoog aan typologie concept Graadmeters Biodiversiteit Terrestrisch). Ten eerste de **eindex(en) en eindgraadmeters**, waarmee op een integrale wijze verschillende kwaliteits- en kwantiteitsaspecten van Bos, Natuur en Landschap gecombineerd beschreven kunnen worden en vergeleken worden met referentie (m.n. ten behoeve van signalering) en/of streefbeelden (m.n. ten behoeve van ex post en ex ante evaluaties, zie ook concept Graadmeters voor Natuurbalansen en Natuurverkenningen, Reiling et al., 1998) voor natuur in Nederland (= graadmeterfunctie). Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan de Ecologische Kapitaals Index (EKI), waarmee zowel de kwaliteit als de kwantiteit van het terrestrisch ecologische areaal beschreven kan worden. Gezien het doel van deze studie (stroomlijning van voorspellingsmodellen) zal de nadruk liggen op de voorspellende indicatoren/graadmeters (zie Reiling et al., 1998) en minder op de primair door monitoring te beschouwen indicatoren/graadmeters. Een tweede, hieraan ondergeschakelde, klasse zijn de graadmeters voor het beoordelen van de actuele of een verwachte toestand gekoppeld aan opgestelde streefbeelden/**beleidsdoelen**. Met deze graadmeters kan de kwaliteit en kwantiteit van Natuur, Landschap en Bos vergeleken worden ten opzichte van de beoogde/wenselijke waarde. Het gaat hier met name om indicatoren/graadmeters voor (ex ante) evaluaties (zie ook Reiling et al., 1998). Hierbij moet gedacht worden aan indicatoren zoals het areaal nieuw aangeplant bos, het percentage beschermde doelsoorten of het areaal goed ontwikkelde natuurdoeltypen. In dit rapport wordt niet verder ingegaan op de indicatoren voor directe beleidsprestaties zoals de aankoop van gebieden of bosaanleg (monitoring), maar hoofdzakelijk op die indicatoren waarvoor primair (voorspellings)modellen nodig zijn om

deze te evalueren. Een andere belangrijke groep zijn de indicatoren waarmee **bedreigingen** voor Natuur, Landschap en Bos in beeld gebracht kunnen worden. Hier gaat het met name om indicatoren/graadmeters voor signalering (Reiling et al., 1998). Bij deze groep moet bijvoorbeeld gedacht worden aan het percentage versnipperd landschap of het areaal verdroogd gebied. Voor deze groep van indicatoren zullen veelal geen streefbeeld/referentiebeelden benoemd zijn, waardoor deze vaak niet gebruikt kunnen worden als graadmeter. De indicatoren hebben veelal primair betrekking op de Ver-thema's, beheer en klimaat en zijn van belang om de effectiviteit van de verschillende beleidsvelden te evalueren. Daarnaast is een groep van indicatoren te onderscheiden die een **ondersteunende** functie hebben ten aanzien van het kwantificeren van de toestand van en/of bedreigingen voor Natuur, Landschap en Bos. Ook deze groep van indicatoren/graadmeters zijn met name van belang voor signalering. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan indices voor risico's voor specifieke soorten als gevolg van vergiftiging door zware metalen alsmede indicatoren voor condities van voorkomen van flora- en faunagroepen (zogenoemde conditionele indicatoren). Voor dergelijke indicatoren zal veelal geen referentie- en/of streefbeeld benoemd zijn, zodat deze waarden meestal niet als graadmeter gebruikt kunnen worden. Zoals al aangegeven hebben deze indicatoren daarentegen wel een belangrijke functie ten aanzien van het signaleren van bedreigingen voor de natuur. Tevens van deze indicatoren van belang om de effecten van specifieke maatregelen te kunnen beoordelen.

De bovenstaande classificatie naar de functie is hier gebruikt om de informatie over de indicatoren/graadmeters en de daarbij behorende modellen overzichtelijke wijze weer te kunnen geven. Dezelfde indicatoren/graadmeters zijn ook in te delen naar doel en functie waarvoor de bestemd zijn (indicatoren voor signalering, ex post en ex ante evaluatie analoog aan Reiling et al., 1998.) of naar het beschouwde abstractie niveau (normatieve, strategische en operationele niveau; Reiling et al., 1998).

In de volgende paragrafen zal uitgebreider worden ingegaan op de specifieke indicatoren/graadmeters voor Natuur, Landschap en Bos. De gepresenteerde lijsten van indicatoren moeten niet beschouwd worden als de meest ideale set, maar als een opzet waaruit afgeleid kan worden welk **type** informatie de (voorspellings)modellen voor Natuur, Landschap en Bos zouden moeten kunnen leveren voor het vervullen van de natuurplanbureau functie. De uiteindelijke keuze voor de indicatoren/graadmeters zal daarentegen plaatsvinden met gebruikmaking van de resultaten van de lopende Graadmeter-projecten.

De indicatoren van de beleidsvelden Natuur, Landschap en Bos worden ieder besproken. Gezien de gedeeltelijke overlap tussen verschillende beleidsvelden is daarbij de indeling gemaakt die ook naar voren komt in figuur 2. De indicatoren voor Bos zijn beperkt tot maten voor opbrengst en productie (m.n. houtproductie). Biologische en ecologische maten worden beschouwd bij de indicatoren voor Natuur en indicatoren voor Landschap betreffen vooral

maten voor het fysieke landschap (b.v. aardkundige zeldzaamheid etc.) en beleving. Indicatoren voor biologische en ecologische aspecten van bossystemen worden daarom besproken bij het onderdeel Natuur en indicatoren voor de recreatieve en belevingswaarde van bossen bij het onderdeel Landschap. Voor een verdere structurering is bij de indicatoren voor Natuur een verdere onderverdeling gemaakt naar indicatoren voor Fauna Terrestrisch, Vegetatie Terrestrisch, Marien en Aquatisch.

4.1 Indicatoren/graadmeters Natuur

Tabel 1 geeft de typen van indicatoren/graadmeters aan waarmee toestand van de Natuur als functie van (m.n.) voorspelde stressoren en beleidsinspanningen geëvalueerd kan worden. Tevens is aangegeven hoe in eerdere verkenningen invulling is gegeven aan deze groepen van indicatoren/graadmeters. Daarmee beperkt de tabel zich hoofdzakelijk tot die indicatoren/graadmeters waarvoor voorspellingsmodellen (i.p.v. meetnetten) gebruikt moeten worden. Voor de benoemde specifieke indicatoren zijn veelal (voorspellings)modellen aanwezig. De uiteindelijke invulling van een optimale set van indicatoren/graadmeters zal worden gegeven door het IKC-N en de graadmeterprojecten binnen het DLO programma Natuurplanbureau functies. Het meest gedetailleerde niveau wat daarbij wordt nagestreefd is het soortsniveau (zie ook Reiling et al., 1998).

Uit tabel 1 blijkt dat met name voor Vegetatie Terrestrisch al voor verschillende typen indicatoren een operationele invulling bestaat. Met deze specifieke indicatoren kunnen de toestand, bedreigingen en beleidsdoelen voor de vegetatie veelal al geëvalueerd worden. Momenteel zijn de eerste streefbeeldbeschrijvingen voor planten (en ook vogels) ontworpen per fysisch geografische regio en begroeiingstype (FLORON, 1998; SOVON, 1998 en Ten Brink et al., 1998). Vooralsnog konden de toestand en de bedreigingen van Fauna Terrestrisch minder uitgebreid worden beschreven. Uitzondering hierop zijn de broedvogels waarvoor in de laatste Natuurbalans enkele ondersteunende indicatoren als mede indicatoren voor bedreiging konden worden geoperationaliseerd. De beschrijving van de toestand van Fauna Terrestrisch richt zich nog vooral op vogels en qua beschouwde bedreigingen op versnippering en habitat-kwaliteit. Voor verschillende andere diergroepen zijn in de nabije toekomst geen operationele indicatoren/graadmeters te verwachten. Realiseerbare aanvulling zou wellicht verkregen kunnen worden op het gebied van de vlinders, reptielen/amfibieën en zoogdieren. Gezien de verschillen in de mate van gevoeligheid voor verschillende bedreigingen alsmede de verschillen in natuurwaardering/beleving lijkt uitbreiding voor beleidsevaluatie en signalering van milieuproblemen relevant. De prioriteit voor het toepasbaar maken van indicatoren voor nieuwe groepen zou gezien de beleidsrelevantie en haalbaarheid, vooral zou moeten liggen bij de vlinders en/of (enkele) zoogdieren (evt. ingedeeld naar functionele typen b.v. grote grazers e.d.). De meest relevante milieuthema's/bedreigingen (verdroging, vermessing, verzuring, versnippering(c.q. ruimte) en beheer) worden/zijn veelal al gedekt hetzij niet altijd voor alle type aspecten (zoals fauna, vegetatie e.d.). Minder differentiërende (zoals klimaatsveranderingen) en/of sterk gekoppelde bedreigingen (zoals b.v. verspreiding) zijn/worden minder in beschouwing genomen.

Tabel 1. Overzicht van type indicatoren/graadmeters zoals bruikbaar voor de evaluatie van Natuur in 2001, inclusief voorbeelden van al uitgewerkte indicatoren zoals gebruikt/bruikbaar in eerdere/toekomstige verkenningen en balansen. De nadruk ligt in deze tabel, gezien de in deze studie beschouwde voorspellingsmodellen, met name op de voorspellende graadmeters/indicatoren en minder op de monitorbare graadmeters/indicatoren.

Indicatoren voor:	Voorbeelden van gebruikte/bruikbare specifieke indicatoren	Voorbeelden voor uitwerking
Beleidsdoelen (evaluerend en voorspellend)	Oppervlakte natuur Evt. opgesplitst naar natuurdoeltypen	Areaal natuurgebieden/EHS evt. te vergelijken met het beoogde areaal
	Kans op (duurzaam voorkomen) van (doel)soorten en natuurdoeltypen	Vegetatie terrestrisch: Percentage bedreigde (doel)soorten en realisatiekansen natuurdoeltypen Fauna terrestrisch: Duurzame populatiegrootte van (doel)soorten (vogels). Percentage voor- /achteruitgang geschikt areaal, evt. Op te splitsen naar agrarisch, bos, duin, heide, moeras, water, stad. (vogels)
Bedreigingen (signalerend en voorspellend naar de toekomst)	Bedreigingen (doel)soorten	Vegetatie terrestrisch: Overschrijding van stikstof en/of zure depositieniveau's per ecosysteemtype. Percentage dominante bedreiging door verdroging, verzuring en vermesting. Fauna terrestrisch: Percentage bedreigde vogelsoorten door versnippering, verstoring en habitatkwaliteit
Ondersteunend t.a.v. bedreigingen en doelens (m.n. signalerend en voorspellend naar de toekomst)	Trend ecotopen / ecosystemen	Aquatisch: Voor/achteruitgang natte en aquatische ecotooptypen of verandering in natuurwaarde
	Trend (doel)soorten en / of specifieke soorten	Fauna terrestrisch: Afname / toename biomassa regenwormen als gevolg van koper belasting. Aquatisch: Percentuele voor- / achteruitgang van een aantal specifieke soorten (zowel plant- als diersoorten; voor kleine wateren worden meerdere soorten beschouwd) Marien: Percentuele voor- / achteruitgang van een aantal specifieke amoebesooten (zowel plant- als diersoorten). Verandering visstand/algengroei
	Ondersteunend t.a.v. bedreigingen	Vegetatie terrestrisch: Te realiseren natuurwaarde winst bij optimale hydrologie (c.q. herstel verdroging). Te realiseren natuurwaardewinst / realisatiekansen natuurdoeltypen bij depositie-reductie (verzuring/vermesting). Fauna terrestrisch: Potentieel aangetaste fractie doelsoorten door m.n. zware metalen (verspreiding) Populatie draagkracht van terreingrootte (versnippering en beheer van terreinen)
Integrale eindindex	Index zoals EKI	Natuur terrestrisch: EKI

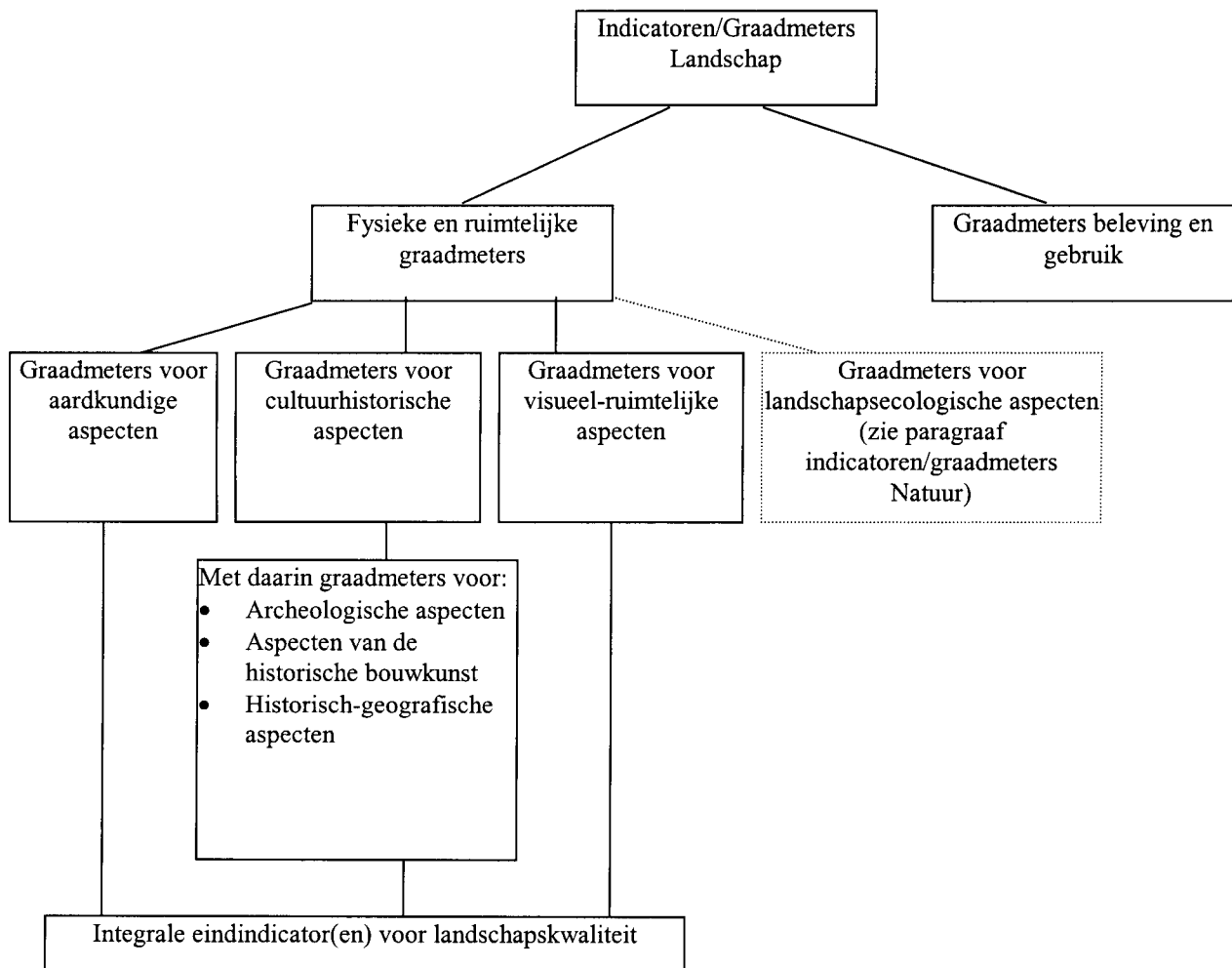
Voor het mariene en aquatische deel zijn veelal alleen enkele ondersteunende indicatoren operationeel. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat deze ondersteunende indicatoren, in tegenstelling tot de terrestrische natuur, de toestand van de systemen beschrijven door middel van een amoebe-achtige benadering ofwel op basis van soortengroepen (RWS-ecotopen, levensgemeenschappen e.d.). Deze indicatoren staan verder af van het (EKI-)graadmeter-concept, aangezien bij de ecotopen-benadering de afzonderlijke soorten niet meer worden onderscheiden en het aantal beschouwde soorten in de amoebe-benadering veelal beperkt is en niet direct gerelateerd is aan criteria uit het natuurbeleid zoals b.v. natuurlijkheid en zeldzaamheid. Meer dan bij de (EKI-achtige) graadmeter benadering, wordt daarentegen de amoebebenadering gebruikt om het ecosysteem te beschrijven op basis van informatie over een beperkt aantal specifieke soorten. Voor het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen wordt in de activiteit "Aquatisch Supplement" een bouwwerk van aquatische natuurdoeltypen opgesteld. Deze ontbraken in het eerste handboek. Deze aquatische natuurdoeltypen omvatten grote en kleine wateren *binnen en buiten* de EHS, zoet en zout. De benoeming van aquatische natuurdoeltypen maakt het mogelijk om ook voor de wateren meer beleidsgerichte indicatoren op te stellen.

Een belangrijke constatering is daarnaast dat momenteel operationele integrale indexen nog veelal ontbreken. Deze indicatoren zijn wel noodzakelijk om de verschillende aspecten van de natuur integraal te kunnen beschouwen. Voor de terrestrische natuur is het EKI-concept (Ecologische Kapitaal Index) wel al geoperationaliseerd, hoewel nog gewerkt wordt aan de koppeling met streef- en/of referentiebeelden. Met behulp van deze graadmeter zullen in de nabije toekomst de kwaliteit en kwantiteit van flora en fauna gezamenlijk geëvalueerd kunnen worden ten opzichte van streef- en/of referentiebeelden. Deze streef- en referentiebeelden zullen voor natuurlijke en gedomesticeerde gebieden apart gespecificeerd worden. Natuurlijkheid (deels te definiëren op het landschapniveau) is nog geen aparte operationele indicator/graadmeter voor Natuur. Onderzocht zou moeten worden in hoeverre deze afgeleid/geoperationaliseerd kan worden op basis van soorten (b.v. de aanwezigheid van zwarte ooievaar) en/of ecosystemen. Recent is onderzocht hoe landschapsecologische indicatoren/graadmeters in de toekomst geoperationaliseerd kunnen worden (Jansen, 1998). Geconcludeerd is dat het waarderingsaspect nog een probleem vormt, vanwege de schaling van onderliggende procesindicatoren (wat is de betekenis van veel of weinig stroming en/of dynamiek) (Jansen, 1998 pag. 38-39). Veelal zullen daartoe niet alleen de (landschapsecologische) processen (energiestromen, nutriëntenstromen, waterstromen en soortenstromen) beschouwd moeten worden maar ook de daaruit resulterende (landschapsecologische) patroonkenmerken (zoals biodiversiteit, zeldzaamheid, kenmerkendheid en variatie, zie ook Jansen, 1998 pag. 39). Koppeling met o.a. soortenverspreidingsinformatie en/of daaraan gerelateerde informatie over flora- en/of faunagroepen ligt daarbij voor de hand.

4.2 Indicatoren/graadmeters Landschap

De afgelopen jaren heeft de ontwikkeling van het Meetnet Landschap en het Monitoring-systeem Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR) geleid tot benoeming van een aantal indicatoren/graadmeters voor Landschap. Tevens zijn methoden uitgetoetst om deze indicatoren te meten en te waarderen. Een deel van deze indicatoren/graadmeters zijn toegepast in de Natuurverkenning '97. Het stelsel van graadmeters is nog volop in ontwikkeling en mede afhankelijk van de vernieuwing van het landschapsbeleid. Er zijn nog geen beslissingen genomen over de meest geschikte (of haalbare) indicatoren, die in het kader van het Natuurplanbureau zullen worden gebruikt.

Binnen het veld Landschap kan de volgende indeling van indicatoren/graadmeters gemaakt worden:



Figuur 3. Indeling van de indicatoren/graadmeters voor Landschap. Voor de compleetheit worden hier ook de graadmeters voor landschapsecologische aspecten genoemd, hoewel deze behoren tot de Natuur.

Voor verschillende aspecten van Landschap zijn meet- en waarderingsmethoden ontwikkeld die momenteel in modellen worden geoperationaliseerd. Daarnaast worden methoden op een rij gezet voor de integratie van verschillende indicatoren tot één eindindicator voor landschapskwaliteit. Een integrale index voor de landschapskwaliteit en beleving ontbreekt momenteel. Het is nodig na te gaan in hoeverre verschillende aspecten van landschap en de beleving integraal kunnen worden beschouwd en welke mogelijkheden aanwezig zijn voor de ontwikkeling van een integrale LandschapsKwaliteitsIndex (LKI) en Integrale BelevingsIndex (IBI).

Indicatoren/Graadmeters voor fysieke en ruimtelijke aspecten

De eerste groep van indicatoren/graadmeters betreffen de meer fysieke en ruimtelijke aspecten van Landschap. De toestand en veranderingen worden gemeten aan de kenmerken van het object landschap. Daarin zijn verschillende niveaus te onderscheiden nl. kenmerken van landschapselementen, landschapspatronen en landschapsstructuren. Onder groep 1 vallen indicatoren/graadmeters voor de volgende aspecten:

- de aardkundige aspecten (w.o. geomorfologische gesteldheid en aardkundige betekenis/waarden).
- de cultuurhistorische aspecten w.o.:
 - archeologische elementen, structuren en waarden, ook wel aangeduid met archeologische monumenten
 - elementen en structuren van de historische bouwkunst; een selectie hiervan valt onder de wettelijk beschermde monumenten en stads-/dorpsgezichten
 - historisch-geografische elementen, structuren en waarden.
- de visueel-ruimtelijke aspecten (Het Meetnet Landschap en de Natuurverkenning '97 richten zich op de schaalkenmerken of de openheid van het landschap, en op de verhouding groen/rood).
- de landschapsecologische aspecten (Deze aspecten worden in voorliggend rapport niet uitgewerkt onder Landschap maar onder Natuur).

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de landschapsindicatoren uit groep 1 en uitwerkingen die op dit moment voor de Natuurverkenningen 2001 als meest geschikt en haalbaar worden geacht. Geheel analoog aan de indeling van de graadmeters/indicatoren voor Natuur kan daarbij de volgende onderverdeling gemaakt worden: (1) Indicatoren/graadmeters die direct inhaken op voorgenomen **beleid** en deels gemeten op basis van de digitale topografische kaart (top10). Deze groep omvat veelal echte beleidsprestatie metingen (m.n. indicatoren/graadmeters voor evaluatie) die niet berekend hoeven te worden met aparte modellen, zodat deze buiten het bereik van dit rapport vallen. (2) **Indicatoren voor bedreigingen** (m.n. indicatoren/graadmeters voor signalering) die veelal berusten op

expertkennis over (vnl. fysieke) ontwikkelingen in het landschap (3) **Ondersteunde indicatoren** die veelal berusten op een analyse van veranderingen in landschapselementen en ruimtegebruik. Belangrijke bronnen voor een dergelijke analyse zijn de digitale topografische bestanden 1:10.000 (TOP10) en het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN), gebaseerd op satellietbeelden. Mogelijk kan ook gebruik worden gemaakt van laserhoogtemetingen voor het signaleren van veranderingen in het reliëf in Nederland.

Tabel 2. Overzicht van type indicatoren/graadmeters zoals gebruikt/buikbaar voor het fysieke en ruimtelijke aspecten van Landschap.

Indicatoren voor:	Voorbeelden voor gebruikte / bruikbare specifieke indicatoren	Voorbeelden voor uitwerking
Beleidsdoelen (m.n. evaluatie)	Opp. Beleidscategorieën landschap: - Nationaal landschapspatroon (NLP) - Gebieden behoud en herstel (GBH) - Gebieden karakteristieke openheid - Waardevolle cultuurlandschappen (WCL's)	Veelal directe metingen van beleidsprestaties mogelijk (in b.v. aangekocht areaal) zonder berekening met modellen voor Landschap
Bedreigingen (m.n. signalerend)	Aardkundige gesteldheid/waarden - kenmerkendheid - zeldzaamheid - gaafheid Cultuurhistorische gesteldheid/Waarden - kenmerkendheid - zeldzaamheid - gaafheid Visueel-ruimtelijke gesteldheid - kenmerkendheid	Mate van aantasting van aardkundige waarden Mate van bedreiging van geomorfologisch kenmerkende en kwetsbare elementen en gebieden Mate van aantasting van het bodemarchief (actueel en potentieel) Bedreiging van monumenten en beschermde stads-/dorpsgezichten Aantasting van historisch-geografisch Kenmerkende elementen en gebieden (actueel en potentieel) Afname van de verschillen in openheid tussen landschapstypen (nivellering) Toe-/afname karakteristieke openheid, i.h.b. open gebieden en heggelandschappen Toe-/afname van visuele verstedelijking
Ondersteunend t.a.v. bedreigingen/en doelen (m.n. signalerend)	Trend verdeling ruimtegebruik in Nederland Trend spoorwegen, hoofdwegen, kanalen e.d. Trend opgaande beplanting en bebouwing Trend in opp. Water (slotenpatroon, waterlopen, meren e.d.) Trends in egalisaties van reliëf	Af-/toename van verschillen in karakteristiek Ruimtegebruik tussen landschapstypen Mate van doorsnijding/versnippering van landschappen Veranderingen in verhouding groen/rood Veranderingen in de open waterkarakteristiek van landschappen Nivellering van kenmerkende hoogteverschillen en aantasting kleinere geomorfologische elementen
Integrale eindindex	LKI (LandschapsKwaliteit Index)	-

Indicatoren/graadmeters voor beleving en gebruik

Een andere groep van indicatoren/graadmeters betreffen de beleving en het gebruik van landschappen. De waarneming van landschappen vindt via verschillende zintuigen plaats. Hoewel de zintuigen voor verschillende prikkels gevoelig zijn, dragen ze veelal in samenhang bij tot de waarneming en waardering van landschappen. Wind wordt bijvoorbeeld gezien via de beweging van bomen, gehoord via het fluiten van telefoondraden, gevoeld via de huid. De nadruk ligt hier op de visuele beleving. Bij de waardering van landschappen gaat het ook om gebruiksaspecten. De recreatieve aantrekkelijkheid van landschappen wordt bijvoorbeeld deels bepaald door factoren als ruimtegebruik, recreatieve voorzieningen en toegankelijkheid. Voor deze groep van indicatoren/graadmeters vindt momenteel veel ontwikkeling plaats van modellen waarin op basis van sociale en omgevingspsychologische methoden beleving van fysieke landschapskenmerken wordt berekend. Tevens wordt in het kader van het Meetnet Landschap gewerkt aan de monitoring van de landschapsbeleving.

Op basis van belevingsonderzoek/literatuur is een eerste lijst van potentiële graadmeters opgesteld voor de belevingsaspecten van Landschap. Deze lijst zal in het kader van de graadmeterprojecten nog worden verbeterd en teruggebracht tot die indicatoren die het meeste van belang worden geacht voor de beleving van Landschap (tabel 3) en die het meeste perspectief hebben voor operationalisatie. De indicatoren/graadmeters voor beleving en gebruik kunnen grofweg worden onderverdeeld in: (1) Indicatoren voor de betrokkenheid van de bevolking bij het landschap en daarmee samenhangen met beleidsdoelen. (2) Positieve en negatieve indicatoren, d.w.z. indicatoren die een positieve of een negatieve bijdrage leveren aan de aan de gebruiks- en belevingswaarde van landschappen. Deze groep bevat zowel indicatoren voor bedreiging als ondersteunende indicatoren.

Hier dient ook gewezen te worden op de relatie met de Leefbaarheidswaarde, zoals dat in de Leefomgevingsbalans is gebruikt (RIVM, 1998). Het gaat hier om een maat voor de leefbaarheid in brede zin en niet zozeer om de belevingswaarde. Weinig van de in tabel 4 genoemde indicatoren/graadmeters zijn in het verleden gebruikt in Natuurverkenningen. Vele zijn wel te operationaliseren, hoewel voor het operationaliseren van de graadmeterfunctie van verschillende indicatoren nog informatie benodigd is over met name de beleidsvoornemens en het uitgevoerd beleid. Voor het operationaliseren voor indicatoren op het gebied van landschapsbeleving moeten enquêtes worden uitgevoerd. Daarbij kan de vraagstelling zich richten op de belevingswaarde van de actuele situatie, maar ook op veranderingen (in het verleden of de toekomst). Het belevingsonderzoek dat in het kader van de NVK'97 is uitgevoerd, richtte zich vooral op de beleving van landschapsveranderingen van 1980 tot 1995, gedifferentieerd naar landschapstypen. Voor een aantal indicatoren is een landschapstypenkaart nodig (zoals voor de bepaling van de landschapsverscheidenheid). Hiervoor zou dezelfde indeling kunnen worden gebruikt als voor de NVK'97, bij het onderdeel veranderend cultuurlandschap.

Tabel 3. Voorlopig overzicht van potentiële indicatoren/graadmeters zoals gebruikt/buikbaar voor de beleving van Landschap.

Indicatoren voor:	Voorbeelden voor gebruikte / bruikbare specifieke indicatoren	Voorbeelden voor uitwerking
'Beleidsdoelen'	Betrokkenheid van bevolking bij de zorg voor het landschap	Betrokkenheid organisaties en ledental Omvang en functioneren van vrijwilligerswerk
Positieve graadmeters	<p>Eenheid (samenhang, compleetheid e.d.)</p> <p>Natuurlijkheid (opp. Natuur, hoeveelheid planten en dieren, e.d. zie ook paragraaf 4.1)</p> <p>Historisch karakter (ouderdom begroeiing, hoeveelheid monumenten, verkaveling e.d.)</p> <p>Ruimtelijkheid (omvang van de ruimten, vergezichten e.d.)</p> <p>Beheer (onderhoud/verzorging, ongereptheid, ruigheid van het terrein e.d.)</p> <p>Variatie (seizoensvariatie, variatie in beplanting, hoogteverschillen, afwisseling bodemgebruik e.d.)</p> <p>Gebruik (bereikbaarheid, routekeuze, ruimtegebruik, oriëntatie, voorzieningen e.d.)</p> <p>Stemming en gevoel (rust/stilte, verrassing, avontuur, vrijheid e.d.)</p>	<p>Afname/toename belevingswaarde gedifferentieerd bijv. naar landschapstype</p> <p>Beleving van landschapsveranderingen (per gebied, landschapstype)</p> <p>Afname/toename schoonheid van landschappen</p> <p>Afname/toename aantrekkelijkheid van landschappen/gebieden bv voor verschillende vormen van recreatie</p>
Negatieve graadmeters	Storingsfactoren (lawaai, drukte, vervuiling, stank verwaarlozing, verlichting 's nachts, versnippering, aanwezigheid storende elementen, verboden, afrasteringen e.d.)	Omvang en diversiteit van storingsfactoren in een gebied
Integrale eindindex	<p>IBI (integrale belevingsindex)</p> <p>Gebruik</p> <p>Beleving</p>	-

4.3 Indicatoren/graadmeters Bos

Gezien het gemaakte onderscheid tussen Natuur, Landschap en Bos, omvatten de indicatoren/graadmeters voor Bos primair maten voor houtproductie (tabel 4). Indicatoren voor natuur van multifunctionele bossystemen (o.m. structuurontwikkeling en maten voor natuurlijkheid en diversiteit van boscystemen) vallen onder de paragraaf indicatoren/graadmeters Natuur (paragraaf 4.1), terwijl indicatoren voor de bijvoorbeeld de openheid, de ruimtelijke gevarieerdheid en/of de recreatieve aantrekkelijkheid van boslandschappen behandeld worden in paragraaf 4.2 (Indicatoren/graadmeters Landschap). Indicatoren voor bijdrage aan CO₂-reductie zullen vooralsnog door het Natuurplanbureau niet worden beschouwd.

Ook hier zijn de indicatoren/graadmeters opgesplitst in de klassen beleid, bedreiging, ondersteuning en integrale indexwaarden, hoewel als gevolg van de gehanteerde definitie van Bos geen vullend beeld wordt verkregen. De indicatoren voor bedreigingen zijn nog niet operationeel, wellicht kunnen deze echter afgeleid worden uit indicatoren voor Natuur.

Tabel 4. Overzicht van type indicatoren/graadmeters zoals gebruikt/buikbaar voor Bos.

Indicatoren voor:	Voorbeelden voor gebruikte/ bruikbare specifieke indicatoren	Mogelijkheden voor uitwerking
Beleid	Houtproductie.	Productie-doelstellingen zoals mate/areaal van zelfvoorzienendheid en financieel positief resultaat bosbedrijven (in 2003 80% bedrijven > 50ha positief resultaat). Groei (w.o. biomassa ontwikkeling) en opbrengst van verschillende bostypen alsmede houtkwaliteitsaspecten
Bedreigingen	Bedreigingen voor houtproductie	Effect van stikstofdepositie (vermesting), zure depositie (verzuring), verdroging en evt. klimaatsveranderingen
Ondersteunend t.a.v. bedreigingen (en doelen)	-	-
Integrale indexwaarden	-	-

4.4 Samenvattend t.a.v. indicatoren/graadmeters

- Voor Natuur, Bos en Landschap zijn in de verschillende verkenningen al verscheidene indicatoren/graadmeters gebruikt. Met behulp van deze indicatoren konden de toestand, het beleid en de bedreigingen slechts deels effectief geëvalueerd worden. De mate van volledigheid waarin de toestand van deze aspecten konden worden beschreven, varieerde echter nog sterk per aspect, bedreiging en in geval van Natuur per beschouwde soortengroep. Momenteel wordt in het kader van diverse Graadmeter-projecten gewerkt aan een vollediger (minder leemten) en meer gestroomlijnde en operationele set van indicatoren en graadmeters. Voor m.n. terrestrische ecologie is het hoogst wenselijke detailniveau het soortsniveau en/of daaruit afgeleide indicatoren/graadmeters zoals bijvoorbeeld de milieuvorwaarden van natuurdoeltypen e.d. (zie blz 12 Reiling et al., 1998). Ondersteunende indicatoren/graadmeters zullen veelal gedefinieerd zijn op het globalere niveau van ecotopen/ecosystemen en/of de daarbij behorende milieuvorwaarden (zonder dat deze vooralsnog direct zijn gerelateerd aan de toleranties van daarbij behorende soorten).
- Voor veel van de gebruikte indicatoren zijn vooralsnog geen referentie- en/of streefbeeld gedefinieerd, zodat de indicatoren nog niet daadwerkelijk gebruikt kunnen worden als graadmeter voor natuur en beleid. Er bestaat wel een aanzet daartoe voor vaatplanten en vogels (per begroeiingstype en per fysisch-geografische regio) voor geheel Nederland.
- Voor met name Natuur zijn veel indicatoren operationeel (waarover met zowel meetnetten als modellen informatie is te leveren). Die voor planten en vogels zijn het verst uitgewerkt. Het aantal en het type indicatoren variëren echter sterk tussen terrestrische systemen en aquatische/mariene systemen en tussen enerzijds vegetatie en vogels en anderzijds de overige fauna. Met name voor Vegetatie Terrestrisch zijn veel indicatoren opgesteld. Het aantal operationele biologische/ecologische graadmeters voor fauna en aquatische en mariene systemen is over het algemeen minder uitgebreid.
- De voorspelde toestand van aquatische en mariene systemen wordt, anders dan terrestrische systemen, door modellen veelal beschreven op basis van een informatie van soortengroepen (levensgemeenschappen, RWS-ecotopen etc.) of door middel van een amoebe-achtige benadering. In terrestrische systemen wordt de kwaliteit veelal beschreven op basis van informatie over kenmerkende planten- en diersoorten. De amoebe-achtige benadering sluit gezien het beperkte aantal beschouwde soorten minder goed aan bij de graadmeters voor biodiversiteit, zoals ontwikkeld/gebruikt voor terrestrische systemen.
- Integrale indicatoren en graadmeters zijn in de praktijk veelal nog niet operationeel. De ontwikkeling van het concept voor een integrale graadmeter voor kwaliteit en kwantiteit van (terrestrische) Natuur, de EKI (Ecologische Kapitaal Index), is echter al ver gevorderd. Op het

aquatische terrein is er voor de kwantitatieve beoordeling vooralsnog onvoldoende splitsing gemaakt naar deelgebieden (watersystemen) en is de referentiekeuze problematisch (sinds 1950 zijn er polders aangelegd etc.). In de huidige EKI zijn vooralsnog geen aquatische soortgroepen opgenomen in de beoordeling van kwaliteit.

- De veelheid van en verscheidenheid aan verschillende typen indicatoren/graadmeters waarover in het kader van de Natuurplanbureau een uitspraak gedaan moet kunnen worden, vereist de inzet van een uitgebreid en flexibel modelinstrumentarium, waarmee informatie verkregen kan worden over verschillende beleidsdoelen en bedreigingen. Voorgesteld wordt om uit te gaan van modellen die in principe geschikt zijn (of voor de NVK2001 geschikt te maken zijn) voor een EKI-achtige aanpak waarbij gewerkt moet kunnen worden met referentiebeelden, streefbeelden en een 'distance to target'-schatting gemaakt moet kunnen worden. Het modelleninstrumentarium wat betreft Natuur zou daartoe liefst uitspraken moeten kunnen leveren over de toestand/ontwikkeling van soorten vaatplanten, vogels en aquatische macrofauna (zie ook indicatoren/graadmeters voor natuurkwaliteitsaspecten in doelstelling NEM, EKI en MKGR, Reiling et al., 1998) als mede over de oppervlakte van de daarbij behorende natuurdoeltypen (zie ook kwantiteitsaspecten t.a.v. natuur in NEM, EKI en MKGR), bedreigingen/oorzaken van fysieke druk hierop en over de effectiviteit van reeds gebruikte of mogelijk te gebruiken beleidsmaatregelen. Wat betreft Landschap zou tenminste informatie geleverd moeten worden over aardkundige waarden, cultuurhistorische waarden, visueel-ruimtelijke waarden en belevingswaarden alsmede over de bedreigingen. Bosmodellen zouden daarnaast informatie moeten kunnen aanleveren over houtproductie aspecten.

5. Modellen Natuur, Landschap en Bos

Alvorens te starten met een inventarisatie en een keuze van de beschikbare modellen zal in dit hoofdstuk worden ingegaan op de algemene modeleisen, die idealiter gesteld zouden moeten worden aan het modelinstrumentarium voor het Natuurplanbureau. Deels volgen deze modeleisen uit de in hoofdstuk 2 benoemde knelpunten bij het modelgebruik voor de Natuurverkenningen 1997.

5.1 Modeleisen

Idealiter zouden de modellen zoveel mogelijk moeten voldoen aan de volgende voorwaarden, hoewel daarbij bedacht moet worden dat verschillende voorwaarden op gespannen voet met elkaar kunnen staan:

- **Beschikbaarheid van een operationeel model voor de Natuurverkenningen in 2001.** Tot 2000 kan nog gewerkt worden aan modelontwikkeling/verbetering.
- **Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor toekomstige ontwikkelingen en verbeteringen.** Het model moet daartoe zoveel mogelijk **wetenschappelijk geaccepteerd, onderbouwd, gevalideerd en beschreven** te zijn. Het model moet echter een **transparante** structuur hebben en niet onnodig complex zijn. Acceptatie, onderbouwing en validatie zijn met name van belang voor de betrouwbaarheidseisen die gesteld moeten worden aan de modelresultaten. Wetenschappelijk draagvlak en documentatie zijn van belang voor het vergroten van de mogelijkheden voor validatie en modelverbetering en -uitbreiding. Tevens schept de aanwezigheid van een directe koppeling met ondersteunend basisonderzoek de mogelijkheid voor **toekomstige modelontwikkelingen** en verbeteringen.
- **Aansluiting op indicatoren/graadmeters.** Vervolgens dienen de modeluitkomsten de toestand van verschillende indicatoren zo goed mogelijk te beschrijven, alleen dan kunnen de modellen ook praktisch gebruikt kunnen worden om de veranderingen van de indicatoren te voorspellen en daarmee het nationale (natuur)beleid te evalueren. **Flexibiliteit in de modeluitkomsten** is noodzakelijk om een zo goed mogelijke aansluiting op de indicatoren te (blijven) garanderen. Voor het graadmetersconcept wordt gewezen op de wenselijkheid verandering in de natuur te waarderen door de relatieve afstand ('distance to target') te berekenen ten opzichte van een systematisch opgezet, door het beleid te sanctioneren referentie- en streefbeeld, b.v. in termen van aantal ha natuurdoeltype en aantal broedparen van een vogelsoort in een bepaald gebied. Zolang het beleid nog geen operationele streefbeelden heeft ontwikkeld -de in voorbereiding zijnde gebiedbeleidsvisies zouden wellicht de basis kunnen vormen-, kan gewerkt worden met waarderingsmethoden gebaseerd

op gewichten per soort, b.v. (inter)nationale zeldzaamheid en de trend ontwikkeling. De waarderingsmethode voor model en meetnet is hetzelfde, maar het aantal soorten in een meetnet is vanwege de kosten aanzienlijk lager dan in de modellering. De waarderingsresultaten kunnen samengevat worden in een nationale of regionale Ecologische Kapitaal Index die, tezamen met economische en sociologische indices, een globale indicatie geeft van het relatieve welzijn van de mens in Nederland in de loop der tijd of relatief ten opzichte van andere landen (naar analogie van de Wereldbank).

- **Aansluiting op nationaal beleid.** Het natuurplanbureau zal zich veelal richten op het evalueren van beleidsaspecten op **nationale (of super-regionale) schaal**, waardoor het van belang is dat de modeluitkomsten ook gepresenteerd kunnen worden op dit schaalniveau.
- **Gedetailleerd rekenniveau.** Om zinnige uitspraken te kunnen doen over de veelal kleinschalige, versnipperde verdeling van natuur in Nederland is een voldoende **gedetailleerd rekenniveau** vereist. Hoewel het noodzakelijk rekenniveau sterk af hangt van de specifieke eisen die gesteld kunnen worden aan de modellering van de verschillende indicatoren/systemen, is voor m.n. terrestrische systemen een rekenniveau op basis van (minimaal) **250 x 250 meterhokken** zeer wenselijk (en veelal ook praktisch haalbaar). In mariene systemen zal een dergelijk fijnschalig detailniveau minder wenselijk zijn.
- **Aansluiting op belangrijke nationale milieuthema's.** Ten behoeve van de beleidsondersteuning dienen de effecten van **verschillende nationale milieuthema's** op de verschillende indicatoren zoveel mogelijk beschouwd te worden (**gevoeligheid t.a.v. de Ver-thema's**). Het model moet de **beleidsrelevante en belangrijke** milieuproblemen (afhankelijk van grootte- en oppervlakte- effect) kunnen beschouwen en niet slechts één of enkele al dan niet dominante drukfactoren. Wenselijk is dat de effecten van de relevante milieuthema's zoveel mogelijk gelijktijdig en in onderlinge samenhang beschouwd kunnen worden, zodat de effecten ook in volgorde van **belangrijkheid** geëvalueerd kunnen worden (hetgeen de **transparantie** van de modeluitspraken zal verbeteren). Van belang zijn vooral verdroging, vermessing, verzuring, versnippering (w.o. ruimte) en (terrein)beheer. Enerzijds zou gekozen kunnen worden voor een vorm van **multistressmodellering**, waarbij per definitie de gezamenlijke invloed van de relevant geachte milieuthema's gelijktijdig gemodelleerd wordt. Anderzijds zou dit kunnen gebeuren door het gebruik van modelinvoer gegenereerd door verschillende toeleverende modellen, die elk afzonderlijke deelaspecten van de verschillende milieuthema's beschouwen. Ook op dit punt is **flexibiliteit van de modeluitkomsten** noodzakelijk om zo goed mogelijk aan te sluiten op de verschillende milieuthema's.
- **Aansluiting op integrale waarderings- en specifieke beleidsdoelstellingen.** De modeluitvoer dient zoveel mogelijk gebruikt te kunnen worden voor **integrale (natuur)waarderings-methodieken** (zoals de **EKI**), zodat op nationale schaal de verschillende aspecten van Natuur, Bos of Landschap intergraal geëvalueerd kunnen worden.

Voor aansluiting met de EKI moeten daartoe met de modellen of de daarin gebruikte methodieken streefbeeld en voor de indicatoren afgeleid kunnen worden. Daarnaast dient voor een optimale beleidsondersteuning met het model ook zoveel mogelijk geschikt te zijn voor het modelleren van **specifiek omschreven beleidsdoelstellingen** bijvoorbeeld in termen van beschermingsniveau's van zeldzame soorten, doelsoorten en/of natuurdoeltypen in het kader van Natuur. Wederom is **flexibiliteit in de modeluitkomsten** een vereiste om aan te kunnen sluiten op de (nog deels vorm te geven) integrale indicatoren en de verschillende beleidsdoelstellingen.

- **Praktische toepasbaarheid.** Gezien de toepasbaarheid moeten de modeleisen ten aanzien van de **data behoefte zo laag mogelijk** zijn, alleen dan zullen de veranderingen in de indicatoren daadwerkelijk gemodelleerd kunnen worden voor geheel Nederland. Gedetailleerde landsdekkende informatie is immers nog veelal niet voorhanden, hoewel in het algemeen de behoefte aan dergelijke invoerdata erg groot is/blijft. Aangezien in het kader van de natuurplanbureaufunctie ook (ad-hoc) ondersteuning gegeven moet kunnen worden aan beleidsafwegingen, is een **korte rekenduur (incl. voorbereidingstijd, met name van belang bij adhoc vragen aan het Natuurplanbureau)** veelal noodzakelijk. Gesteld kan worden dat de gehele vraag-antwoord-keten in niet langer dan een week geheel doorlopen zou moeten kunnen worden. Van primair belang daarbij is een **goede stroomlijning van de koppeling** tussen de modellen, alsmede de beschikbaarheid van voldoende **documentatie en gebruikershandleidingen**.

- **Aansluiting op meetnetten.** Gezien de beperkte beschikbaarheid van de noodzakelijke landelijke modelinvoer is het wenselijk dat de modellen zo goed mogelijk aansluiten op de aanwezige landelijke meetnetten, zoals b.v. vormgegeven binnen het **NEM** (Netwerk Ecologische Monitoring). Daarnaast is het voor het planbureau van belang dat de meetnetten en modellen zoveel mogelijk uitspaken doen is vergelijkbare grootheden. In dat kader moet opgemerkt worden dat in het NEM primair wordt gekozen voor het soortniveau (aandachtssoorten). Naast verbetering van de consistentie tussen modellen en meetnetten schept de aansluiting ook mogelijkheden voor **verbetering en verfijning van de modelinvoer** en voor **ijking en validatie** van de modellen/modelketens. Tevens bevordert een dergelijke aansluiting de mogelijkheden voor stroomlijning van de verschillende inspanningen ten behoeve voor het natuurplanbureaufunctie. Op voorhand moet echter wel geconstateerd worden dat de bestaande meetnetten veelal niet de primaire data behoefte van de modellen dekken (zeker qua ruimtelijke dekking) hetgeen verbetering behoeft. Momenteel zal de data uit meetnetten voornamelijk ingezet kunnen worden voor validatie van trendanalyses van modellen (i.p.v. voor modelparametrisatie).

- **Aansluiting op modellen en standaardisatie van model- en gridschaal.** Om de veelal complexe en samenhangende effecten op de natuur te kunnen evalueren is een **samenhangend modelinstrumentarium** noodzakelijk waarmee de gehele ingreep-effect

keten zo volledig mogelijk beschreven kan worden. Van belang daarbij is dat de verschillende modellen elkaar waar nodig aanvullen en ondersteunen, zodat een **consistent** beeld verkregen wordt van de veranderingen in de natuur. Het verkrijgen van modelconsistentie is daarbij echter geen doel op zich maar een wenselijk eindstadium. Allereerst moet ondersteuning en consistentie verkregen worden op het niveau van de **modelleninvoer** (vergelijkbare schematisatie, schaalniveau e.d.), hetgeen ook de stroomlijning van de modellen/modelketens zal vereenvoudigen. Daarnaast is het in dit kader van belang dat in de modellen de verschillende **functionele eenheden** (b.v. scheiding tussen de eenheden grondwater, bodem en vegetatie) in de beschouwde ingreep-effect keten zoveel mogelijk herkenbaar zijn als afzonderlijke elementen (ondanks de gemodelleerde wisselwerking tussen de verschillende elementen). Dit vereenvoudigt de koppeling tussen de verschillende modellen en voorkomt dubbeltelling van effecten.

• **Flexibiliteit in modelleninvoer** ten aanzien van vergroting aansluitingsmogelijkheden op verthema's, effecten, beleidsdoeleinden en graadmeters. Voor het aspect Natuur zal hiertoe liefst zoveel mogelijk uitspraken gegenereerd moeten worden op **soortsniveau**, waarna d.m.v. een aggregatiestap naar uitspraken over doelsoorten ook uitspraken gedaan kunnen worden over o.a. natuurdoeltypen en/of natuurwaarde. Wanneer uitspraken op soortsniveau niet haalbaar zouden zijn zou teruggevallen kunnen worden op ondersteunende indicatoren/graadmeters op het niveau van ecotopen en/of ecosysteemtypen. Hierbij dienen de eenheden wel zoveel mogelijk goed en eenduidig gedefinieerd te worden en waar mogelijk zelfs beschreven in termen van groepen van soorten.

Deze algemene modeleisen kunnen worden samengevat in tabel-vorm (tabel 5), op basis waarvan de verschillende modellen kunnen worden vergeleken. Deze tabel is gebruikt om de score van de verschillende modellen ten aanzien van de modeleisen te beschrijven (--: slecht, -: onvoldoende, -/+: matig, +: voldoende, ++: goed) en onderling te vergelijken. Hierbij is uitgegaan van de modelbeschrijvingen zoals weergegeven in de bijlagen. Duidelijk zal zijn dat de score voor de verschillende modeleisen niet allemaal even zwaar zullen tellen. Van belang zijn met name de eisen op het gebied van beschikbaarheid voor de Natuurverkenningen 2001 en de beleidsrelevantie (waaronder aansluiting met indicatoren/graadmeters, natuurwaarderingsindices, beleidsniveau, milieuthema's). De score op b.v detailniveau (waaronder gridgrootte) is veelal van minder belang.

Tabel 5. Tabel waarmee de verschillende voorspellingsmodellen (met name ex ante evaluaties voor het fysieke domein) kunnen worden vergeleken.

Modeleisen	Score		
		Model 1	enz.
Beschikbaarheid voor NVK2001	Meestal goed wanneer al gebruikt voor eerdere verkenningen		
Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	Meestal goed wanneer het model gevalideerd is en wanneer wordt gewerkt aan ontwikkelingen		
Aansluiting op indicatoren/graadmeters	Goed wanneer het model aansluit bij verschillende indicatoren, hierdoor zijn veelal uitspraken op het niveau van afzonderlijke soorten vereist (ook wenselijk voor aansluiting met EKI-benadering). Voor ondersteunende indicatoren/graadmeters zou vooralsnog teruggevallen kunnen worden op een hoger aggregatieniveau		
Aansluiting op integrale indexwaarden (zoals b.v. de EKI)	Goed wanneer de uitvoer van het model in de toekomst gebruikt kan gaan worden voor EKI-achtige waarden (combinatie van maten voor areaal en voorkomen van soorten t.o.v. streef- en referentiebeelden)		
Aansluiting op nationaal beleidsniveau	Goed wanneer het model uitspraken doet op nationaal niveau of op niveau van grote elementen daarbinnen.		
Aansluiting op verschillende en belangrijke multistresses (vooral verdroging, vermesting, verzuring en invloeden van ruimtelijk- en terreinbeheer).	Goed wanneer het model bruikbaar is om voor verschillende milieuthema's gelijktijdig en naar belangrijkheid (multistress modellering) uitspraken te doen (een vergiftigingsmodel voor 1 soort en 1 stof zal hier meestal slecht scoren)		
Aansluiting op Meetnetten (zoals NEM)	Goed wanneer nu al gebruik gemaakt wordt van gegevens uit (nationale) meetnetten (ook van belang t.a.v. aansluiting op soortsniveau)		
Aansluiting met andere model(lijnen)	Goed wanneer de koppeling met voor en achter geschakelde modellen soepel verloopt		
Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	Goed wanneer met de variabele modeluitvoer aansluiting wordt verkregen op verschillende indicatoren (voor natuur terrestrisch veelal gedefinieerd op het soortsniveau) en graadmeters/EKI		
Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie/ rekenduur e.d.)	Goed als gebruikers-handleidingen aanwezig zijn en de tijd tussen vraag en antwoord beperkt is (max. 1 week)		
Detail niveau (waaronder gridgrootte/termijn)	Voor Natuur terrestrisch, Bos en Landschap goed als een niveau van ca. 250x250 n worden en een tijdstap van een jaar gehaald kan worden.		

5.2 Modellen Natuur

Ten aanzien van de landelijke modellen voor Natuur is een onderverdeling gemaakt in modellen voor Fauna Terrestrisch, Vegetatie Terrestrisch, Mariene Ecologie en Aquatische Ecologie. Voor al deze taakvelden bestaat een aantal verschillende voorspellingsmodellen (tabel 6), hoewel het aantal en de mate van uitwerking sterk variëren per taakveld.

Tabel 6. Lijst met primair landelijke modellen voor Natuur. ¹: Momenteel bestaan plannen of wordt al gewerkt aan implementatie in de omgeving van de Natuurplanner ²: Nog geen operationele versie. Regionaal/ecosysteem specifieke modellen zijn niet in deze tabel opgenomen maar worden, wanneer relevant voor het planbureau, soms wel in verschillende paragrafen behandeld.

Taakveld	Modellen	Soortengroep
Fauna Terrestrisch	LARCH ¹	De meeste broedvogels (enkele zoogdieren, amfibieën, reptielen en insecten)
	LEDESS-SHAPE	Een groot aantal vogels (en enkele zoogdieren en insecten)
	METAPHOR GRID/POLYWALK	Enkele vogels, zoogdieren en amfibieën M.n. enkele specifieke zoogdieren
	MORRES EKOS	Selectie van vogels, zoogdieren, amfibieën, reptielen Idem
Vegetatie Terrestrisch	PAF (PAK-DS/PAF-KOF) CATS ROBOT	Vooraf bodemfauna Verschillende voedselwebniveau's Verschillende voedselwebniveau's
	SMART/MOVE DEMNET NTM3 LEDESS-VEG	Plantensoorten Aquatische en natte ecotoopgroepen Natuurwaarde van terrestrische vegetaties Ecotopen (c.q. fysiotopten en vegetatiestructuurtypen)
	SUMO FORGRA/FORSPACE	Vegetatiestructuur Bos
	RAM	Zeezoogdieren, vogels, vissen, bodemdieren, algen, zooplankton en wieren/zeegras
Mariene Ecologie	EcoWasp FLATFISH GEM 2DH/MANS Ecotopen*GIS/HABIMAP DEplete HabibN Salicornia	Algen/primaire producenten Schol en tong (voor met name visserij) Algen en biomassa in voedselwebniveau's Algen en biomassa in voedselwebniveau's Ecotopen Vogels en schelpdieren in getijdegebieden Vogels en schelpdieren Pioniersvegetaties in getijdegebieden/kwelders
	AQUACID ¹ RISTORI ² PCStream/PCDitch/PCLake ¹	Vegetaties van vennen (m.n. gidssoorten) Macrofauna en waterplanten in kleine wateren Biomassa van m.n. waterplanten in beken, sloten en ondiepe meren (met tzt vertaling naar soorten)
	DEMAQUA ² /DEMNET ECOMIJ	Aquatische ecotoopgroepen Aquatische ecotopen (ecotopenonderklasse)
	EKOS MORRES	Selectie van waterplanten, vissen, insecten, vogels, zoogdieren en amfibieën/reptielen Idem
Aquatische Ecologie	CATS ROBOT	Voedselwebniveau's (plankton en vissen) Voedselwebniveau's

5.2.1 Fauna Terrestrisch

5.2.1.1 Modelconcepten

Overzicht en typering van de modellen

Voorzover bekend zijn er in Nederland negen modellen die één of meer aspecten van de terrestrische fauna modelleren op regionale tot landelijke schaal. Terrestrisch is hier ruim opgevat; alle organismen die geheel of een deel van hun levens- en/of jaarcyclus niet van het aquatisch milieu afhankelijk zijn. Sommige modellen beoordelen zowel de terrestrische als de aquatische fauna en/of aspecten daarvan. De modellen zijn kort gekarakteriseerd aan de hand van een aantal voor de onderhavige studie relevante kenmerken (zie bijlage 2). Er bestaan vrij grote verschillen in de modelconcepten en de toepassingsmogelijkheden. Daarom zijn de modellen eerst nader gepositioneerd aan de hand van het eerste voorlopige concept Graadmeters Biodiversiteit Terrestrisch dat is opgesteld in het kader van Programma Natuurplanbureau. Dit leidt tot vier clusters van modellen (zie ook tabel 7):

- **Landelijke breed toepasbare modellen** op basis van soorten.
- **Landelijk beperkt toepasbare modellen** veelal mechanistische simulatiemodellen voor een beperkt aantal soorten die ondersteunende en/of aanvullende informatie geven op de uitvoer van de breed toepasbare modellen.
- **Gebieds- en/of op regiogerichte modellen** voor het beoordelen van ecosystemen op basis van veelal een beperkt aantal specifieke soorten (niet alleen faunasoorten).
- **Bedreiging specifieke modellen** voor één of enkele specifieke soorten en/of ecosystemen (zoals bijvoorbeeld (door)vergiftigingsmodellen).

De modelconcepten worden per cluster besproken, waarbij om praktische redenen de eerste twee clusters, de landelijk toepasbare modellen, zijn samengevoegd. Vanwege de gebruiksmogelijkheden krijgen de modellen die breed toepasbaar zijn en/of aansluiten bij het nationale beleidsniveau de meeste aandacht. Vervolgens wordt kort ingegaan op relaties tussen modellen van verschillende clusters. Voor de uitgebreide modelbeschrijvingen zie bijlage 2. Daarnaast is ook nog een korte verkenning uitgevoerd van beschikbare modellen in het buitenland. Deze worden kort besproken in relatie tot de hiervoor gegeven typering.

Tabel 7. Positionering faunamodellen op basis van soortgericht, ecosysteemgericht, schaal.

Model	Soort					Ecosysteem			Beleidsniveau	
	1 habitat draag- kracht	2 bereik- baar- heid	3 duur- zaam- heid	4 diversiteit (doel)- soorten	5 milieu thema	6 bijdrage doel- soorten	Kwaliteit Milieuthema's		9 landelijk	10 gebied en/of regio gericht
							7 met soorten	8 randvoor- waarden		
1. Landelijk breed toepasbaar										
LARCH	X	X(X)	X	X	-	-/X	-		X(X)	X
LEDESS-SHAPE	X				-	-	-		X(-)	X
2. Landelijk specifiek toepasbaar										
METAPHOR	(X)	X(X)	X		-	-	-		X(X)	X
POLY/GRIDWALK	(X)	X			-				X(X)	X
3. Gebied/regio specifiek										
MORRES	X				-		-/X			X
EKOS	X				-		-/X			X
4. Bedreiging specifiek										
CATS								-		X
PAF					-		-		X	X
ROBOT					-		-			X

Toelichting

1. X = habitatdraagkracht wordt in model beschouwd, (X) = beschouwd door invoer uit andere modellen
2. X = bereikbaarheid wordt in model beschouwd, (X) = in model ingebouwd
3. X = duurzaamheid wordt in model beschouwd
4. X = diversiteit soorten wordt in model beschouwd
5. - = niet alle milieuthema's worden beschouwd
6. X = bijdrage doelsoorten aan ecosysteem wordt in model beschouwd, - = beschouwd te weinig soorten
7. X = ecosysteemkwaliteit/milieuthema's wordt in model beschouwd met soorten, - = beschouwd te weinig soorten of niet uitgewerkt
8. - = ecosysteemkwaliteit/milieuthema's wordt in model beschouwd o.b.v. een beperkt aantal randvoorwaarden
9. X= geschikt voor landelijk beleidsniveau, (X) = ook op regionale schaal weer te geven
10. X = geschikt voor gebieds- en/of regio-gericht beleidsniveau

Landelijk toepasbare modellen (cluster 1 en 2)

De twee breed toepasbare landelijke modellen, LARCH en LEDESS-SHAPE hebben het karakter van een expertsysteem. Vanwege het relatief grote aantal soorten dat wordt beoordeeld moeten de modelparameters in veel gevallen geschat worden op basis van expertkennis of via extrapolatie vanuit soorten waar wel veel over bekend is. De habitat kwaliteit wordt vooral gerelateerd aan 'begroeiingstypen' (vegetatiestructuur + abiotische kenmerken). De mechanistische modellen POLYWALK/GRIDWALK geven een aanvulling op de uitkomsten van LEDESS-SHAPE m.b.t. de bereikbaarheid, zij het voor een beperkter aantal soorten. Het mechanistische model METAPHOR heeft het hetzelfde bereik als LARCH, maar geeft voor een beperkter aantal soorten nauwkeuriger en meer uitgebreide uitvoer.

LEDESS-SHAPE concentreert zich vooral op het modelleren van het geschikte habitatpatroon van indicatorsoorten of soortengroepen op basis van ecotopen. Met ruimtelijke regels worden vervolgens samenhangende leefgebieden (lokale populaties) onderscheiden. Hiermee worden vervolgens allerlei relevante graadmeters bepaald. Voor het bepalen van de lokale duurzaamheid van onderscheiden leefgebieden (wel of geen grote c.q. kernpopulatie) wordt gebruik gemaakt van voorlopige richtlijnen opgesteld voor het LARCH model. De uitvoer van LEDESS-SHAPE in de vorm van het geschikte habitatpatroon dient vervolgens als invoer voor de mechanistische modellen POLYWALK/GRIDWALK die de dispersie simuleren. Deze wordt bepaald door weerstand van het landschap, barrières en corridors. De basisinvoer hiervan bestaat uit bereikbaarheidskaarten. Het aantal soorten dat kan worden beoordeeld is beperkter dan voor LEDESS-SHAPE en betreft niet vliegende soorten. De resultaten van beide modellen worden niet geïntegreerd.

LARCH kent twee hoofdmodules. Eerst wordt het geschikte habitatpatroon van soorten gemodelleerd om vervolgens met een ruimtelijke analyse de kans op duurzaam voortbestaan van populaties van soorten te beoordelen. De tweede stap omvat eerst het onderscheiden van lokale populaties die daarna met behulp van dispersieregels worden samengevoegd tot één of meer netwerkpopulaties. De kans op duurzaam voortbestaan wordt bepaald voor netwerkpopulaties. Daarnaast worden lokale populaties binnen netwerken onderscheiden in kernpopulaties en kleine populaties. Kernpopulaties zijn vrijwel altijd bezet en de aanwezige aantallen benaderen de draagkracht; kleine populaties zijn niet altijd bezet en de gemiddeld aanwezige aantallen zijn (veel) lager dan de draagkracht.

Een belangrijk verschil met de combinatie LEDESS-SHAPE en POLYWALK/GRIDWALK is dat in LARCH de dispersiemodellering een integraal onderdeel uitmaakt van de totale modellering. De dispersiemodellering is wel eenvoudiger dan in POLYWALK/GRIDWALK maar daardoor is het aantal soorten dat kan worden beoordeeld veel groter.

Het dynamische populatiemodel METAPHOR maakt gebruik van de habitatmodellering van LARCH. De stap voor het onderscheiden van lokale populaties is ook gelijk. De kans op duurzaam voortbestaan van populaties van soorten wordt bepaald door het aantalsverloop in de tijd te simuleren. Daarbij wordt rekening gehouden met ruimtelijke relaties tussen de

lokale populaties via het modelleren van de dispersie. De uitvoer is uitgebreider en gedetailleerder dan bij LARCH, zowel per lokale populatie als voor een ruimtelijk samenhangend stelsel van lokale populaties. Omdat het model veel parameters kent, is veel detailkennis van soorten nodig. Hierdoor is het aantal soorten dat kan worden beoordeeld beperkt. Met de METAPHOR-modellen worden inzichten verkregen die vertaald kunnen worden in eenvoudige rekenregels c.q. normen t.b.v. het LARCH-model. Experimenteel en empirisch onderzoek vormt op zijn beurt weer de basis voor het opstellen en kalibreren van de METAPHOR-modellen.

Een sterk punt van LEDESS-SHAPE is de geautomatiseerde koppeling aan het vegetatiemodel LEDESS-VEG en de abiotische module LEDESS-FYS. De ruimtelijke resolutie van 1x1 km (voor landelijke analyses) en de gedetailleerdheid van de gehanteerde begroeiingstypen die momenteel voor het landelijke schaalniveau geldt is echter wel een beperkende factor voor een uitbreiding met soorten die een beperkte home-range hebben. Bij gedetailleerdere invoerinformatie kan een gedetailleerder schaalniveau beschouwd gaan worden. Het LARCH model kent momenteel geen automatische koppeling met de uitvoer van een vegetatie(ontwikkelings)model. In beginsel is echter koppeling met de uitvoer van elk vegetatiemodel mogelijk, mits de eenheden aansluiten bij de eenheden waarmee LARCH werkt. Er zijn voorbeelden van een koppeling van LARCH met LEDESS-VEG op zowel regionale schaal (rivierengebied) als landelijke schaal (NVK 97). LARCH gaat voor het landelijk schaalniveau uit van een grid van 250x250 m en kan momenteel meer soorten aan dan LEDESS-SHAPE. Een koppeling van LARCH met het in ontwikkeling zijnde vegetatieontwikkelingsmodel SUMO is in voorbereiding (zie ook paragraaf 5.2.2 en 5.4). Koppeling met het ruimtelijk expliciete bosontwikkelingsmodel FORSPACE is gerealiseerd voor een aantal soorten.

De werkwijze van LEDESS-SHAPE en de habitatmodule van LARCH lijken sterk op elkaar. Het belangrijkste verschil zit in de basisinformatie die wordt gebruikt om de habitatmodellen op te stellen en te kalibreren. LEDESS-SHAPE maakt gebruik van in de literatuur beschreven informatie over de verspreiding en dichtheden van soorten. In LARCH wordt zoveel mogelijk uitgegaan van alle bestanden die aanwezig zijn bij de PGO's, zowel wat betreft de verspreiding als de dichtheid. Voor broedvogels is de werkwijze nu geautomatiseerd, waardoor verbeteringen en aanpassingen snel zijn uit te voeren.

Een ander verschil betreft het bepalen van de draagkracht van habitatplekken. LEDESS-SHAPE gaat uit van gemiddelde dichtheden zoals beschreven in de literatuur. Dichtheden kunnen echter variëren in de tijd. LARCH gaat daarom uit van dichtheden die gedurende een aantal jaren zijn gemeten om tot een zo goed mogelijke schatting van de draagkracht te komen. Voor broedvogels is deze procedure in samenwerking met SOVON geautomatiseerd.

Er andere overlap in de landelijk toepasbare modellen heeft betrekking op de dispersiemodellen POLYWALK/GRIDWALK en de dispersiemodellering in vooral METAPHOR. Er is een voorbeeld van het gebruik van GRIDWALK voor het modelleren van

de dispersie in een voorloper van het METAPHOR-model voor de Das. Een daarna uitgevoerde verkenning van de gebruiksmogelijkheden van POLYWALK/GRIDWALK voor METAPHOR heeft geleid tot het verder ontwikkelen van de dispersiemodellering in METAPHOR. Bovendien wordt POLYWALK/GRIDWALK niet meer verder ontwikkeld.

Gebied/regiospecifieke modellen

Naast de landelijke versie van LEDESS is er ook een gebiedsspecifieke versie (LEDESS-rivieren), waarin in samenhang met de abiotische modellen SOBEK en WAQUA o.a. landschappelijke effecten worden gemodelleerd in grids van 50 x 50 meter.

De modellen MORRES en EKOS zijn primair gericht op het beoordelen en vergelijken van de ecologische kwaliteit van gebieden in het rivierengebied, meren en de delta. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van hiervoor geselecteerde dier- als plantensoorten. Het modelconcept van MORRES is vergelijkbaar met dat van de habitatmodellering in LARCH en LEDESS-SHAPE zonder ruimtelijke analyse. De habitatkwaliteit wordt gerelateerd aan een ecotooptypen. EKOS is gedetailleerder dan MORRES en houdt voor sommige soorten/ecosystemen ook rekening met effecten van doorvergiftiging.

Voor het bepalen van het potentieel aantal broedparen in een gebied worden beschikbare gegevens uit de literatuur gebruikt. Er is geen directe koppeling met meetnetgegevens. Beschikbare dichtheden en draagkracht worden gelijk aan elkaar gesteld. Dit leidt echter vaak niet tot een goede benadering van de draagkracht (zie hiervoor de bespreking van LARCH). Het eindresultaat van beide modellen is niet gekalibreerd.

EKOS vraagt meer en gedetailleerdere invoergegevens dan MORRES en is daardoor minder breed inzetbaar. Er lijkt geen duidelijke overlap tussen beide modellen aanwezig.

Bedreigingspecifieke modellen m.n. voor verspreiding/vergiftiging

De CATS-modellen zijn een serie modellen waarin op basis van voedselwebrelaties (biomassa's, opnamesnelheden, diëten) de opname van toxische stoffen in de biota kan worden beschreven. Daarnaast wordt het abiotische lot van de betreffende contaminant (transport, afbraak, verdeling over compartimenten) in de berekeningen meegenomen. Het modelconcept is o.a. toegepast op cadmium in graslanden (CATS-1) en op een range van toxische stoffen in het aquatisch milieu (CATS-2). Het model sluit daarmee matig aan bij de gewenste informatie voor indicatoren en graadmeters op het gebied van Natuur, slechts voor enkele zeer specifieke ondersteunde indicatoren zou het model gebruikt kunnen worden. Met behulp van GIS-functionaliteiten zouden de landelijke doorvergiftigingsrisico's voor specifieke contaminanten en biota in beeld gebracht kunnen worden.

De Potentieel Aangetaste Fractie (PAF) schat welk deel van een beschouwde groep van soorten blootgesteld is aan een concentratie boven de No Observed Effect Concentratie. Onder beschouwde groep wordt verstaan de soorten van geheel Nederland; er wordt niet gekeken naar de voor de regio of plek specifieke soortensamenstelling. Voor chronische

blootstelling zal de PAF gekoppeld zijn aan lange-termijns verschuivingen in de soortensamenstelling; overigens wordt bij gebreke aan onderzoeksdata aangenomen dat in het algemeen de NOEC van chronische effecten een factor 10 verschilt met die voor acute effecten. Voor rechtstreeks blootgestelde bodemorganismen in experimentele studies is duidelijk geworden dat de PAF gekoppeld is aan het gehalte aan toxische stoffen (metalen, pesticiden) en lokale bodemeigenschappen (pH, organische stofgehalte). Een probleem bij de modelresultaten is de doorvertaling naar reële veldsituaties in het bijzonder bij terrestrische milieus, doordat de adsorptie- en omzettingsprocessen relatief veel invloed hebben op de toxiciteit. Voor verschillende fauna-doelsoorten die niet primair worden bedreigd door rechtstreekse blootstelling maar door doorvergiftiging is een ander concept gebruikt. Op basis van globale relaties tussen dieet en opname (met behulp van een vereenvoudigde CATS-benadering) is voor groepen van doelsoorten een doorvergiftigingsmodel gemaakt voor specifieke zware metalen. Met dit model wordt op landelijke schaal de PAF in beeld gebracht voor een aantal vogels en zoogdieren en voor planten, vlinders, libellen, reptielen en amfibieën. Nadeel van deze type modellen is dat voornamelijk de mate van geschatte blootstelling (of concentratie van b.v. zware metalen, bestrijdingsmiddelen of org. micrerverontreinigingen) in beeld gebracht wordt i.p.v. de directe betekenis voor de natuur (hiervoor zou het model wellicht beter geschikt kunnen zijn als voorgeschakeld abiotisch model). Onduidelijk is bijvoorbeeld in hoeverre de PAF zich verhoudt tot parameters voor sterfte, voortplanting en/of groei van populaties. PAF geeft daarmee meer een beeld van de potentiële abiotische druk dan van de ecologische effecten. Als gevolg van de beperking tot specifieke stoffen zijn de doorvergiftigingsmodellen daarbij niet geschikt om een compleet beeld te kunnen schetsen van het belang van de bedreiging door verspreiding in relatie tot andere bedreigingen. De potentiële aangetaste fractie (of andere maat voor toxische druk) voor een grotere groep van toxische stoffen b.v. zware metalen of bestrijdingsmiddelen, zou samen met abiotische milieufactoren zoals pH, grondwater e.d. als verklarende variabele (wanneer er sprake is van een significante bijdrage) meegenomen kunnen worden in statistische modellen georiënteerd op het gebruik van regressievergelijkingen (zoals bijvoorbeeld MOVE voor de terrestrische vegetatie; zie paragraaf 5.2.2). Met deze methode kan, in een multistress-benadering, vergiftiging vergeleken worden met effecten van o.a. verzuring en/of verdroging. Waarschijnlijk is dit voor m.n. aquatische situaties redelijk uitvoerbaar, gelet op de relatief grotere toxiciteit milieurisico's in waterig milieus en de bestaande data. Nog een andere, vruchtbare manier om verspreiding te beschouwen in onderling verband met andere Ver-thema's zou kunnen zijn om met behulp van de (door)vergiftigingsmodellen bijvoorbeeld de effecten op sterfte en/of populatiegroei te schatten met behulp van mechanistische populatiemodellen als METAPHOR. De resultaten hiervan kunnen dan vervolgens worden vereenvoudigd voor gebruik in een model als LARCH.

Het ROBOT model is een specifieke toepassing van doorvergiftigingsmodellering voor otters blootgesteld aan PCB's. Door de koppeling van een model voor de dechlorering van PCB's, een voedselwebmodel (diverse vissoorten) en een effectmodel (met name voortplantingssucces) kan zowel de huidige milieukwaliteit voor de otter worden voorspeld

als een vooruitzicht worden gegeven wanneer aan een minimale milieukwaliteit zal worden voldaan. Het model kan in principe voor een willekeurig watersysteem worden toegepast, het is tot op heden gevalideerd met metingen voor drie locaties in Nederland.

Relatie tussen de modellen van de verschillende modeltypen

Momenteel er is er geen afstemming bij het ontwikkelen en toepassen van de verschillende modellijnen zoals weergegeven door de clusters. Het betreft zowel overlap op het vlak van de habitatmodellering (voor het rivierengebied is bijvoorbeeld zowel LARCH, SHAPE-LEDESS als MORRES gebruikt) als koppelingsmogelijkheden tussen bijvoorbeeld de verschillende modellen.

Buitenlandse modellen

Buiten Europa wordt het natuurbeleid meestal geëvalueerd door gebruik te maken van grootscheepse inventarisaties, en te scoren hoeveel endemische, bijzondere, of indicatorsoorten, of hoeveel soorten in totaal (meestal vertebraten en vlinders, soms planten en andere ongewervelden als indicator zoals lieveheersbeestjes) voorkomen in de gebieden die een beschermde status genieten, of zouden genieten volgens een bepaald scenario (bij het verdwijnen van het gebied). In deze stroming (de term GAP analysis wordt gebruikt) maakt men zich niet druk om minimum-arealen of versnippering en bestaat de beste strategie eruit zoveel mogelijk verschillende habitats te behouden. Door voorbij te gaan aan het belang van ruimtelijke samenhang bestaat het gevaar dat weliswaar habitat van veel verschillende soorten behouden blijft, maar dat dit niet leidt tot een duurzaam behoud van biodiversiteit, doordat kleine populaties zullen uitsterven en geïsoleerde plekken niet opnieuw gekoloniseerd kunnen worden. Gebruikte termen zijn hot spots (van hoge biodiversiteit), core areas (grote gebieden met hoogste biodiversiteit), buffer zones (rond de grote gebieden met hoogste biodiversiteit) en satellites (kleine gebieden met hoge biodiversiteit). Allerlei modellen die zijn gebaseerd op de geïnventariseerde data, alsmede GIS-technieken bestaan als hulpmiddel.

Een andere stroming kijkt juist alleen naar één soort, meestal een sterk bedreigde soort - bijvoorbeeld de northern spotted owl, waarbij geprobeerd wordt om onder verschillende scenario's de duurzaamheid van de populatie te voorspellen. Hierbij is juist de totale draagkracht, of totale oppervlakte leefgebied, het belangrijkste criterium, en wordt soms ook gekeken naar de ruimtelijke samenhang. Met name in de Verenigde Staten en Australië wordt veel gewerkt met simulatiemodellen voor het voorspellen van effecten van beheersingrepen en andere menselijke invloeden (zoals stroperij, vaccinatie, uitzetten) op één soort. De benadering wordt PVA (Population Viability Analysis = duurzaamheidsbepaling) genoemd. Deze modellen zijn qua structuur, input en output het beste vergelijkbaar met het Nederlandse model METAPHOR maar missen de gedetailleerde dispersiemodellering. Daarentegen houden ze soms wel rekening met inteelt, uitzetten, jacht, e.d..

Voor zover bekend bestaan er buiten Nederland geen LARCH en LEDESS-SHAPE-achtige modellen die zich richten op meer soorten (biodiversiteit), maar dan wel via een procesmatige benadering (ruimtelijke samenhang), en een alternatief zouden zijn voor evaluatie van het natuurbeleid in Nederland.

Tot slot nog een opmerking over het gebruik van buitenlandse modellen. Nadeel van bijna elk buitenlands model is dat dit ontwikkeld is voor toepassing voor de aldaar aanwezige situatie en dominante milieuproblematiek. Daarom wordt bijvoorbeeld in landen met sterk heterogene milieus vooral gekeken naar het actuele voorkomen van bedreigde en/of endemische soorten, en in de Verenigde Staten naar de minimale omvang van grote, geïsoleerde natuurgebieden. De Nederlandse situatie vraagt met name om een benadering waarin ruimtelijke heterogeniteit en de samenhang centraal staan, waarbij voor het landelijk natuurbeleid indicatorsoorten worden gekozen van verschillende habitats en schaalniveau's. Het mag daarom niet verwonderlijk zijn dat er buiten Nederland naar ons weten geen modellen bestaan die voldoen aan de eisen die de Nederlandse situatie vraagt. Een ander aspect van de buitenlandse modellen is dat ze voor de gebruiker meestal een black box blijven, waarbij het moeilijk te achterhalen blijft hoe de invoer samenhangt met de uitvoer. De gebruiker krijgt bijvoorbeeld nooit de source code van het programma in handen. Dit nadeel geldt ook bijvoorbeeld voor modellen zoals MORRES en EKOS waarin deelmodellen gemaakt zijn door verschillende instanties (b.v. ingenieursbureaus) die niet allemaal inzicht geven in de gemaakte modelaannamen en beperkingen. Met modellen die meer vrijgegeven zijn of in eigen beheer zijn, is veel beter te achterhalen welke algoritmes er aan het model ten grondslag liggen, zodat bij onverwachte resultaten de modelberekening gevolgd kan worden en knelpunten kunnen worden opgespoord. In deze optiek zijn de buitenlandse modellen veel minder goed te valideren en te toetsen op bruikbaarheid. Desondanks wordt hieronder toch een kort overzicht gegeven van de veelgebruikte buitenlandse faunamodellen.

Een selectie veelgebruikte fauna-modellen:

ATLSS (Across Trophic Level System Simulation): complex individu-gebaseerd ruimtelijk model voor panters, herten, watervogels, vissen e.d. en de relaties daartussen in de Everglades, gekoppeld aan ELM. Gigantisch model dat alleen op supercomputer kan draaien met honderden parameters. Omvat alle aspecten van METAPHOR en GRIDWALK/POLYWALK, daarnaast ook predator-prooi interacties e.d..

INCI (Incidence function model): parameter-arm simulatiemodel ontwikkeld door Hanski (Finland) dat op grond van patronen van aan- en afwezigheid uitspraken doet over verwachte duurzaamheid. Nadelen: grote databehoeft; voorspellend vermogen voor de Finse situatie goed gebruik; voor Nederlandse situatie twijfelachtig. Vergelijkbaar Nederlands model: WINK (IBN-DLO; data nodig van minstens twee (opvolgende) jaren).

HAMS (Habitat Analysis and Modeling System) berekent habitatgeschiktheid en landschapsmaten voor als habitat geïnterpreteerde gridbestanden van vegetatietypen. Overlap met LEDESS-SHAPE en LARCH.

ALEX, VORTEX, RAMAS/metapop, GAPPS en INMAT zijn METAPHOR-achtige modellen voor duurzaamheidsbepaling, maar missen de detaillering wat betreft de beschrijving van verschillende aspecten van dispersie van METAPHOR. INMAT en VORTEX hebben het voordeel dat ze rekening houden met inteelt-verschijnselen (al is daar te weinig over bekend om realistische waarden voor de parameters te kiezen). Met name VORTEX is niet bedoeld, en niet toegerust, voor versnipperde populaties. ALEX heeft weliswaar een beter ontwikkelde dispersiemodule, maar de demografie is sterk vereenvoudigd. Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met het bestaan van twee geslachten.

In de RAMAS familie zitten nog meer telgen. Het pakket bestaat uit RAMAS/GIS, RAMAS/age, RAMAS/stage and RAMAS/metapop en beslaat het hele traject van GIS-bestanden via habitatgeschiktheid tot PVA (duurzaamheidsbepaling). Het is een model met vele input- en outputmogelijkheden. De gebruiker kan van alles zelf instellen zoals corridors, barrières. Per soort moet de gebruiker een groot aantal specifieke parameterwaarden invoeren, zodat het niet haalbaar is om een analyse voor een groot aantal soorten uit te voeren.

5.2.1.2 Beoordeling modellen fauna terrestrisch

De beoordeling aan de hand van de in paragraaf 5.1 besproken criteria beperkt zich tot de Nederlandse modellen die breed toepasbaar zijn en/of aansluiten bij het nationale beleidsniveau. Het resultaat is weergegeven in tabel 8 en de hierbij gegeven toelichting.

Tabel 8. Beoordeling van de faunamodellen die breed toepasbaar zijn en/of aansluiten bij het nationale beleidsniveau.

Beoordelingscriteria	Model					
	LARCH	LEDESS -SHAPE	METAPHOR	POLY- GRID WALK	PAF	ROBOT
1. Beschikbaarheid voor NV 2001	++	++	++	++	+	+
2. Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	++	+	++	±	+	+
3. Aansluiting op indicatoren/graadmeters	++	+	++	-	-	-
4. Aansluiting op natuurwaardering-methodieken (zoals EKI)	+	+	-	-	-	-
5. Aansluiting op nationaal beleidsniveau	++	++	++	++	++	+
6. Aansluiting op verschillende en belangrijke milieuthema's (multistress)	+(++)	+	+(++)	-	-	+
7. Aansluiting op Meetnetten (zoals NEM)	++	-	++	--	-	
8. Aansluiting met andere model(lijn)en	+(++)	++	+(++)	++	-	+
9. Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	++	++	++	+		
10. Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie/ rekenduur e.d.)	+(++)	++	+(++)	++	+	+
11. Detail niveau (waaronder gridgrootte)	++	+	++	+	+	+

Toelichting:

2. LEDESS-SHAPE wordt niet ondersteund door gericht eigen exp. onderzoek, POLY/GRIDWALK worden niet meer verder ontwikkeld.
3. zie tabel 1.
6. zie tabel 1
7. alleen LARCH en METAPHOR maken direct en structureel gebruik van meetnetgegevens
8. voor LARCH/METAPHOR wordt een goede aansluiting voorzien voor NVK 2001
9. ++ 250x250 m, + 1000x1000 m

Voorstel modellen voor kerninstrumentarium

Breed toepasbare modellen voor het nationale beleidsniveau

Breed toepasbare modellen die aansluiten bij het nationale beleidsniveau zijn het meest geschikt voor de Natuur- en Milieuplanbureau functie. Het betreft het model LARCH en de modellijn LEDESS-SHAPE_POLYWALK/GRIDWALK. Overwegingen ten voordele van LARCH zijn:

1. LARCH modelleert integraal alle relevante aspecten van habitatgeschiktheid (het model bezit echter geen afzonderlijke vegetatiemodule, maar kan aansluiten op het SMART/SUMO/MOVE-instrumentarium), bereikbaarheid tot en met de kans op het duurzaam voorkomen van (netwerk)populaties. LEDESS-SHAPE modelleert vooral de habitatgeschiktheid, draagkracht en, in combinatie met POLYWALK/GRIDWALK, ook de bereikbaarheid. Beide stappen worden echter niet geïntegreerd en POLYWALK/GRIDWALK kan niet alle soorten van LEDESS-SHAPE aan.
2. LARCH sluit beter aan bij indicatoren/graadmeters (met name gericht op biodiversiteit) en milieuthema's doordat het meer soorten en meer aspecten van soorten (zie 1) modelleert. Het hogere aantal soorten wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt, doordat LARCH gebruikt maakt van een fijner grid (250x250 m i.p.v. 1000x1000 m) en een meer gedetailleerde begroeiingstypologie dan LEDESS-SHAPE_POLYWALK/GRIDWALK.
3. LARCH is direct gekoppeld aan meetnetgegevens (geautomatiseerd voor broedvogels), terwijl LEDESS-SHAPE_POLYWALK/GRIDWALK gebruik maakt van beschikbare literatuurgegevens, waaronder inventarisaties van PGO's.
4. LARCH heeft een groter wetenschappelijk draagvlak en biedt meer perspectieven voor verdere verbeteringen en ontwikkelingen door een directe koppeling met gericht experimenteel onderzoek en simulaties met mechanistische modellen (METAPHOR). POLYWALK/GRIDWALK wordt niet meer verder ontwikkeld.

Een belangrijk voordeel van LEDESS-SHAPE is momenteel de integrale directe en automatische koppeling aan het vegetatieontwikkelingsmodel LEDESS-VEG. Voor LARCH is een automatische koppeling met een vegetatie-ontwikkelingsmodel niet aanwezig, maar is wel relatief eenvoudig te realiseren. Belangrijkste voorwaarde is dat de uitvoer van het vegetatieontwikkelingsmodel aansluit bij de begroeiingstypen die in LARCH worden gebruikt en dat gebruik wordt gemaakt van een gridgrootte van 250x250 m. Bij de ontwikkeling van het vegetatieontwikkelingsmodel SUMO die momenteel gaande is wordt hiermee rekening gehouden. Voordeel is dat de voorgestelde SMART-SUMO-MOVE-keten dan ingezet kan worden om de invoer voor LARCH te berekenen, waarmee een samenhangend model voor Vegetatie Terrestrisch en Fauna Terrestrisch kan worden verkregen. Milieuveranderingen (o.i.v. vermisting, verdroging e.d.), successie, beheer en versnippering kunnen dan geïntegreerd en in een ruimtelijke context doorgerekend worden op hun effecten voor vegetatiestructuur, plantensoorten en diersoorten. Een andere optie is dat

het LEDESS-VEG wordt aangepast. In NVK 97 bleek een koppeling van LEDESS-VEG met LARCH voor een gridgrootte van 1000x1000 m goed te werken. Momenteel wordt ook gewerkt aan de koppeling van het bosontwikkelingsmodel FORSPACE aan LARCH. Afstemming tussen al deze ontwikkelingen is van belang.

De belangrijkste overlap tussen LARCH en LEDESS-SHAPE betreft de habitatmodellering. Wanneer dit aspect afzonderlijk wordt beoordeeld dan heeft de werkwijze die gevolgd wordt in LARCH de voorkeur (zie de eerder genoemde punten 2, 3 en 4 ten voordele van LARCH). Het is wel wenselijk na te gaan in hoeverre de gehanteerde modelstructuur die in LEDESS-SHAPE wordt gebruikt voordelen biedt t.o.v. van die in LARCH. Een andere overlap betreft de dispersiemodellering, in LARCH geïntegreerd en in de LEDESS modellijn afzonderlijk in de modellen POLYWALK/GRIDWALK. De aanpak in LARCH is eenvoudiger dan in POLYWALK/GRIDWALK, maar het grote voordeel is dat in LARCH alle soorten worden gemodelleerd. Bovendien wordt de gevolgde werkwijze in LARCH binnenkort aanzienlijk verbeterd. POLYWALK/GRIDWALK wordt daarentegen niet verder ontwikkeld.

Overige landelijk toepasbare modellen

De breed toepasbare modellen zijn nog niet zover ontwikkeld dat alle milieuthema's en andere relevante aspecten kunnen worden beoordeeld. Door koppeling met de SMART/SUMO/MOVE-lijn zullen de effecten van verzuring, vermisting en verdroging op de kwaliteit van het habitat van de vogels integraal beschouwd kunnen gaan worden. Wanneer in MOVE de toxische druk (in de vorm van PAF) wordt meegenomen als mogelijke verklarende factor voor de toestand van de vegetatie kunnen ook de *indirecte* effecten (via habitatkwaliteit) op de fauna worden beschouwd. De directe effecten van b.v. doorvergiftiging op sterfte en geboorte zullen echter in de NVK 2001 waarschijnlijk nog niet integraal kunnen worden meegenomen. Verdere modelontwikkeling voor het thema verspreiding kan op dezelfde manier als bij MOVE door toxische druk (combi-PAF) mee te nemen als extra verklarende variabele in het regressiemodel voor de kans op voorkomen. De inzet van modellen met een beperktere reikwijdte zal dus voorlopig nodig blijven. De doorvergiftigingsmodellen geven echter in de meeste gevallen geen directe informatie over deze effectparameters. In dit verband is het zinvol na te gaan of de kennis die is opgebouwd in EKOS bruikbaar is. Effecten van vergiftiging zijn hier veel globaler aangegeven maar hebben wel betrekking op sterfte en geboorte. Er zijn echter geen uitspraken op populatieniveau te genereren. Demografische faunamodellen zouden de effecten van vergiftiging direct in beschouwing kunnen nemen. Dit is mogelijk te realiseren door een koppeling aan te brengen tussen doorvergiftigingsmodellen met het mechanistische ruimtelijke populatiemodel METAPHOR. Voor twee soorten die in EKOS zijn gemodelleerd (grote karekiet en boomkikker) zijn ook METAPHOR modellen aanwezig. Vooral nog wordt op basis van de huidige kennis de betekenis van vergiftiging in terrestrische milieus slechts van lokaal belang geacht, zeker gelet op de relatieve betekenis t.o.v. vermisting, verzuring, verdroging, versnippering en beheer. METAPHOR is ook inzetbaar voor andere vragen die

meer detail vragen dan LARCH. Dit kan echter maar voor een beperkt aantal soorten. Een afweging met andere modellen is niet aan de orde omdat er in Nederland geen equivalent is van METAPHOR. POLYWALK/GRIDWALK is wel te beschouwen als een equivalent voor de dispersiemodellering binnen METAPHOR. Vanwege redenen genoemd bij de breed toepasbare modellen heeft de dispersiemodule binnen METAPHOR echter de voorkeur.

Conclusie/voorstel tot besluit

Voorgesteld wordt om LARCH te gebruiken als kerninstrument voor het Natuurplanbureau, gekoppeld aan het voorgestelde kerninstrument voor de terrestrische vegetatie zijnde SMART/SUMO/MOVE (te integreren met DEMNAT). Verkend zou kunnen worden in welke mate de gebruikte modelstructuur voor de habitatmodellering in LEDESS-SHAPE voordelen biedt t.o.v. de huidige structuur zoals gebruikt in LARCH. Wat betreft het thema verspreiding/vergiftiging is het voorstel om de voorgenomen RIVM-studie in 1999 naar wenselijkheid en noodzakelijkheid van aparte doorvergiftigingsmodellen af te wachten. Voorts wordt aanbevolen om voor faunamodellen ook een risico-analyse uit te voeren die antwoord geeft op de vraag in welke mate, welke soorten en in welke systemen vergiftiging de gevoeligheid voor effecten van vermesting, verdroging, versnippering en beheer aanmerkelijk verhoogt.

5.2.2 Vegetatie Terrestrisch

5.2.2.1 Modelconcepten

Voor de vegetatie van terrestrische systemen bestaat een groot aantal verschillende modellen. Veel van deze modellen hebben een strikt lokale of regionale toepassing. Andere modellen hebben een veel groter toepassingsgebied en kunnen worden ingezet op super-regional, nationaal of zelfs mondiaal niveau.

Gezien het doel van deze modelleninventarisatie zal hoofdzakelijk stil worden gestaan bij de modellen die primair gericht zijn op het nationaal niveau. Buitenlandse modellen worden gezien de beperkte toepassingsmogelijkheden voor de Nederlandse situatie niet in beschouwing genomen.

Landelijk toepasbare modellen

In Nederland bestaat een viertal landelijke modellen:

- het multistressmodel SMART/MOVE, zoals geïntegreerd in de Natuurplanner,
- het ecohydrologische voorspellingsmodel DEMNAT,
- het voorspellingsmodel NTM3 voor de Nederlandse natuurwaarde van de terrestrische vegetatie.
- het vegetatiestructuur model LEDESS-VEG

Naast deze vegetatiemodellen wordt bij het IBN-DLO gewerkt aan het operationaliseren van de kennis uit 'De vegetatie van Nederland' in de vorm van een 'kennissysteem vegetatie' onder de naam SYNBIOSYS (Syntaxonomical Biological System). Het betreft vooral kennis die gepubliceerd is in de vijf delen Plantengemeenschappen van Nederland en het rapport 'Wegen naar Natuurdoeltypen'; hieraan wordt nog toegevoegd kennis over de kenmerkende combinatie van vegetatietypen per landschapstype. Het PC-systeem/model zal enigszins te vergelijken zijn met het Expert System Vlinder. Het project heeft een looptijd van 2 a 3 jaar en wordt gefinancierd door LNV en IKC-Natuurbeheer. Doel is om met behulp van een gebruikersvriendelijke interface de vegetatiekundige kennis te ontsluiten voor lokaal terreinbeheer. Het expert systeem gaat uit van de landelijke vegetatieopnamen data bank in beheer bij het IBN-DLO (Schaminée et al. 1998). De kern van het systeem vormt een identificatie programma waarmee een lijst plantensoorten kan toegewezen worden aan het meest verwante vegetatietype. Door gebruikmaking van de succesie- en vervangingsreeksen beschreven in het rapport 'Wegen naar natuurdoeltypen' (Schaminée et al. 1998) zal het mogelijk zijn om uitspraken te doen over de overgang van het ene type in het andere ten gevolge van autonome successie en/of globale ingreepaanduidingen in termen van

‘verschralen’ ‘beweiden’, ‘kappen’, ‘maaieren’. Anders dan bij de bovengenoemde voorspellingsmodellen zoals NTM, SMART/MOVE en DEMNAT betreft het hier een systeem voor lokale toepassingen en wordt er geen aansluiting op meer kwantitatieve abiotische voorspellingsmodellen beoogd noch op een waarderingsmethode/graadmeter. Als zodanig valt dit systeem buiten het kader van de landelijke voorspellingsmodellen voor vegetatie terrestrisch. Wel kunnen of worden onderdelen van dit kennissysteem zoals de landelijke dataset van vegetatie-opnamen en de vertaaltabellen van de prioritaire natuurdoeltypen naar de plantensociologische vegetatietypen (Schaminée et al. 1998) gebruikt in de verschillende voorspellingsmodellen.

De bovengenoemde voorspellingsmodellen vallen alle onder het type landelijke breed toepasbare modellen op basis van soorten, waarmee ook ecosystemen kunnen worden beoordeeld (cluster I, zie paragraaf 5.2.1). In de uitkomsten van DEMNAT, NTM zijn de soorten echter niet meer als afzonderlijk herkenbaar en in LEDESS-VEG wordt alleen gewerkt met soortengroepen.

SMART/MOVE is een landelijk voorspellingsmodel dat ontwikkeld is in een samenwerkingsverband tussen het SC en het RIVM. Het model bestaat uit een combinatie van een procesgeoriënteerde bodemmodel (SMART2) en een statistisch vegetatiemodel (MOVE), waarmee veranderingen in de vegetatiesamenstelling gemodelleerd kunnen worden in afhankelijkheid van scenario's voor verzuring, vermesting en verdroging. Uitgangsmateriaal van MOVE vormt de landelijke IBN-dataset van vegetatieopnamen (Schaminée et al., 1998). Een groot voordeel van het model ten opzichte van de andere twee modellen is de grote mate van flexibiliteit in de aard van de modeluitkomsten. Hierdoor is het model in staat is om voorspellingen te doen over vele typen indicatoren. De flexibiliteit is een direct gevolg van de keuze om in de gemodelleerde ingreep-effect keten duidelijk afzonderlijke functionele eenheden te definiëren. Zo zijn in de modellijn het grondwater, de bodem en de vegetatie steeds afzonderlijk herkenbaar. Daarnaast is binnen het bodemcompartiment een scheiding aangebracht tussen de verschillende beschouwde bodemprocessen en zijn in de vegetatie de verschillend reagerende plantensoorten afzonderlijk herkenbaar. Doordat gewerkt wordt met afzonderlijke plantensoorten kan dan ook informatie berekend worden over b.v. natuurdoeltypen, afzonderlijke doelsoorten en/of natuurwaarden. Daarnaast kunnen selecties gemaakt worden van soorten die gevoelig zijn voor specifieke bedreigingen, zodat de effecten van bedreigingen als gevolg van vermesting, verzuring en verdroging (en in de toekomst wellicht beheer en vergiftiging) inzichtelijk in beeld gebracht kunnen worden. Door de opzet is het mogelijk bewerking uit te voeren richting processen, bedreigingen en kansen, waardoor het model geschikt is voor normstelling en dominante stress analyse. Tevens is het in principe mogelijk om met behulp van de standaard modeluitvoer informatie te genereren voor de berekening van de EKI. Een ander voordeel is SMART en MOVE grotendeels geïntegreerd zijn binnen de omgeving van de Natuurplanner, hetgeen de onderlinge koppeling ten goede komt. Aangezien daarnaast ook wordt gewerkt aan implementatie van andere modellen (zoals b.v. LARCH voor vogels en

AQUACID, PCDitch, RISTORI voor macrofauna en waterplanten) binnen de Natuurplanner-omgeving wordt stroomlijning op een veel breder vlak verkregen.

Het grootste nadeel ten opzichte van expertmodellen zoals DEMNAT is de sterke, en momenteel moeilijk (optimaal) vervulbare, databehoeft van een procesgeoriënteerde model zoals SMART. Dit geldt met name voor de databehoeft op het gebied van de (eco)hydrologie. De gebruikte keuze voor de toch grofschalige schematisatie (op rekenniveau) van bodem, hydrologische- en ecologische eenheden (250 x 250 meter) is vooralsnog niet afdoende voor het op adequate wijze voorspellen van de toestand van fjnschalige natuur. Daarnaast heeft validatie zich nog voornamelijk beperkt tot onderdelen van de modellentrein (b.v. kansfuncties uit MOVE, relaties tussen abiotische factoren en milieuindicatiewaarden, e.d.), dit is echter een algemeen manco van de beschikbare modellen voor Vegetatie Terrestrisch. Een ander nadeel is dat de stikstofmodellering is SMART nog onvoldoende rekening houdt met de interactie tussen bodem en vegetatie, zodat o.a. beheersopties slechts zeer beperkt kunnen worden gemodelleerd. In samenwerking met het IBN-DLO en de LUW wordt momenteel gewerkt aan een verbeterde stikstofmodellering. Het gebruik voor ad-hoc beleidsondersteuning wordt bemoeilijkt, doordat de modellen SMART en MOVE vooralsnog draaien onder verschillende besturingssystemen en doordat SMART geen gebruikersvriendelijke interface kent die het mogelijk maakt om snel scenario's te veranderen. Ondanks deze praktische problemen zijn analyses momenteel nog wel redelijk snel te realiseren (runtime minder dan 30 min. voor heel Nederland).

DEMNAT is een landelijk ecohydrologisch voorspellingsmodel voor de aquatische, natte en vochtige natuur. Het model is ontwikkeld in een samenwerkingsverband tussen het RIZA, het RIVM, het CML en het Rijksherbarium. Het model beschouwt zowel abiotische als biotische veranderingen op standplaatsniveau, in afhankelijkheid voor de hydrologische scenario's voor grondwateronttrekkingen en inlaat gebiedsvreemd water. Als zodanig is het model primair ontwikkeld ten behoeve van het thema verdroging. Verzuring en vermisting worden alleen beschouwd voor zover deze door verdroging worden beïnvloed. Het grote voordeel van dit model boven SMART/MOVE en NTM is de beter uitgewerkte gebiedsschematisatie en de ijking met het model aan de hand van het huidige verspreidingspatroon van de vegetatie (kaart van aquatische, natte en vochtige ecotoopgroepen op basis van FLOBASE). Door middel van het gebruik van deze vorm van ijking zijn voor de modelparametrisatie van DEMNAT veel minder gegevens benodigd dan voor andere landelijke modellen.

Tegelijkertijd is als gevolg van deze keuze de betrouwbaarheid van de modelvoorspellingen sterk toegenomen. Nadeel is echter de starheid die hierbij ontstaan is ten aanzien van de modellering van herstel en/of natuurontwikkeling op plaatsen waar momenteel niet of nauwelijks natte natuur voorkomt (nu is slechts herstel te berekenen, wanneer er al sprake is van enge natuurwaarde van natte en/of vochtige ecotoopgroepen). Met behulp van dit model kan als gevolg van de ijking de huidige vegetatie en de verandering daarin in beeld worden gebracht. Nadeel van het model is de hoge mate van verwevenheid tussen de beschouwde functionele eenheden (verwevenheid tussen abiotische en biotische processen, en abiotische processen onderling), hetgeen evaluatie van bedreigingen bemoeilijkt. Daarnaast sluit als

gevolg van de mate van aggregatie van gepresenteerde modeluitkomsten (natuurwaarde en/of volledigheid van ecotoopgroepen, waarin de afzonderlijke plantensoorten niet meer herkenbaar zijn) het model minder goed aan op beleidsdoelen waarin wordt gesproken over voorkomen van doelsoorten en/of natuurdoeltypen. Recent is een vertaling gemaakt van ecotoopgroepen naar natuurdoeltypen zodat het in de toekomst mogelijk zal worden om met het model directer aan te sluiten op het beleid. Momenteel worden stappen genomen om de sterke kanten van SMART/MOVE en DEMNAT te integreren in een verbeterd nieuw gecombineerd modelconcept.

Het NTM is een landelijk voorspellingsmodel voor de natuurwaarde van de Nederlandse vegetatie. Voor landelijke effectberekeningen maakt het model evenals MOVE vooralsnog gebruik van het bodemmodel SMART, hoewel het daar net als bij MOVE niet toe beperkt is. Het model lijkt daarmee, qua beschouwde ingreep-effect keten, dan ook sterk op de SMART/MOVE-lijn. Hierdoor gelden ook de al eerder genoemde nadelen t.a.v. validatie, databehoeftes en stroomlijning veelal ook voor NTM. Daarnaast vormt als uitgangsmateriaal tevens de vegetatieopnamenset van Schaminée et al. 1998. Het grootste verschil met MOVE is dat de modelresultaten uit NTM per definitie worden uitgedrukt in termen van natuurwaarde van de vegetatie. Nadeel hiervan is dat het model niet de flexibiliteit van MOVE bezit ten aanzien van modeluitvoer, zodat minder eenvoudig aangesloten kan worden bij graadmeters voor beleidsdoelen en EKI. Deze beperking is dan ook het grootste nadeel ten opzichte van de SMART/MOVE-lijn. Voordeel van de aggregatie vooraf (c.q. uitkomsten in termen van natuurwaarde i.p.v. in termen van voorkomen afzonderlijke soorten) is waarschijnlijk de toename van de betrouwbaarheid van de modeluitspraken, aangezien door het combineren van informatie over afzonderlijke soorten de uiteindelijke foutenmarge waarschijnlijk zal worden verkleind. In de nieuwe waarderingsmodule van MOVE kan op een geheel analoge wijze als in NTM de soortensamenstelling achteraf vertaald worden naar de natuurwaarde (naast berekening van EKI-waarde voor de vegetatie). Aangezien daarnaast momenteel wordt gewerkt aan de implementatie van NTM binnen de Natuurplanner omgeving, zullen problemen op het gebied van de koppeling tussen SMART en NTM versoepelen.

LEDESS-VEG is de vegetatiemodule binnen de LEDESS-DSS. Bij de modelontwikkeling is gekozen om niet primair uit te gaan van beleidsindelingen (vorm en schaal) maar van ecotopen op basis van fysiotopen en vegetatiestructuur. Het beschouwde niveau van de vegetatie wijkt hiermee evenals bij DEMNAT af van de (beleids)indicatoren. Hoewel ook hier geldt dat bijvoorbeeld de ecotopen veelal te vertalen zijn naar de door IKC-geformuleerde natuurdoeltypen of naar andere indelingsstelsels. Het aggregatieniveau ligt echter niet op het afzonderlijk soortsniveau waardoor geen eenduidige uitspraken te genereren zijn over b.v. doelsoorten. Vergeleken met SMART/MOVE en NTM kunnen door LEDESS-VEG minder milieuthema's beschouwd worden. De nadruk ligt op de ontwikkeling van vegetatiestructuur in ruimte en tijd (als functie van m.n. bodem en hydrologie zoals in DEMNAT) met het oog op het kunnen beschrijven van de versnipperingseffecten van de

habitats van de fauna (LEDES-SHAPE). Beheer wordt in LEDESS-VEG geheel optimaal verondersteld (hetgeen een belangrijk nadeel kan zijn voor het oplossen van sommige beleidsvragen). Voordeel van LEDESS-VEG zijn met name de automatische koppeling aan LEDESS-SHAPE en de koppelingsmogelijkheden met in principe LARCH. Op het gebied van koppeling met dynamische abiotische standplaatsmodellen zijn de mogelijkheden beperkter, hetgeen de stroomlijning met milieumodellen bemoeilijkt. Probleem daarbij is dat in de nabije toekomst ook geen concrete projecten voor modelverbetering gepland zijn. Wel wordt momenteel gewerkt aan de koppeling met aquatische (dosis)modellen voor het rivierengebied. Een groot voordeel hiervan is dat de modellering van terrestrische systemen en aquatische systemen meer analogie zullen gaan vertonen. Een ander voordeel van het model is dat het modelconcept ook goed bruikbaar is voor toepassingen op verschillende schaalniveaus van lokaal tot landelijk, natuurlijk in afhankelijkheid van de schaal van de invoer. Voorts is een voordeel dat het model meer dan SMART/MOVE uitgaat van de huidige vegetatie (echter niet gebaseerd op waarnemingen van soorten zoals in DEMNAT), waarna met expert-oordelen de veranderingen hierin getaxeerd kunnen worden. Meer dan in DEMNAT kunnen echter ook ontwikkelingen in de vegetatiestructuur beschouwd worden, zodat de nadelen van het gebruik van huidige vegetatiekaarten minder sterk de mogelijkheden van het modelleren van herstel/natuurontwikkeling beperken.

Gebieds- en/of op regiogerichte modellen

Voor het modelleren van de terrestrische vegetatie van specifieke systemen bestaan zeer veel modellen (b.v. ECOMIJ, ECOMOD, GREINS, HYVEG, NICHE etc.). Deels zijn deze modellen ontwikkeld en geparametriseerd ten behoeve van de modellering van de vegetatie in een lokaal en specifiek gebied. Zo zijn bijvoorbeeld HYVEG en ECOMOD bijvoorbeeld specifiek ontwikkeld ten behoeve van de modellering van duinvegetaties in respectievelijk de duinen van Zuid-Holland en de Amsterdamse Waterleidingduinen. Nadeel van dergelijke modellen is toepassing buiten het beoogde gebied moeilijk te realiseren is gezien de grote databehoeve en de modellering van gebiedsspecifieke problemen. Voor de landelijke evaluatie van natuur en natuurbeleid heeft deze groep van modellen dan ook nauwelijks enige waarde. Naarmate het toepassingsgebied en het beschouwde aantal systemen toeneemt zal ook het aantal raakvlakken met de landelijke modellen toenemen. Modellen zoals GREINS, NICHE, ITORS en ICHORS beschouwen de vegetatie op regionale schaal en zijn daarmee bruikbaar voor het controleren en ijken van landelijke modellen.

Een andere groep van vegetatiemodellen richt zich niet primair op de modellering van een vegetatie in een specifiek gebied maar op het voorspellen van het gedrag van een systeem. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan modellen zoals HEATHSOL en ERICA die o.a. de ontwikkeling van heidesystemen voorspellen en modellen zoals NUCOM, SUMO, FORGRO en FORSPACE die bosontwikkeling of successie beschrijven (zie voor SUMO, FORGRO en FORSPACE paragraaf 5.4.1). Het nut van dergelijke modellen voor de landelijke voorspellingsmodellen is veel groter dan van de eerste groep. In de landelijk

modellen worden immers ook diezelfde systemen gemodelleerd. Modellen zoals NUCOM of SUMO kunnen dan ook gebruikt worden voor de berekening van systeemspecifieke modelparameters die in de landelijke modellering worden meegenomen. Daarnaast zouden deze modellen geheel kunnen worden geïncorporeerd in de landelijke modellen om nog niet beschouwde systemen in de landelijke modellering mee te nemen of de bestaande modellering te verbeteren. Momenteel wordt gewerkt aan verbetering van de stikstofmodellering in SMART door gebruik te maken van het successie- of vegetatiegroei model SUMO. Met SUMO wordt een dynamische vegetatie(structuur)ontwikkeling gemodelleerd in afhankelijkheid van de door SMART berekende abiotische bodemcondities (zie ook paragraaf 5.4.1). Daarnaast is de gemodelleerde vegetatiestructuurontwikkeling afhankelijk gesteld van het locale beheer (w.o. maaibeheer, begrazing, plaggen, e.d.).

5.2.2.2 Beoordeling en Keuze modellen Vegetatie Terrestrisch

Op basis van de modelbeschrijvingen (zie Bijlage) kunnen de modellen op basis van de opgestelde algemene modeleisen met elkaar vergeleken worden. Deze vergelijking heeft plaatsgevonden in tabel 5/9. Duidelijk is dat de score van de verschillende modellen niet sterk uiteenloopt, hetgeen niet verrassend is gezien het feit dat SMART/MOVE, NTM, DEMNAT en LEDESS-VEG al eerder zijn gebruikt voor de natuurverkenningen. Aangezien de modellen elkaar niet erg veel ontlopen wat betreft de modeleisen en de modellen toch ieder specifieke modeluitvoer genereren, vullen de modellen elkaar eerder aan dan dat ze primair concurrerend zijn. Het grootste verschil zoals al genoemd in paragraaf 5.2.2.1 is dat als gevolg van de flexibiliteit ten aanzien van de modeluitkomsten (met name als gevolg van de modellering op soortsniveau) de aansluiting van SMART/MOVE op de wenselijke indicatoren/graadmeters voor beleid, bedreiging en integrale natuurwaarderingsexes veel beter is dan bij de andere modellen. Ditzelfde geldt voor de aansluiting op de Ver-thema's, hoewel NTM, gezien het gezamenlijk gebruik van SMART, op dit punt zeer vergelijkbaar is met SMART/MOVE. Deze aansluiting is in een verdrogingsspecifiek model zoals DEMNAT veel geringer (hoewel het thema verdroging in meer detail kan worden geanalyseerd), zodat met dit model de berekende effecten niet beschouwd kunnen worden t.o.v. andere dominante bedreigingen. De aansluiting op Verthema's en indicatoren/graadmeters is voor het maken van integrale beleidsevaluaties in het kader van het Natuurplanbureau van doorslaggevend belang. Voorgesteld wordt om SMART/MOVE te gaan gebruiken voor de voorspellingen van de terrestrische vegetatie in de Natuurverkenningen in 2001. Aangeraden wordt om de modelvoorspellingen voor de huidige situatie in SMART/MOVE te verbeteren, gebruikmakend van kennis uit DEMNAT (b.v. door de abiotische begincondities deels af te leiden uit de huidige vegetatiekaarten). Verwacht mag worden dat als gevolg hiervan de modellering zal verbeteren en tevens de modelverschillen tussen DEMNAT en SMART/MOVE sterk zullen verkleinen. De voorgestelde plannen om DEMNAT en SMART/MOVE geheel te integreren in een nieuw model worden gezien als een zeer waardevolle verbetering van het modelinstrumentarium. Wenselijk is daarnaast om het in het procesmodelleringsdeel van SMART/MOVE-DEMNAT het successiemodel SUMO in te

bouwen. Dit model zou parametriseren en te gecontroleerd kunnen worden met FORSPACE en NUCOM en de successiematrices uit LEDESS-VEG. Tevens is wenselijk dat t.z.t. de kennis uit SYNBIOSYS, waaronder met name de vertaaltabellen van prioritaire natuurdoeltypen naar plantensociologische vegetatietypen, gebruikt gaat worden ten behoeve van de onderbouwing van de soortenindelingen in SMART/MOVE-DEMNET. Onderzocht zou daarnaast kunnen worden of de potentiële aangetaste fractie (of andere maat voor toxische druk) voor een grotere groep van toxische stoffen b.v. zware metalen of bestrijdingsmiddelen zoals berekend door modellen zoals PAF (zie ook paragraaf 5.2.1) gebruikt kan worden om de verspreiding van plantensoorten beter te voorspellen. Deze waarde zou in dat geval samen met abiotische milieufactoren zoals pH, nutriënten, grondwater e.d. als verklarende variabele meegenomen kunnen worden in de regressievergelijkingen van MOVE. Met deze methode kan dan in een multistress-benadering al naar gelang van belangrijkheid ook vergiftiging worden meegenomen. Voorgesteld wordt tevens om te onderzoeken of de deels abiotische modellering in NUCOM voordelen biedt ten aanzien van de abiotische modellering in SMART. Met de hierboven beschreven ontwikkelingen zou het voorgestelde kerninstrumentarium voor de Vegetatie Terrestrisch de verschillende voordelen van de afzonderlijke modellen integreren en de wetenschappelijke kennis daarin bundelen.

Tabel 9. Beoordeling van de vegetatiemodellen die breed toepasbaar zijn en/of aansluiten bij het nationale beleidsniveau.

Beoordelingscriteria	Model			
	SMART/MOVE	DEMNET	NTM	LEDESS-VEG.
Beschikbaarheid voor NV 2001	++	++	++	++
Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	+	+	+	+
Aansluiting op indicatoren/graadmeters voor beleid en bedreiging	++	+ ¹	-	-
Aansluiting op integrale indexen zoals EKI	+	-	-	-
Aansluiting op nationaal beleidsniveau	++	++	++	++
Aansluiting op verschillende en belangrijke milieuthema's (multistress modellering)	++	+	++	+
Aansluiting op Meetnetten (zoals NEM)	++	+	+	+
Aansluiting met andere model(lijn)en	++	+ ²	+ ²	++
Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	++	+ ⁻	-	+ ⁻
Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie/ rekenduur e.d.)	+	++	+	+
Detail niveau (waaronder gridgrootte)	++ (+ rekenniveau)	++	+	++

¹ DEMNET levert m.n. informatie op ecotoopniveau en verdroging

² Model levert geen uitvoer direct geschikt voor faunamodellen

Conclusie/voorstel tot besluit

Voorgesteld wordt om in de Natuurverkenningen van 2001 uit te gaan van het geïntegreerde SMART/SUMO/MOVE-DEMNAT instrumentarium.

5.2.3 Aquatisch

Voor terrestrische systemen zijn verschillende landelijk breed toepasbare voorspellingsmodellen ontwikkeld. Voor aquatische systemen zijn daarentegen veelal voornamelijk verschillende ecosysteemspecifieke en/of gebieds/regiospecifieke modellen beschikbaar. Veel van de modellen (zoals SOBEK¹, DBS², etc.) richten zich met name op het beschrijven van de fysische en/of chemische kwaliteit van aquatische systemen. In dit rapport ligt de nadruk niet op deze groep van abiotische modellen maar op de daaraan achtergeschakelde ecologische voorspellingsmodellen (zie ook hoofdstuk 3). De aanwezige ecologische modellen zijn net als de abiotische modellen meestal ecosysteem, watersysteem en/of gebied specifiek, omdat bedreigingen, processen en effecten veelal sterk verschillen. Voor de modellering van kleine regionale wateren zoals beken, ondiepe meren, vennen en sloten wordt daardoor gebruik gemaakt van een geheel andere set van modellen dan voor grote zoete rijkswateren. Een specifiek aspect voor oppervlaktewater is de waterbeweging, leidende tot specifieke ruimtelijke relaties tussen wateren op verschillende plaatsen. Dit geldt niet alleen voor van hoog naar laag stromende wateren (rivieren en beken), maar ook in laaggelegen delen van Nederland (afwaterings- en bemalingspatronen). Een relevant niveau om de verschillende wateren te beschouwen is daarom een peilgebied of afwateringsgebied. Clustering hiervan vormt de bekende PAWN-districten. De hoofdrelaties hierin lopen via de grote rivieren en kanalen en het IJsselmeer, het zogeheten PAWN-netwerk. Voor de modellering van aquatische systemen worden zowel procesgerichte als statistisch-descriptieve modellen gebruikt. Sommige daarvan zijn al geruime tijd operationeel; andere zijn nog in verschillende stadia van ontwikkeling.

Zeer recent heeft een aantal inventarisaties en evaluaties van de aquatisch-ecologische modellen plaatsgevonden (WSV/PAWN-instrumentarium: Zanting et al., 1997; modellen voor het Natte Hart: Jans, 1997). Daarnaast is ook het gebruik van de aquatische modellen voor de natuur- en milieuverkenningen onlangs in kaart gebracht (Nijs en Vixseboxse, 1998). Voor de beschrijving en evaluatie van de verschillende modellen wordt hier dan ook volstaan met een verwijzing naar deze studies. Slechts voor een beperkt aantal ecologische modellen, die op grond van de gemaakte evaluaties bruikbaar worden geacht voor landelijke beleidsanalyses, zijn in de bijlagen beschrijvingen opgenomen.

¹: SOBEK is het 1D modelsysteem voor open waterlopen van RWS en WL. SOBEK vormt een werkomgeving waarin (netwerken van) open waterlopen worden gemodelleerd in 1 dimensie. De waterbeweging, zoutindringing, waterkwaliteit, sedimenttransport en morfologie kunnen worden gemodelleerd. De waterkwaliteit in SOBEK wordt beschreven met DELWAQ. DELWAQ is uitgerust met een bibliotheek van generieke procesmodulen. De user interface biedt de gebruiker de mogelijkheid een keuze te maken uit de te modelleren stoffen. Standaard is de eutrofiëringsmodule gebaseerd op DBS en is het te modelleren standaard micro-verontreinigingspakket gebaseerd op IMPAQT.

²: DBS is het deterministisch kwaliteitsmodel van RIZA/WL dat in het verleden veel en succesvol is gebruikt in meren/plassen studies. Het is te vergelijken met PCLAKE (wat betreft functionaliteit t.a.v. abiotiek)

Grote zoete Rijkswateren

Voor de landelijke modellering van de grote zoete rijkswateren (binnenwateren) is bij het RIZA het WSV/PAWN-instrumentarium ontwikkeld. Volgens recente RIZA-inventarisaties worden de ecologische modellen van het WSV/PAWN-instrumentarium het meest geschikt geacht voor het maken van landelijke (beleids)evaluaties. Gerealiseerd moet worden dat dit instrumentarium wel bestaat uit verschillende ecologische modellen zoals bijvoorbeeld DEMNAT (primair vegetatie terrestrisch, zie paragraaf 5.2.2), MORRES en EKOS. Voor de modellering van de ecologische kwaliteit van het IJsselmeer-gebied is recent het model ECOMIJ geoperationaliseerd; een model dat deels is samengesteld uit onderdelen van het PAWN-instrumentarium (Jans, 1997; Tosserams et al., 1998). Dit ecotopenvoorspellingsmodel zal begin 1999 gekoppeld gaan worden met een natuurwaarderingmodule, waarmee de 'natuurlijkheid' (op basis van o.a. gelijkenis AMOEBE met referentiebeeld) en de 'biodiversiteit' (op basis van kansen voor doelsoorten en internationale betekenis water- en moerasvogels) van systemen in kaart gebracht kan worden. Met deze ontwikkeling zullen de modellen beter aan gaan sluiten op de graadmeters en indicatoren voor het beleid (b.v. doelsoorten).

De specifieke keuze voor het gebruik van één van de ecologische modellen uit het WSV/PAWN-instrumentarium zal steeds afhangen van de beschouwde vraag, de soortengroep, de bedreiging en het ecosysteemtype. De verschillende ecologische modellen vullen elkaar daarbij aan. Wel is het zo dat deze verschillende modellen niet altijd precies op elkaar zijn afgestemd zo gaan sommige modellen primair uit van (aquatische) ecotopen, ecotoopgroepen en/of ecotooponderklassen, een beperkt aantal modellen maakt de doorvertaling naar individuele soorten. Sommige specifieke dier- en plantensoorten worden daarnaast in de verschillende modellen niet altijd op vergelijkbare wijze gemodelleerd (zie b.v. EKOS en MORRES, paragraaf 5.2). Recent is voorgesteld om de aquatische faunamodellen uit het WSV/PAWN-instrumentarium (m.n. EKOS en MORRES) meer in elkaar te schuiven. Vooralsnog wordt t.a.v. modelverbeteringen door het RIZA primair ingezet op de verbetering van de ecotoopmodellering, de vertaling naar soortniveau wordt van belang geacht maar krijgt minder prioriteit. Wel ziet RIZA vertaling van resultaten van ecotoopniveau naar soortniveau als een praktische mogelijkheid. Intensievere afstemming tussen planbureau wensen en RIZA is op dit punt dan ook wenselijk.

Vooralsnog lijkt het meest realistisch om voor de Natuurverkenningen 2001 gebruik te maken van de bestaande set van ecologische modellen uit het WSV/PAWN-instrumentarium, waarmee veelal alleen informatie berekend zal kunnen worden over ondersteunende graadmeters. Voorkeur gaat daarbij uit naar het zoveel mogelijk gebruiken van één modellenlijn. Verwacht mag worden dat in 2001 een MORRES-GIS toepassing voor alle watersystemen operationeel zal zijn, waarmee op basis van iets eenvoudigere vuistregels, maar wel voor alle wateren uitspraken gedaan kunnen worden over de ecologische kwaliteit. Het gebruik van

MORRES heeft dan ook de voorkeur boven het gebruik van EKOS. Van belang is te realiseren dat ontwikkeltrajecten van aquatische modellen niet in fase lopen met de tijdstippen waarop natuurverkenningen dienen te verschijnen. Dit kan betekenen dat zonder tijdige bijsturing, in de NVK2001 niet beschikt kan worden over operationele beheerde versies van de modellen. Daarom is het aan te raden om voor de productie van de NVK2001 op korte termijn afspraken te maken met het RIZA over de keuze of het PAWN/WSV instrumentarium operationeel te houden of de ontwikkeling van het nieuwe instrumentarium zo te faseren of te versnellen dat dit inzetbaar zal zijn.

Kleine Regionale zoete wateren

Voor de landelijk geldige modellering van regionale watersystemen wordt momenteel door een groot aantal instituten (w.o. RIZA, IBN-DLO, RIVM, LUW en STOWA) gewerkt aan het consensusmodel RISTORI, een statistisch model voor verspreiding van aquatische organismen. Gelijktijdig en in onderlinge samenhang met RISTORI wordt bij de verschillende instituten gewerkt aan de ontwikkeling van modellen voor specifieke systemen. Met RISTORI moet het mogelijk worden om op nationale schaal de ecologische kwaliteit van regionale wateren in beeld te brengen. Tussenprodukten kunnen waarschijnlijk al gebruikt worden voor de Natuurverkenningen in 2001, hoewel het model dan nog niet voor alle type regionale wateren operationeel zal zijn. Haalbaar lijkt om op basis van modelvoorspellingen voor enkele pilots in belangrijke regionale stroomgebieden een indicatie te geven over de landelijke toestand van de regionale wateren. De pilotresultaten kunnen door middel van een GIS-actie doorvertaald worden naar vergelijkbare situaties elders in Nederland, zodat een landsdekkend beeld verkregen kan worden. Een geheel operationele landelijke versie van RISTORI wordt pas in 2005 verwacht. De knelpunten worden voornamelijk verwacht op het gebied van de abiotische modellering van de waterbewegingen (koppeling tussen grondwatermodellen en oppervlakte watermodellen) en de emissie in ruimte en tijd (modellen als STONE, PEGASUS, PESCO en PROMISE moeten daartoe nog worden aangepast). Een ander belangrijk knelpunt is de beschikbaarheid van basisinformatie waarmee het oppervlakte geschematiseerd (b.v. t.a.v. leggersgegevens watergangen) moet worden; dergelijke informatie zal via het REGIS-project op termijn landsdekkend beschikbaar komen. RISTORI zal in staat zijn om de verzurende, vermestende en toxische effecten op zowel afzonderlijke soorten als soortengroepen/ levensgemeenschappen te kunnen berekenen. Hierdoor zal met het model informatie geleverd kunnen gaan worden over verschillende (beleids)indicatoren/graadmeters en Verthema's, waarmee het model zeer bruikbaar wordt voor het Natuurplanbureau.

In o.a. samenhang met het RISTORI-project wordt bij het RIVM gewerkt aan de ontwikkeling en/of verdere verbetering van systeem-specifieke modellen voor vennen (AQUACID), sloten (PCDitch), beken (PCStream) en regionale meren (PCLake). De modellen PCDitch, PCStream en PCLake berekenen momenteel voor één specifiek object (sloot, beek of meer) de beschikbaarheid van nutriënten voor vegetatieontwikkeling uit.

Opschaling van deze modellen voor landelijke toepassingen zal gebeuren door koppeling met GIS-gegevens (de ligging van de wateren van bepaalde typen), (ruimtelijke) gegevens over emissies en andere ingrepen, en informatie over de waterbeweging (o.a. op basis van uitvoer van abiotische modellen). Momenteel wordt gewerkt aan koppeling van deze modellen aan landelijke databases (waaronder de WIS-kaart), waardoor de modellen een beeld moeten kunnen gaan geven over de landelijke situatie. Er lopen momenteel pilotstudies in enkele proefregio's, zowel in hoog- als in laag-Nederland. De resultaten hiervan zullen eind 1999 beschikbaar zijn. Daarnaast is/wordt gewerkt aan de verfijning van de modeluitspraken. Nu beschrijven de modellen de biotische/ecologische kwaliteit van de aquatische systemen vaak nog in globale termen, zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid biomassa ontwikkeling van kroos. Door voorgenomen modelontwikkelingen, waaronder gebruikmaking van kansfuncties van voorkomen van afzonderlijke plantensoorten, zullen deze modellen gebruikt kunnen gaan worden voor meer specifieke biologische/ecologische graadmeters. Vergelijkbare ontwikkelingen zijn in gang gezet bij het vennen-model AQUACID. Daarnaast wordt beoogd om deze modellen toepasbaar te maken binnen de omgeving van de Natuurplanner, waarmee een model-instrumentarium ontstaat prognoses gegeven kunnen worden over zowel terrestrische als aquatische ecosystemen.

In een samenwerkingsverband tussen o.a. IBN-DLO en RIZA wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een expert-systeem voor het beheer van regionale wateren, genaamd EKKO. In 1998 worden op basis van het software pakket EKKO modules gebouwd met behulp waarvan de ontwikkelingstoestand van oppervlaktewateren in de regio Overijssel, Gelderland en van de beken in geheel Nederland bepaald kan worden. Ook deze ontwikkelingen vinden plaats in overleg/samenhang met RISTORI. Hieraan zijn soorten en stuurparameters gekoppeld. Een expertsysteem ondersteunt de keuze van maatregelen om wateren in meer natuurlijke richting te ontwikkelen. Tevens wordt gewerkt aan een voorspellingsmodule. In 1998 wordt in dit kader een oriënterend onderzoek verricht naar analyse-, evaluatie-, beoordelings- en voorspellingstechnieken voor gemeenschapstypen, optimalisatie (inbouw discriminant analyse) software en opbouw bestand autecologie (in termen van stuurvariabelen) van indicator-/doelsoorten t.b.v. diversiteitsparameters en waarderingen (graadmeters). Onduidelijk is nog hoe de koppeling van modellering in termen van levensgemeenschappen en de uiteindelijke waardering gebaseerd op informatie over het (potentiële) voorkomen van soorten zal gaan gebeuren.

Voor het succes van zowel RISTORI als de daaraan verwante en/of gekoppelde modellen is men sterk afhankelijk van de modelontwikkelingen op het gebied van met name de hydrologie (waterbewegingen tussen de verschillende watersystemen) en emissie naar het oppervlakte water. Op het punt van de emissieproblematiek wordt daarvoor gewerkt aan uitbreidingen van het model STONE (voor landbouw) en het model PROMISE (niet-landbouw). Voorgesteld wordt om de modellen RISTORI, PCDitch, PCLake, PCStream en AQUACID op te nemen in het kerninstrumentarium voor het Natuurplanbureau. Deze modellen worden momenteel opgewaardeerd, zodat deze in de recente toekomst de landelijke kwaliteit van de regionale wateren in beeld moeten kunnen brengen. Van belang

daarbij is met name de koppeling aan de WIS-kaarten en de eerder genoemde abiotische modellen. Deze ecologische modellen zullen weer input leveren aan RISTORI.

Conclusie/voorstel tot besluit

- Voorgesteld wordt om voor de Natuurverkenningen 2001 de grote zoete rijkwateren te modelleren met het WSV/PAWN-instrumentarium. Voor de kleine zoete regionale wateren wordt voorgesteld om uit te gaan van het consensusmodel RISTORI en de daaraan gerelateerde modellen zoals PCDitch, PCLake, PCStream en AQUACID. Ten aanzien van keuzen ten behoeve van gebruik van specifieke modellen zoals DBS of PCLake in het kader van RISTORI, wordt aangeraden om de conclusies af te wachten van lopende discussies binnen het RISTORI-project.

5.2.4 Marien

Recent is het bruikbare modelinstrumentarium voor milieu- en natuurverkenningen in kaart gebracht door Nijs en Vixseboxse (1998). Ten aanzien van de ecologische modellen voor mariene ecosystemen zijn hierop geen grote wijzigingen, zodat hier grotendeels volstaan kan worden met doorverwijzing. In aanvulling op de modelbeschrijvingen zoals die in het rapport van Nijs en Vixseboxse (1998) genoemd worden zijn voor de deels aangepaste beschrijvingen opgenomen in de bijlagen. De modelverbeteringen tot 2001 zullen zich vooral richten op operationalisering, beheer en de uitbreiding van de GIS-functionaliteiten van de verschillende modellen.

In het algemeen kan gesteld worden dat, evenals voor de aquatische natuur, het aantal landelijke modellen voor mariene natuur beperkt is. Ook in het mariene milieu zijn de modellen veelal opgesplitst naar gebied/regio. De modellen voor zoute wateren zijn grofweg onder te verdelen in modellen die toepasbaar zijn voor hetzij de Noordzee, de Waddenzee, de Zoute Delta of de Eems-Dollard. Net als bij de modellering van de kwaliteit van zoete wateren ligt de nadruk ook bij zoute wateren (ook in de nabije toekomst) op het vlak van fysische en chemische doelvariabelen. De modellering van biologische doelvariabelen levert vooralsnog wat betreft de modelontwikkeling de meeste problemen op. De ecosystemen worden simpel weg te complex bevonden zodat ze niet of slechts sterk vereenvoudigd te modelleren zijn. Mede door deze complexiteit wordt vooralsnog veelal alleen gebruik gemaakt van eenvoudige dosis-effect-modellen voor de natuur. Slechts voor enkele biologische doelvariabelen waarvan veel bekend is wordt gebruik gemaakt van geavanceerdere populatie-dynamische modellen. De modellering van de ecologische stofstromen geeft wel de mogelijkheid om enkele biologische doelvariabelen dynamisch te kwantificeren. Het gaat hier dan met name om het voorkomen van de plaagalg *Phaeocystis* en de verdeling van de fytoplankton biomassa over verschillende voedselwebniveau's (of soortengroepen).

In tegenstelling tot terrestrische modellen gaan de ecologische modellen voor zoute systemen dus veelal uit van een amoebe benadering en/of ecotoop benadering, waarin getracht wordt de ecologische kwaliteit van het (eco)systeem zo goed mogelijk te beschrijven op basis van informatie over slechts enkele relevante planten- en/of diersoorten (v.w.b. commerciële vissoorten geïntegreerd met visvangsten door de visserij). Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan de zeehond, de haring en/of verschillende schelpdieren. Voor de bepaling van ecologische effecten op deze amoebe-soorten wordt rekening zowel gehouden met waterkwaliteitsaspecten (chemisch en fysisch) als met fysieke verstoringen door de verschillende gebruiksfuncties (b.v. visserij, scheepsvaart, e.d.). Getracht wordt de dosis-effect relatie tussen gebruikersfuncties en de ecologische doelvariabelen procesmatig te modelleren. Voor zover de kwantificering van de ecologische effecten via deze

effectbenadering vooralsnog onvoldoende blijkt, wordt gebruik gemaakt van expert judgement relaties. Voor de modellering van de Noordzee en de Waddenzee bij het RIKZ worden vooral expert judgement en populatie-dynamische modellen uit het RAM-project gebruikt. Voor het Waddengebied en soortgelijke getijdengebieden zijn ook enkele specifieke fauna- en vegetatiemodellen ontwikkeld (veelal door of in samenwerking met het IBN-DLO) of in ontwikkeling die bruikbaar zijn om toekomstverwachtingen aan te geven. Het draagkrachtmodel DEplete beschrijft relaties tussen voedselbeschikbaarheid (o.a. afhankelijk van b.v. visserij) en predatiemogelijkheden door vogels; de diverse stroommodellen, zoals EcoWasp en GEM bieden mogelijkheden de primaire en secundaire productie van de zoute watersysteem en het Waddensysteem te voorspellen, gekoppeld aan input- en randvoorwaarden voor nutriënten en veel andere componenten in het de systemen. De modellen kunnen ook als draagkrachtmodel ingezet worden geschikt om de mogelijkheid tot ontwikkeling van primaire consumenten in te schatten. HabIBN omvat een nieuwe ontwikkeling naar habitatgeschiktheidsmodellen voor het getijdengebied en de kustzone, die in 2001 operationeel dient te zijn. Salicornia beschrijft de ontwikkeling van pioniervegetaties in de grenszone tussen wad en kwelder. Voor de Zoute Delta wordt bij het RIKZ ook gewerkt met habitat evaluatie procedures. Binnen afzienbare tijd komt bovendien een GIS-instrumentarium voor ecotopen beschikbaar (Ecotopen-GIS en Habimap). In principe kunnen analyses met dit instrumentarium inzicht verschaffen in de natuurwaarden van de mariene systemen.

Gezien de beperkte keuze aan breed toepasbare ecologische effectmodellen lijkt het realistisch het RAM-instrumentarium te zien als het meest adequate model voor prognoses van de Natuur in de Noordzee en de Waddenzee. Voordeel van het instrumentarium is met name de brede inzetbaarheid. Het model kan n.l. worden toegepast voor zowel de Noordzee als de Waddenzee en kan informatie leveren over de effecten van een zevental gebruikersfuncties op 34 verschillende indicatorsoorten. De ecologische stroommodellen, zoals het GEM, EcoWasp en de Noordzee eutrofiëringsmodellen leveren veelal beperktere en globalere informatie over biologische doelvariabelen voor de prognose van Natuur in de zoute wateren. Voor de zoute wateren komt ook een GIS-instrumentarium voor ecotopen beschikbaar. De bruikbaarheid voor prognoses van de Natuur in de Noord- en Waddenzee dient nog aangetoond te worden. Het RAM-instrumentarium is echter in staat om inzicht te verschaffen op de vraag waar en hoe de effecten veroorzaakt worden. Wel moet gerealiseerd worden dat dit model qua opzet en qua modeluitvoer ten aanzien van de indicatoren en graadmeters sterk afwijkt van de modellen voor terrestrische systemen. Wanneer HabIBN operationeel is zou onderzocht moeten worden of dit model voordelen biedt ten aanzien van modellering van de natuurlijke aspecten van de Waddenzee. Voor aanvullende modelvragen voor met name onderbouwende indicatoren over specifieke plant- en/of diersoorten zal steeds gebruik gemaakt kunnen worden van afzonderlijke modellen. Zo zou informatie over b.v. de schol- en tongstand in de Noordzee verkregen kunnen worden uit het model Flatfish, dat zich specifiek richt op de effecten van en gevolgen voor de visserij.

Tabel 10. Beoordeling van de mariene modellen RAM en Ecotopen/Habimap.

Beoordelingscriteria	Score	
	RAM	Ecotopen/Habimap
Beschikbaarheid voor NV 2001	++	-
Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	+/-	+/-
Aansluiting op indicatoren/graadmeters	++	+
Aansluiting op natuurwaardering-methodieken (zoals EKI)	--	--
Aansluiting op nationaal beleidsniveau (waaronder het nationale schaalniveau)	++	+/-
Aansluiting op verschillende en belangrijke milieuthema's	++	-
Aansluiting op Meetnetten (zoals NEM)	++	++
Aansluiting met andere model(lijn)en	+/-	+/-
Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	+/-	+/-
Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie/ rekenduur e.d.)	++	+
Detail niveau (waaronder gridgrootte)	++ (+/-)*	++ (+/-)*

*Hoog detail-niveau kan gehaald worden, maar beschikbaarheid ruimtelijke gegevens is bottleneck.

Conclusie/voorstel tot besluit

Voorgesteld wordt om het RAM-instrumentarium in de Natuurverkenningen 2001 te gebruiken voor prognoses van Natuur in de Noordzee en Waddenzee. Indien in de tussentijd meer duidelijkheid ontstaat over de geschiktheid van HabibN, Ecotopen-GIS en Habimap dan zouden ook deze instrumenten ingezet kunnen worden.

5.3 Modellen Landschap

In de landschapsmethoden/modellen kan een onderscheid worden gemaakt in 3 typen:

1 methoden/modellen voor het bepalen van de fysieke en ruimtelijke landschapkenmerken;

2 methoden/modellen voor het bepalen van de waardering van landschappen en landschapsveranderingen, evt. nader gedifferentieerd naar bevolkingsgroepen en naar gebieden/landschappen;

3 methoden/modellen waarbij een relatie wordt gelegd tussen beleving en fysieke kenmerken (relaties tussen type 1 en type 2). Dit type sluit het best aan bij de modellen zoals genoemd bij Natuur en Bos.

Bovenstaande methoden/modellen worden hierna aangeduid als modeltype 1, modeltype 2 en modeltype 3.

Voor de modellen geldt dat de invoer in vele gevallen veranderingen in het landgebruik zijn. Deze veranderingen leiden tot een voorspelling van veranderingen in de fysieke kenmerken van het landschap en tot een waardering van deze veranderingen. Belangrijke modules van de modellen zijn 1. de toestand van het landschap bijv. thematische karteringen 2. een voorspellingsmodule en 3. een waarderingsmodule. Er zijn momenteel weinig methoden en/of modellen beschikbaar die al de stappen vanaf het landgebruik t/m waardering kunnen beschouwen, zeker wanneer aan de in paragraaf 5.1 gestelde modeleisen moet worden voldaan.

In verschillende kaders is/wordt aandacht besteed aan de ontwikkeling/operationalisering van landschapsmodellen:

- Het Meetnet Landschap (ML), voor het signaleren van landschappelijke ontwikkelingen en het evalueren van het landschapsbeleid;
- Het Monitoringsysteem Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR), een breed monitoringsysteem dat wordt opgezet ter ondersteuning van het rijksbeleid van de directie GRR van het Ministerie van LNV (Structuurschema Groene Ruimte).
- Natuurverkenning '97: uitwerking van methoden die in dat kader hebben plaatsgevonden, zoals b.v. gebruikt voor analyse van de landschapsveranderingen van 1900 tot 1990.
- Projecten als WARUMEC en DSS Groene Ruimte waarbij concrete modellen worden geoperationaliseerd.

Tabel 11 geeft een overzicht van de Landschapsmodellen op nationale schaal. In de tabel worden ook modellen genoemd die worden ontwikkeld in het kader van het recreatie-onderzoek bij het SC-DLO en IBN-DLO, en die naar verwachting in 2000 gebruikt kunnen worden voor de uitwerking van de indicator 'recreatieve aantrekkelijkheid'.

Tabel 11. Overzicht van (in ontwikkeling zijnde) modellen landschap op nationale schaal.

Methode/model	Kader
<i>1 fysieke en ruimtelijke kenmerken</i> - AGIS (Aardkundig en Geomorfologisch Informatie-Systeem) - CHIS (CultuurHistorisch InformatieSysteem) - ARCHIS (ARChEologisch InformatieSysteem) - HISGIS (HIStorisch-Geografisch InformatieSysteem) - OPLAN (Openheid LANdschap) - VIRIS (VisueelRuimtelijk InformatieSysteem)	Primair ontwikkeld t.b.v. ML/MKGR waarin de nadruk ligt op het monitoren. Maar ook van belang voor de voorspelling en waardering van landschapsveranderingen door veranderingen in het landgebruik.
<i>2 beleving van landschap en landschapsveranderingen</i> - SPEL (Schaal voor Perceptie en Beleving van het Landschap) (gestandaardiseerde vragenlijst)	Primair ontwikkeld in het kader van Meetnet Landschap, en te gebruiken voor ondersteuning van de planvorming en voor monitoring.
<i>3 belevingsmodellen</i> - Model natuurwensen van stadsmensen - Model beleving bossen en natuurterreinen - Model recreatieve aantrekkelijkheid landelijk gebied (Goossen) - Model recreatieve aantrekkelijkheid nationaal (Hoffmans/LOB) - Model vraag-aanbod stroom recreanten (Meijers). - Onderdelen van WARUMEC - Onderdelen van LABEL	Primair t.b.v. regionale studies Primair t.b.v. terreinen Staatsbosbeheer Primair t.b.v. recreatie landelijk gebied Idem Idem Idem Idem

5.3.1 Modelconcepten

Methoden/modellen fysieke en ruimtelijke landschapskenmerken

Het landsdekkend **stelsel AGIS** (Aardkundig en Geomorfologisch InformatieSysteem) bevat drie afzonderlijke modulen: een datamodule, een waarderingsmodule en een voorspellingsmodule. De datamodule bevat gemeten informatie van de geomorfologie van Nederland. De tweede module betreft de waardering van de geomorfologie op basis van meetbare landschappelijke aspecten. Momenteel wordt gebruik gemaakt van de Signaleringskaart aardkundige waarden. De waarderingscriteria 'kenmerkendheid' en 'zeldzaamheid' liggen hieraan ten grondslag. De voorspellingsmodule (model type 1) beschrijft de verandering in de aardkundige waarden als gevolg van scenario's voor veranderingen in m.n. grondgebruik. Deze voorspelling gebeurt volgens de methode Oldeman/Koomen. Dezelfde methode wordt gebruikt in LABEL (LANdschap en BEleving) om landschapsbelevingsaspecten te modelleren en is tevens in een vereenvoudigde vorm opgenomen in de Landschapskennistabellen van WARUMEC (WATER RUimte Milieu ECologie en EConomie).

Het **CultuurHistorisch InformatieSysteem (CHIS)** kan worden opgevat als een schil rond de drie deelaspecten (archeologie, historische bouwkunst en historische geografie). Dit systeem is in de allereerste fase van ontwikkeling. Het beoogt een systeem te worden dat gebruikt kan gaan worden voor dataopslag, voorspelling en waardering.

ARCHIS is het archeologisch deel en omvat momenteel alleen een datamodule met daarin archeologische gegevens van de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek over archeologische vondsten en vindplaatsen. Daar gaat het vooralsnog primair om de beschrijving van de actuele situatie voorzover de vondsten en vindplaatsen bekend zijn. In de maak is echter ook een methode waarmee de archeologische verwachtingswaarde afgeleid kan worden (onderdeel van type 1 model, aanvulling op de kartering)

HISGIS (HIStorischGeografisch Informatie-Systeem) is het systeem dat een beeld geeft van de cultuurhistorische betekenis van het landschap. Het zal uiteindelijk ook toegroeien naar een systeem met een data-, voorspellings- en waarderingsmodule. De datamodule bevat momenteel naast actuele kaarten ook een referentiekaart (situatie 1850). De waarderingsmodule (type 2 model) levert een historische-geografische waardekaart, welke wordt afgeleid op basis van kaarten over fysieke landschapskenmerken. De in ontwikkeling zijnde voorspellingsmodule zal t.z.t. op basis van afzonderlijke scenario's voor landgebruik de effecten op de historische-geografische waarde kunnen schatten. Waarschijnlijk zullen deze instrumenten, gezien hun staat van ontwikkeling, nog slechts ten dele ingezet kunnen worden voor de Natuurverkenningen 2001. Voor de bouwkundige monumenten is nu geen nader onderzoek gedaan naar geografische databestanden, voorspellings- of waarderingsmethoden.

OPLAN (Openheid Landschap Nederland) is een model dat uitgaande van de digitale topografische bestanden 1:50.000 een classificatie geeft van de openheid en van de verhouding groen/rood. Voor de voorspelling van effecten worden vertaaltabellen gemaakt waarbij wordt aangegeven welke veranderingen optreden in bebouwing en beplanting, met een doorrekening naar openheid. Tevens kan worden nagegaan in hoeverre open ruimten worden doorsneden. De waardering van openheid vergt een vertaling van beleidsdoelstellingen. Openheid of ruimtelijkheid is het één van de vele aspecten die een rol spelen bij de landschapsbeleving.

Bij de uitbreiding/verbetering van OPLAN (Openheid LANDschap) tot VIRIS (VISueelRuimtelijk InformatieSysteem) wordt gewerkt aan de verbetering van de bestaande waarderingsmodule en aan de ontwikkeling van een nieuwe voorspellingsmodule. Met de waarderingsmodule kan uitgaande van de digitale topografische 1:10000 bestanden een inschatting gemaakt worden van de openheid en van de verhouding groen/rood. Daartoe wordt rekening gehouden met de opgaande zichtveld-begrenzende elementen (vooral beplanting en bebouwing). Gepoogd wordt om in de op te zetten voorspellingmodule de effecten van veranderingen die optreden in bebouwing en beplanting als gevolg van scenario's voor o.a. landgebruik door te gaan rekenen naar effecten in de openheid. In de landschapsmodellen met betrekking tot de openheid wordt vooralsnog geen gebruik gemaakt procesmodellen zoals FORSPACE en SUMO. Dergelijk type vegetatiestructuur-modellen

(zie ook 5.2.2 en 5.4) kunnen de ruimtelijke verdeling van vegetatietypen weergeven/voorspellen en daarmee in principe eveneens maten voor de openheid van het landschap door vegetatie evalueren (b.v. dichtheid van boslandschap).

Methoden beleving landschapsbeleving

Het SPEL (Schaal voor de Perceptie en Evaluatie van het Landschap) bestaat uit een gestandaardiseerde vragenlijst met een aantal schalen, die landelijk kan worden toegepast. Daartoe wordt een steekproef getrokken uit de bevolking, wel of niet rekening houdend met landschapstypen. Het is een onderzoek onder bewoners van bepaalde landschapstypen. In het kader van het Meetnet Landschap is een eerste concept-meetinstrument ontwikkeld. Deze is nader getoetst in het landinrichtingsgebied Epe-Vaassen. Aan de vragenlijst ligt het concept van de dominante waarnemings- en waarderingskenmerken ten grondslag. Veranderingen in de belevingswaarde kunnen worden achterhaald door de enquête te herhalen (groepsgegevens) of door per basiskwaliteit de vraag toe te voegen of deze de laatste jaren is veranderd (per persoon). De resultaten geven inzicht in de redenen waarom mensen een landschap aantrekkelijk of onaantrekkelijk vinden (bijvoorbeeld aanwezigheid van storende elementen, historisch karakter), maar geven slechts in beperkte mate inzicht in welke landschapselementen dit veroorzaken. Op basis van deze gegevens kunnen echter wel expertoordelen worden afgeleid die ook gebruikt kunnen worden voor toekomst voorspellingen op basis van verwachte landschapsveranderingen. Deze stap moet echter nog beter uitgebouwd en beproefd worden. De verwachting is dat dit voor de NVK2001 gereed is. Voor de Natuurverkenning '97 is een bewonersonderzoek uitgevoerd met een andere enquête. Het doel was om na te gaan hoe landschappen worden gekarakteriseerd, welke landschapsveranderingen zijn waargenomen na 1980, hoe deze worden beleefd, welke landschapselementen meer of minder voorkomen, en of er op grond van de resultaten verschil kan worden geconstateerd tussen de 15 landschapstypen zoals onderscheiden in de NVK '97.

Belevingsmodellen

Aan de modellering van landschapsbeleving wordt pas sinds kort aandacht geschonken. In één van de eerste stappen zal een link gelegd moeten worden tussen fysieke landschapskenmerken en de beleving daarvan. Wanneer vervolgens gemodelleerd kan worden hoe deze fysieke landschapskenmerken zullen gaan veranderen onder invloed van omgevingsscenario's en beleidsvarianten kan een inschatting gemaakt worden over de verandering in de beleving. Er zijn verschillende rekenmodellen in ontwikkeling. De beleving (bijvoorbeeld uitgedrukt in uitspraken over schoonheid en aantrekkelijkheid) wordt gezien als een functie van fysieke kenmerken van het landschap. In de meeste gevallen wordt de maat voor beleving berekend als de gewogen som van de waardering van de fysieke landschapskenmerken en/of daarvan afgeleide indicatoren/graadmeters.

Om de relaties tussen landschap en beleving te beoordelen wordt vaak vanuit een specifiek standpunt geredeneerd (b.v. vanuit de bewoner, of recreant).

Met het model natuurwensen van stadsmensen (Van den Berg e.a., 1998) zijn voor het gebied rond Nijmegen gebruiks- en belevingscores berekend op basis van fysieke landschapskenmerken. Deze scores zijn getoetst aan rapportcijfers en schoonheids- en gebruiksoordelen zoals die door de bevolking worden gegeven. Er werden hoge correlaties gevonden tussen de voorspelde rangordenscores voor beleving en gebruik en de daadwerkelijke gemeten rangordenscores. Probleem met dit type modellen is dat voor toekomstvoorspellingen uitgaande van nieuwe ruimtelijke scenario's moet worden aangenomen dat de relaties tussen landschap en beleving constant zijn in ruimte en tijd. Daarnaast bestaan er nog geen landsdekkende relaties tussen landschapskenmerken en beleving, waardoor de bruikbaarheid voor inzet in de Natuurverkenningen 2001 niet reëel wordt geacht.

Een soortgelijk type model is het model voor beleving van bossen en natuurterreinen (Segeren en Visschedijk, 1997). Dit model is ontwikkeld voor het afleiden van de recreatiekwaliteit van terreinen van Staatsbosbeheer op basis van verschillende fysieke aspecten van het boslandschap. Het model beschouwt daartoe 17 verschillende kenmerken. Op basis van enquêtes van bezoekers aan deze terreinen werd gevraagd hoe belangrijk deze kenmerken gevonden worden. Op basis van deze informatie zijn relaties gelegd tussen landschapskenmerken en beleving. Nadeel van het model is de beperkte toepassingsmogelijkheid (nu alleen gebaseerd op terreinen van Staatsbosbeheer).

Het model voor de recreatieve aantrekkelijkheid van Goossen e.a. (1997) onderscheidt naast de gebruikswaarde, de belevingswaarde voor de recreant. In het model is het relatieve belang van de fysieke landschapskenmerken uitgebreid onderzocht. Het model differentieert naar de aantrekkelijkheid van het landelijk gebied voor verschillende vormen van recreatie. In het model overweegt echter de gebruikswaarde. In het model van Hoffmans op basis van kenmerken die ook door Goossen genoemd worden, een recreatieve belevingswaardekaart van Nederland gemaakt voor planologische doeleinden. Daarbij is ook gelet op de afstand van recreatief aantrekkelijke gebieden ten opzichte van bewoningscentra (de waarde is een functie van aantrekkelijkheid en aantal nabijwonende recreanten).

In het vraag-aanbod model van RIVM, SC-DLO en IBN-DLO (Meijers) wordt de vraag en aanbodfunctie van recreatie als een ruimtelijk stroommodel in eenvoudige spreadsheet gemodelleerd. Dit model is als pilotversie regionaal toegepast, maar beoogt in principe toe te groeien naar een landelijk model.

In het belevingsdeel van WARUMEC wordt de recreatieve aantrekkelijkheid van een veel grotere verscheidenheid aan landschappen berekend. Deze aantrekkelijkheid vanuit het perspectief van de recreant wordt berekend op basis van de landschapverscheidenheid en het

voorkomen van reliëf, opgaande beplanting en water. De informatie over de afleiding van deze indicatoren uit gemeten fysieke landschapskenmerken berust daarbij veelal op de eerder beschreven methoden/modellen. De informatie uit deze modellen is echter teruggebracht tot relatief eenvoudige kennistabellen, hetgeen beschouwd wordt als een nadeel van het model. Beoogd wordt danook om in de toekomst de kennistabellen te gaan vervangen door de meer gedetailleerde methoden. Wanneer de waarderingsmodules van CHIS ontwikkeld zijn, kunnen ook cultuurhistorische aspecten worden betrokken in de belevingsevaluatie.

In LABEL (het landschapsmodel zoals ontwikkeld t.b.v. DSS Groene Ruimte) wordt de belevingswaarde van het landschap vanuit het perspectief van de museumdirecteur (aardkundige en cultuurhistorische aspecten), de recreant gezien en de bewoner (wonen en werken) beschouwd. De onderliggende landschapsindicatoren waaruit de beleving wordt afgeleid en de invloed van veranderingen in grondgebruik op deze landschapsindicatoren, worden in dit model bepaald vanuit methoden onder groep 1. Zo wordt gebruik gemaakt van de methode van Oldeman/Koomen voor effect voorspelling op aardkundige waarden (zie ook AGIS), de methoden van Goossen voor recreatieve aantrekkelijkheid en de methode van Maas en Wolfert voor zeldzaamheid en kenmerkendheid van landschappen. Anders dan in het belevingsdeel van WARUMEC wordt de beleving in LABEL beschouwd ten opzichte van de berekende waardering van referentiebeelden (analoog aan de EKI-benadering zoals gebruikt bij de terrestrische natuur).

5.3.2 Afweging en modelkeuze

Als het gaat om de afweging en keuze tussen de afzonderlijke beschreven deelmodellen/methoden, dan kan worden geconcludeerd dat er relatief weinig overlap bestaat. Deze modellen hebben immers grotendeels betrekking op geheel verschillende aspecten van het landschap. Vaak bestaat er maar hooguit slechts één model per aspect. Afweging en keuze op het niveau van de afzonderlijke deelmodellen is eigenlijk dan ook nog niet aan de orde. De methode van integratie is daarnaast nog niet geheel uitgekristalliseerd. In tabel 12 en 13 is desondanks een beschrijving van de beoordeling van de modellen opgenomen, voor respectievelijk fysieke aspecten en beleving.

Tabel 12. Beoordeling van landschapsmodellen voor fysieke indicatoren/graadmeters.

Modeleisen	Model		
	AGIS	CHIS/HISGIS	OPLAN/VIRIS
Beschikbaarheid voor NVK 2001	+	-	++
Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	+	-/+	+
Aansluiting op indicatoren/graadmeters	++	++	++
Aansluiting op natuurwaardering-methodieken (zoals EKI)	Nvt	nvt	Nvt
Aansluiting op nationaal beleidsniveau	++	+	++
Aansluiting op verschillende en belangrijke milieuthema's (multistress)	+	+	+
Aansluiting op Meetnetten (zoals Meetnet Landschap, MKGR)	++	++	++
Aansluiting met andere model(lijn)en	Nvt	nvt	Nvt
Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	-/+	-/+	+
Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie/ rekenduur e.d.)	+	-/+	+
Detail niveau (waaronder gridgrootte)	++	++	++

Aardkundige aspecten

De methode voor het bepalen van de aardkundige aspecten, het waarderen daarvan (in termen van kenmerkendheid en zeldzaamheid; methode Maas/Wolfert) en het bepalen van de gevolgen van ruimtelijke ingrepen (methode Oldeman/Koomen) zijn ontwikkeld en uitgetest. De methode wordt gedragen vanuit de vakdiscipline. De methodiek is vastgelegd in documenten en losse rekenregels van ARC/INFO. Deze rekenregels worden uitgebreid tot een waardering- en de voorspellingsmodule binnen AGIS, maar bestaan momenteel nog niet als echt operationele applicatie. De methoden zijn tevens ingebed in LABEL en worden in een vereenvoudigde vorm gebruikt in het landschapsdeel van WARUMEC.

Cultuurhistorische aspecten

Voor cultuurhistorische aspecten zijn vooralsnog geen operationele modellen (type 1 en type 2) aanwezig, daarnaast ontbreken voor dit aspect nog de landelijke kaartbeelden.

Visueel-ruimtelijke aspecten

De methode voor de bepaling van de mate van openheid is ontwikkeld en voor enkele kaartbladen van de TOP50 uitgetest met het model OPLAN (AML's ARC/INFO). Voor landsdekkende toepassing zal de programmatuur moeten worden geoptimaliseerd en deels herschreven. In het kader van de NVK'97 is een methode ontwikkeld voor de waardering van veranderingen in openheid via de meting van openheidsverschillen tussen landschapstypen, als indicator voor de landschaps-verscheidenheid. LABEL gaat vooralsnog uit van een minder gedetailleerde, maar operationele methode, waarbij de bedoeling is dat uitgegaan zal worden van de OPLAN-methode als deze volledig beschikbaar en operationeel is.

Beleving

Voor de waardering door de bevolking is een meetinstrument ontwikkeld (SPEL): een enquête waarmee de huidige belevingswaarde van het landschap en van landschapsveranderingen voor bewoners kan worden geregistreerd. Geëvalueerd zal moeten worden of op basis van dezelfde methodiek of hieruit bepaalde expert-relaties ook uitspraken over te verwachte toekomstige veranderingen in kaart gebracht kunnen worden. Als onderdeel van het recreatieonderzoek bij het SC-DLO en IBN-DLO wordt daarnaast gewerkt aan modellen/methoden waarmee direct o.b.v. bevolkingsonderzoek relaties gelegd kunnen gaan worden tussen landschapskenmerken en recreatieve aantrekkelijkheid (methoden Goossen, 1997 en Berg, v.d., 1998). In LABEL is de methode van Goossen gebruikt om de beleving van de recreant te voorspellen. In het belevingsdeel van WARUMEC is een vereenvoudigde methode gebruikt. Meerwaarde van LABEL is echter dat ook inzicht kan worden gekregen in de beleving vanuit het perspectief van de museumdirecteur (op basis van aardkundige en cultuurhistorische waarden) en de bewoner. Daarnaast sluit LABEL goed aan bij de landschapsmodellen voor fysieke aspecten.

Tabel 13. Beoordeling van de belevingsmodellen. Zie uitleg in de tekst.

Modeleisen	Model				
	LABEL	MNBN ¹	MNS ²	MRA ³	SPEL
Beschikbaarheid voor NVK 2001	+	+	-/+	+	++
Wetenschappelijk draagvlak en mogelijkheden voor ontwikkeling	+	+	+	+	+
Aansluiting op indicatoren/graadmeters voor beleid en bedreiging	++	+	++	++	++
Aansluiting op natuurwaardering-methodieken (zoals EKI)	nvt	nvt	nvt	Nvt	nvt
Aansluiting op nationaal beleidsniveau	+	--	+	+	+
Aansluiting op verschillende en belangrijke milieuthema's (multistress; hier vooral thema aantasting, hinder)	+	-	+	+	+
Aansluiting op Meetnetten (zoals Meetnet Landschap, MKGR))	++	-	+	++	++
Aansluiting met andere model(lijn)en	nvt	nvt	nvt	Nvt	nvt
Algemene flexibiliteit t.a.v. modeluitvoer	nvt	nvt	nvt	Nvt	nvt
Praktische toepasbaarheid (waaronder documentatie, rekenduur, schaalniveau ed.)	+	-		+	++
Detail niveau (waaronder gridgrootte)	++	nvt	-/+	++	nvt

¹ Model Beleving bossen en Natuurterreinen

² Model Natuurwensen van Stadsmensen

³ Model Recreatieve Aantrekkelijkheid van landelijke gebieden

Als het gaat om de afweging en keuze tussen de modellen, dan is dit momenteel nog niet zo'n probleem. Met name voor de fysieke landschapskenmerken is er relatief weinig overlap tussen de modellen. Voor belevingsaspecten geldt daarnaast dat veel modellen nog in

ontwikkeling zijn, een goede afstemming tussen het lopend onderzoek is daarbij van groot belang. Een oordeel over de verdiensten van de modellen en ook ontwikkelingsmogelijkheden heeft juist op dit punt dan ook nog een voorlopig karakter.

Conclusie/voorstel tot besluit

Aanbevolen wordt de volgende modelkeuze voor fysieke landschapskenmerken:

Voor aardkunde/geomorfologie: AGIS o.b.v. Oldeman/Koomen.

Voor cultuurhistorie: CHIS

Voor ruimtelijk/visuele aspecten: VIRIS.

Aanbevolen wordt om voor belevingsaspecten voor m.n. de (dag/verblijfs)recreant uit te gaan van LABEL. Voor beleving van landschap en landschapsveranderingen door bewoners wordt aanbevolen uit te gaan van SPEL.

Gezien het ontwikkelingsstadium en de ontwikkelingsmogelijkheden van m.n. de landschapsmodellen, heeft juist op dit punt de modelkeuze nog een sterk voorlopig karakter.

5.4 Modellen Bos

5.4.1 Modelconcepten

Voor het simuleren van bosgroei en –ontwikkeling zijn op het moment een aantal modellen beschikbaar die te verdelen zijn in proces gebaseerde modellen (FORGRA, FORGRO, FORSPACE en SUMO) en niet-proces gebaseerde modellen (EFISCEN). In alle gevallen gaat het om modellen die groei en dynamiek van zowel monocultures als gemengd bos beschrijven. Voor de indicatoren van Bos ligt het accent op groei en houtopbrengst van verschillende bostypen (de financiële opbrengst wordt veelal nog niet beschouwd). Modellen die andere aspecten van bossystemen beschrijven worden niet in deze paragraaf behandeld. Modellen die de natuurlijkheid, diversiteit en landschapsbeleving van bossystemen beschrijven wordt genoemd in de paragrafen 5.2 en 5.3. Modellen die de vitaliteit van het bos beschrijven, zoals dat in vitaliteitsmeetnetprogramma's wordt onderzocht (naald/bladbezetting; verkleuring etc.), zijn niet beschikbaar.

Niet-proces georiënteerde modellen

De niet-proces gebaseerde modellen berekenen op grond van groei en opbrengst tabellen of groeicurven en het bosareaal de verandering in houtopbrengst of koolstofvastlegging bij verschillende beheersscenario's van een bepaald gebied of land. Het model EFISCEN maakt gebruik van areaal-matrix simulatie om de Europese bosontwikkeling te simuleren voor bijvoorbeeld een periode van 50-100 jaar. Onder diverse scenario's van beheer en vraag naar houtproducten wordt de ontwikkeling van het bos gesimuleerd in termen van bijvoorbeeld leeftijdsclassenverdeling, staande voorraad en bijgroei. Als basis worden bosinventarisatie gegevens gebruikt per land. Voor Nederland zijn de HOSP data van 3000 plots beschikbaar, en kunnen analyses afhankelijk van de gewenste mate van detail worden uitgevoerd. Dit kan per regio in Nederland of per eigenaarsklasse, bostypen e.d.. Daarnaast kunnen nationale ontwikkelingen in een internationaal perspectief worden geplaatst omdat de Nederlandse analyse een onderdeel is van de Europese schaal geharmoniseerde projectie. Hierdoor zijn resultaten per land onderling te vergelijken en te koppelen. EFISCEN wordt nu verder ontwikkeld in 2 lijnen: 1) het incorporeren van een meer natuurgericht bosbeheer in Europa en lange termijn analyse van de gevolgen hiervan; en 2) het incorporeren van de effecten van klimaatverandering voor Europese bossen en gevolgen voor de koolstofbalans.

Proces georiënteerde modellen

Voor de proces modellen gaat het om relatief rekenintensieve modellen die berekeningen uitvoeren op dag, maand of jaarbasis. De duur van een simulatie hangt vooral af van de gekozen tijdshorizont (10-tallen jaren) en ruimtelijke resolutie (25x25- 250-250m). Behalve het model FORSPACE gaat het steeds om puntmodellen, die op een rasterbasis van een willekeurige schaal zijn uit te voeren, mits voldoende invoergegevens voorhanden zijn. Deze modellen beschrijven in verschillende mate van detail lichtonderschepping, fotosynthese, ademhaling, allocatie van assimilaten en daarmee de groei van verschillende plantencomponenten. De potentiële groei wordt dus steeds door de hoeveelheid onderschept licht bepaald. Deze potentiële groei wordt vervolgens verminderd door limiterende factoren zoals water en nutriëntenbeschikbaarheid. De potentiële groei kan eveneens niet gehaald worden, doordat biomassa verwijderd wordt, hetzij door dunning, oogst, of begrazing (beheer) of door brand of storm. Concurrentie tussen soorten/vegetatiestructuurtypen gaat om licht en, afhankelijk van het model, om water en nutriënten.

Het model FORGRO heeft als doel de primaire productie van bos te berekenen onder invloed van bosbouwkundigbeheer en abiotische factoren. Afhankelijk van de gebruikte modelversie kunnen limiterende factoren optreden zoals gebrek aan water of nutriënten. Verder kan de groei beïnvloed worden door systeemvreemde stoffen, zoals luchtverontreiniging, en kan de lange-termijn effecten van klimaatveranderingsscenario's doorgerekend worden. De databehoeft is daarmee afhankelijk van de modeltoepassing. Op dit moment is FORGRO voor de belangrijkste Nederlandse boomsoorten geparametriseerd.

Het model FORGRA heeft als doel de effecten van begrazing op bos/structuurontwikkeling te voorspellen. De nadruk ligt daarbij op de voedselkeuze van een vast aantal hoefdieren in een dynamische vegetatie. Op dit moment kan FORGRA worden toegepast op de Veluwe. FORSPACE heeft als doel de effecten te analyseren van landschapsvormende processen zoals begrazing, brand voor grote bos- en natuurgebieden, op de verdeling van dominante vegetatietypen en de aantalsontwikkeling van hoefdieren (zie ook vegetatiemodellen, paragraaf 5.2.2). Mogelijke kaartuitvoer betreft de ruimtelijke verdeling van geschikt habitatgebied van indicatorsoorten, zodat met het kennismodel LARCH de verandering in duurzaamheid van deze soorten in een dynamische landschap bepaald kan worden (zie ook faunamodellen, paragraaf 5.2.1). Voor houtproductie levert dit model geen directe uitvoer.

SUMO is een module die in combinatie met SMART in staat is om vegetatiegroei en ontwikkeling te simuleren. Een van de vegetatietypen waarvoor dit mogelijk is, is bos. De module kan zowel de ontwikkeling van bestaand bos als de ontwikkeling van elk vegetatietype tot bos simuleren. De benodigde bodemkundige gegevens worden geleverd door het model SMART. De module simuleert successie voor vegetatielagen per jaar voor een periode naar keuze. Doel van SUMO is het kwantitatief modelleren van vegetatiesuccessie,

zodat aansluiting gemaakt kan worden met de modules SMART en MOVE uit de Natuurplanner (zie ook 5.2.1); het verzamelen van gegevens voor parametrisatie en kalibratie (groei, C/N, spruit/wortel, strooiselval, strooiselkwaliteit) per groeivorm. Sturende factoren in de module zijn licht-, vocht- en stikstofbeschikbaarheid. Hierbij worden de laatste twee geleverd door of via SMART en is de eerste afhankelijk van de bladbiomassa. De biomassa en de vegetatiestructuur worden in de module ingevoerd. SUMO is een puntmodule en kan dus in principe op elke schaal uitspraken doen, het is echter wel afhankelijk van de gebruikte schaal binnen SMART (ook een puntmodel), hetgeen in de praktijk neer zal komen op 250 bij 250 m.

5.4.2 Afweging en modelkeuze

Het model EFISCEN lijkt het meest geschikte model om de verandering in productiviteit van de belangrijkste Nederlandse bostypen door te rekenen. Modeluitvoer betreft dan groei en houtopbrengst per bostype. Dit kan zonder veel problemen landsdekkend worden uitgevoerd, wat ook al is voorzien in de context van lopende projecten. Veel van de benodigde gegevens zijn al beschikbaar of zullen in de loop van volgend jaar beschikbaar zijn. Met dit model kunnen desgewenst ook de effecten van b.v. verdroging en beheer (en evt. van klimaatverandering) geëvalueerd worden. Hiertoe is een voor-berekening met het procesmodel FORGRO nodig. Dit houdt in dat voor ieder bostypen de effecten (%-verandering) van genoemde factoren op de invoertabellen van EFISCEN berekend moeten worden. In de context van klimaatverandering (temperatuur, CO₂, neerslag) wordt hier al in voorzien in het kader van een Europees onderzoeksproject. Vertaling van houtopbrengst naar de, in paragraaf 4.3 genoemde, concrete beleidsdoelstellingen (zeldvoorzieningsgraad en rendementdoelstellingen) dient nog aanvullende aandacht te krijgen. Voor andere Verthema's is het mogelijk dat operationele procesmodellen hiervoor worden ingezet. Voor het evalueren van beheer van grote bos-en natuurgebieden waarbij begrazing of mogelijk andere landschapsvormende processen een rol spelen, kunnen de modellen SUMO, FORGRA en FORSPACE gebruikt worden (zie ook paragraaf 5.2.2). Door koppeling van deze modellen met EFISCEN zouden dan t.z.t. ook de effecten van o.a. beheer op de houtproductie geëvalueerd kunnen worden.

Conclusie/voorstel tot besluit

Voorgesteld wordt om EFISCEN op te nemen in het kerninstrumentarium van het Natuurplanbureau.

6. Fysieke stroomlijning en gemeenschappelijke databestanden

6.1 Fysieke stroomlijning

Aangezien veel van de modellen gekoppeld zijn in een al dan niet fysieke modellentrein is het van belang dat de datacommunicatie tussen de verschillende modellen goed geregeld wordt. Dit kan enerzijds gebeuren door fysiek koppeling van modellen in modellenplatforms. Anderzijds kan stroomlijning gerealiseerd worden door het beheer van de datastroom tussen fysiek gescheiden modellen.

Van belang daarbij is te melden dat momenteel op de verschillende instituten wordt gewerkt aan modellenplatforms waarin de fysieke koppeling en stroomlijning van modellen plaats krijgt. Enkele voorbeelden van modellenplatforms voor terrestrische natuur zijn de Natuurplanner, DSS Groene Ruimte en WARUMEC. Voor mariene en aquatische modellen zijn en/of worden eveneens platforms ontwikkeld. In de Natuurplanner worden modellen voor Natuur gekoppeld. Andere platforms zijn WARUMEC en DSS Groene Ruimte die zich niet beperken tot het aspect Natuur. Afstemming op IT gebied vindt zowel binnen als tussen de verschillende instituten plaats. Platforms zoals de Natuurplanner en de DSS Groene Ruimte koppelen de verschillende modellen in een geautomatiseerde modellentrein. Het platform beheert ten behoeve van de stroomlijning van gegevens de datastroom tussen de modellen, waarbij de afzonderlijke modellen steeds uitgaan van één en dezelfde set van basisbestanden. In platforms zoals WARUMEC wordt niet altijd een echte koppeling tussen de verschillende modellen gelegd, daarentegen wordt veelal gebruik gemaakt van uitkomsten of sterk vereenvoudigde versies van verschillende modellen. De Natuurplanner is begonnen als een platform voor de modellen SMART en MOVE. Momenteel wordt gewerkt aan inbreng van NTM en LARCH. Later dit jaar is inbreng van aquatische modellen zoals AQUACID gepland. Daarnaast bevat de Natuurplanner geografische invoerbestanden voor deze modellen. De Natuurplanner ontwikkelt zich daarbij tot een platform voor Natuur modellen. De DSS Groene Ruimte is een modellenplatform, waarmee via scenario's de gevolgen van ruimtelijke ingrepen en milieumaatregelen voor de kwaliteiten van het landelijk gebied kunnen worden geanalyseerd. Het gebruik van het systeem is primair gericht op de Milieu- en Natuurplanbureau functies. Centraal element in de DSS zijn oorzaak-gevolg-ketens. Deze beschrijven de onderlinge beïnvloeding tussen ruimtelijke functies, als landbouw, natuur, waterwinning, recreatie. De oorzaak-gevolg-ketens worden onderverdeeld in 4 componenten: druk-analyse, effect-analyse, eisen-analyse en analyse van de gebruiksruimte. Hiertoe worden vanuit het platform procesmodellen aangestuurd, b.v. een abiotisch (hydrologische) model zoals LGM of een natuurmodel zoals LARCH. WARUMEC is een modelplatform

ontwikkeld voor het uitvoeren van quick-scan evaluaties van ruimtelijke scenario's op hun gevolgen voor waterhuishouding, landschap, ecologie, milieu en economie. Ook geeft het systeem informatie over de geschiktheid voor ruimtegebruiksvormen. In WARUMEC worden landsdekkende gegevens over de huidige toestand, geschiktheid en kwaliteit gecombineerd met modellen en modelresultaten. Een verschil met andere modelplatforms is dat in WARUMEC de kennis uit modellen of modelresultaten veelal eerst vertaald is naar eenvoudige beslisregels vervat in kennistabellen, analytische en/of statistische formules. Anders dan in de DSS Groene Ruimte zijn de eigenlijke modellen niet altijd afzonderlijk herkenbaar, waardoor bij modelontwikkelingen de stroomlijning van datastroom binnen het platform moet worden aangepast. Daarnaast wordt door de koppeling op het niveau van modelresultaten niet altijd gegarandeerd dat steeds wordt uitgegaan van één en dezelfde set aan geografische basisinformatie (zie ook paragraaf 6.2).

Voor de fysieke stroomlijning van modellen kan koppeling in modellenplatforms soms wenselijk zijn, zeker wanneer de afzonderlijke modellen sterk gebruik maken van elkaars gegevens. Momenteel lopen mede in het kader van het planbureau een aantal studies naar de wenselijkheid en mogelijkheden van modellenplatforms.

Ten aanzien van, deels parallel lopende, ontwikkelingen in WARUMEC en DSS Groene Ruimte is recent ook een afstemmingstraject in gang gezet. In het kader van de stroomlijning van ecologische modellen dient daarbij te worden opgemerkt dat in WARUMEC niet de altijd de modellen uit het voorgestelde kerninstrumentarium zijn opgenomen. Mogelijk biedt WARUMEC wel voordelen voor quick-scan analyses, waarbij op een globalere wijze een eerste indruk gegeven kan worden van de bedreigingen, effecten en randvoorwaarden voor Natuur, Bos en Landschap. Als quick-scan methode zou WARUMEC dan ook op een minder gedetailleerd niveau uitspraken moeten doen (b.v. niet op soortsniveau), dan het kerninstrumentarium. Wanneer er bij het Natuurplanbureau naast gedetailleerdere modellentreinen behoefte bestaat aan een dergelijk quick-scan instrumentarium is het wel van belang dat beide instrumenten uitgaan van zoveel mogelijk vergelijkbare basisinformatie (alleen detailniveau verschillen) en dat de uiteindelijke resultaten zich goed tot elkaar verhouden.

Conclusie/voorstel tot besluit

Voor de fysieke stroomlijning van sommige modellen kan koppeling in modellenplatforms in één IT-omgeving wenselijk zijn, zeker wanneer de afzonderlijke modellen in een keten gebruikt worden of uitgaan van dezelfde basis informatie. Voorstel is om de conclusies van al lopende projecten naar de wenselijkheid, de mogelijkheden en de IT/concept-eisen af te wachten. Voorts wordt voorgesteld om in de datastromen tussen de verschillende modellen te inventariseren, opdat afstemmings- en beheersplannen t.a.v. datastroom en productieroutes kunnen worden opgezet.

6.2 Gemeenschappelijke databestanden

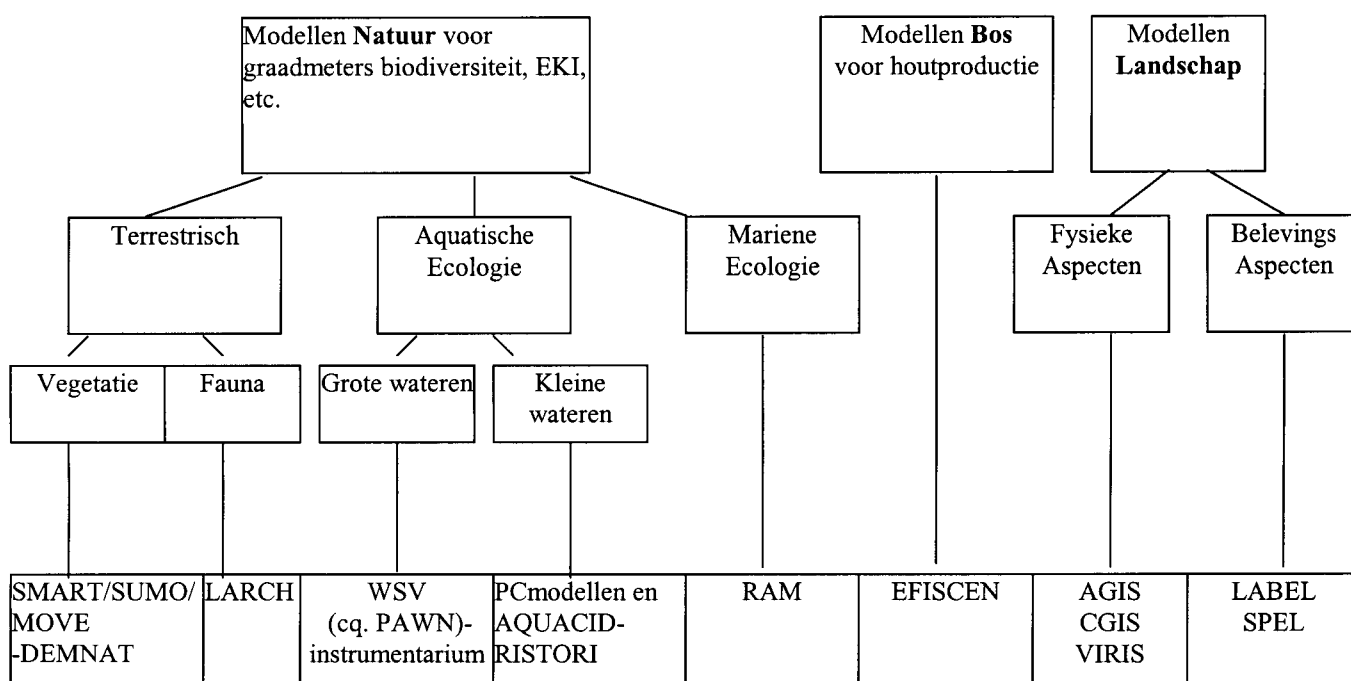
Een belangrijk knelpunt bij de inzet van een omvangrijk instrumentarium bestaande uit afzonderlijke modellen is de onderlinge consistentie van het gebruikte geografische basismateriaal. Veel modellen voor Natuur, Bos en Landschap alsmede de daaraan voorgeschakelde abiotische milieumodellen gebruiken hetzelfde type geografische informatie. Van belang is echter dat ook steeds uitgegaan wordt van precies dezelfde bestanden en versies daarvan. In het verleden zijn door het gebruik van verschillen in basiskaarten modelresultaten gepresenteerd die niet geheel consistent waren. Bij de stroomlijning van het kerninstrumentarium zou dan ook veel aandacht besteed moeten worden aan de opbouw van een centraal en consistente set van basiskaarten. Het betreft zowel scenario-bestanden (toekomstig landgebruik, depositie e.d.), ruimtelijke basisbestanden voor de actuele typering bodem, landschap, vegetatie (w.o. boskaarten) en hydrologie (b.v. Grondwatertrap kaarten, kwel(type)kaart e.d.) alsmede ruimtelijke kaartbeelden van de beoogde beleidsdoelen (b.v. kaart van de gewenste natuurdoeltypen).

Conclusie/voorstel tot besluit

Voorgesteld wordt om de productieroutes van uiteindelijke graadmeters/indicatoren te beschrijven en zodanig te identificeren waar gelijksoortige geografische informatie wordt gebruikt. Centraal databeheer is noodzakelijk om juist op deze plaatsen in de modellentrein de consistentie van geografische basisinformatie te bewaken. Voorgesteld wordt om daarnaast tot een standaard-format voor de geografische invoerbestanden te komen. Voor Landschap, Bos en Natuur Terrestrisch zou standaard uitgegaan kunnen worden van (grid-georiënteerde) bestanden met gridgrootte van 250x250 m (zie ook paragraaf 5.1).

7. Conclusies en aanbevelingen

- Sommige van de nu voorgestelde modellen zijn nog niet uit ontwikkeld maar volgens planning wel operationeel voor de NVK2001 (modeleis). Indien er desondanks t.a.v. validiteit en/of operationaliteit problemen voordoen in het voorgestelde kerninstrumentarium, zou tijdig teruggevallen moeten kunnen worden op oudere operationele versies en/of andere nu niet geselecteerde modellen (v.b. ecotoopmodellen i.p.v. soortsmodellen en vuistregelmodellen i.p.v. procesmodellen). Een dergelijk vangnetscenario is niet in deze studie uitgewerkt. Voorgesteld wordt om de wenselijkheid (t.a.v. risico vermindering) en beperkingen (t.a.v. gebruik van niet primair gekozen modellen) van een dergelijk vangnet te onderzoeken.
- Voorgesteld wordt om voor de NVK2001 uit te gaan van het volgende kerninstrumentarium



- Voor Fauna Terrestrisch als kerninstrumentarium gebruik te maken van LARCH. Voor uitspraken over specifieke indicatoren/graadmeters die (nog) niet door LARCH gedekt worden, dient vooralsnog gebruik gemaakt te worden van specifieke (door)vergiftigingsmodellen en/of specifieke effectmodellen (METAPHOR). In de toekomst kunnen de uitkomsten van wellicht ook andere modellen in LARCH geïncorporeerd worden. Onderzocht kan daarbij worden of de modelstructuur van de habitatmodellering in LEDESS-SHAPE voordelen biedt t.o.v. de modelstructuur in LARCH.

- Voor Vegetatie Terrestrisch als kerninstrumentarium primair uit te gaan van SMART-SUMO-MOVE, maar waarbij zo spoedig mogelijk wordt uitgegaan van het nieuwe integrale model waarin de procesmodellering met SMART-SUMO-MOVE gekoppeld is aan de expert-benadering van DEMNAT, zodat de modelvoorspelling te verbeteren is met gebruikmaking van belangrijke elementen uit DEMNAT (m.n. het concept waarbij deels wordt uitgegaan van de huidige vegetatie). Door koppeling van de successiemodule SUMO met SMART/MOVE kunnen in de toekomst in dit model niet alleen voorspellingen gedaan worden over de soortensamenstelling maar ook over de structuur van de vegetatie, waarvoor SMART-SUMO-MOVE modelinvoer voor LARCH gaat berekenen. Deze koppeling is zeer wenselijk voor de stroomlijning van de natuurplanbureau modellen. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of de (deels abiotische) procesmodellering in NUCOM voordelen biedt ten aanzien van de abiotische procesmodellering met SMART.
- Voor Aquatische Ecologie zijn momenteel geen echt landsdekkende modellen beschikbaar. De conditie en bedreigingen van de aparte watersystemen zullen ieder door een specifieke modeltrein beschouwd moeten gaan worden, waarbij de onderlinge beïnvloeding vooralsnog grotendeels niet meegenomen kan worden. Voor grote zoete wateren en grote afwateringseenheden biedt het WSV/PAWN-instrumentarium met daarin o.a. MORRES-GIS vooralsnog de grootste mogelijkheden voor toepassingen bij de Natuurverkenningen 2001. Aandachtspunt daarbij is de relatieve slechte overeenkomst met het modelconcept zoals gebruikt in terrestrische systemen, m.n. wat betreft de aansluiting op graadmeters voor biodiversiteit. Aquatische modellen doen veelal uitspraken over soortengroepen (levensgemeenschappen, ecotopen, ecotopenonderklassen e.d.) terwijl veel terrestrische modellen uitspraken genereren over afzonderlijke soorten (en daaruit samen te stellen soortengroepen). De soortengroepsbenadering bemoeilijkt de aansluiting met beleid op doelsoortniveau en de EKI-benadering. Van belang voor het natuurplanbureau is dat het onderlinge verband (verschillen en overeenkomsten) tussen de verschillende beschouwde soortengroepen (zowel in terrestrische als in aquatische) modellen eenduidig worden beschreven (b.v. in vertalingstabellen), waarbij tevens duidelijk wordt welke afzonderlijke soorten behoren tot de verschillende soortengroepen. RIZA ziet voldoende mogelijkheden om de uitkomsten van ecotoopmodellering verder te vertalen naar uitspraken op soortsniveau. Vooralsnog wordt echter door het RIZA primair ingezet op de verbetering van de ecotoopmodellering, de vertaling naar soortniveau krijgt daarbij minder prioriteit. Intensievere afstemming tussen planbureau en RIZA is dan ook wenselijk, o.a. in de vorm van overleg en terugkoppeling over de specifieke soortsinvulling. Wat betreft het WSV/PAWN-instrumentarium moet daarnaast gerealiseerd worden dat er overlap bestaat tussen de terrestrische faunamodellen (LARCH) en de aquatische faunamodellen (MORRES) wat betreft een aantal diersoorten (m.n. vogelsoorten).

- Voor zover modellen -dit geldt met name voor enkele aquatische modellen (zie vorige punt)- nog niet de gewenste output in termen van soorten leveren (maar dit wel op termijn zullen gaan doen), is het van belang dat er voorlopig in ieder geval stroomlijning van de uitkomsten plaatsvindt. Het onderlinge verband tussen de verschillende soortengroepen dient eenduidig te worden beschreven (b.v. in vertalingstabellen).
- Voorts is van belang te realiseren dat ontwikkeltrajecten van aquatische en mariene modellen niet in fase lopen met de tijdstippen waarop Natuurverkenningen dienen te verschijnen. Dit kan betekenen dat zonder tijdige bijsturing, in de NVK2001 niet beschikt zou kunnen worden over operationele beheerde versies van de modellen. Daarom is het aan te raden om voor de productie van de NVK2001 op korte termijn afspraken te maken met het RIZA over de keuze of het PAWN/WSV instrumentarium operationeel te houden of de ontwikkeling van het nieuwe instrumentarium zo te faseren of te versnellen dat dit inzetbaar zal zijn.
- Voor de kleine wateren kan gebruik gemaakt worden van (t.z.t.) het consensusmodel RISTORI (w.o. macrofauna) en de daarbij behorende modellen AQUACID, PCDitch, PCLake en PCStream, zoals die ook zullen worden ingebouwd in (of gekoppeld aan) de Natuurplanner. Hiermee zal een betere aansluiting te krijgen zijn met de modellering van terrestrische systemen. Voor de Natuurverkenningen in 2001 zal daarmee een landelijk beeld van beken, sloten en (wellicht ook) plassen verkregen kunnen worden. Ten aanzien van keuzen ten behoeve van gebruik van specifieke modellen zoals DBS of PCLake in het kader van RISTORI, wordt aangeraden om de conclusies af te wachten van lopende discussies binnen het RISTORI-project.
- Voor Marien (Noordzee en Waddenzee) zal uitgegaan moeten worden van het RAM-instrumentarium. Belangrijk aandachtspunt hierbij is het grote verschil met de modelconcepten zoals gebruikt bij terrestrische modellen, m.n. wat betreft de aansluiting met graadmeters voor soorten/biodiversiteit en beleid. Ook hier is het van belang dat voor de modelinzet ten behoeve van de NVK2001 tijdig terugkoppeling met het RIKZ plaats vindt.
- Voor Landschap wordt als kerninstrumentarium voorgesteld gebruik te maken van AGIS, (aardkunde en geomorfologie), CHIS (cultuurhistorie) en VIRIS (ruimtelijk/visuele aspecten). Voor landschapsbeleving door recreanten wordt LABEL voorgesteld. Voor beleving van landschap en landschapsveranderingen door bewoners wordt SPEL aanbevolen.
- Voor Bos wordt voorgesteld om als kerninstrumentarium primair uit te gaan van EFISCEN, waarmee indicatoren voor houtproductie geleverd kunnen worden. Vertaling naar bedrijfseconomische aspecten is daarbij nog een aandachtspunt.
- De mate van uitwerking van het kerninstrumentarium varieert sterk. Het voorgestelde kerninstrumentarium voor Vegetatie Terrestrisch en Fauna Terrestrisch bestaat al uit redelijk uitgekristalliseerde en beproefde modellijnen. De modellen(opzet) voor kleine wateren sluiten hierop uitstekend aan. De voorgestelde modellentrein voor grotere wateren en het Mariene deel bestaan uit een minder samenhangend systeem, waarbij de

modeluitvoer tevens minder direct aansluit bij het graadmeterconcept. Een betere afstemming is hier wenselijk. Voor het berekenen van het productieaspect van Bos wordt EFISCEN voorgesteld, hetgeen nieuw is voor natuurverkenningen, zodat het testen van het gebruik hiervan wordt aangeraden. Voor Landschap geldt dat de modellen nog sterk in ontwikkeling zijn, derhalve heeft de inrichting van het kerninstrumentarium op dit punt nog een voorlopig karakter.

- Op het vlak van de modelontwikkeling voor de terrestrische natuur zijn momenteel grote veranderingen gaande, waarbij (bij de verschillende onderzoeksgroepen en instituten) uitgaande van steeds dezelfde afzonderlijke modellen nieuwe onderlinge koppelingen worden gerealiseerd (zie ook Frajon et al., 1998). Zo wordt gewerkt aan de koppeling van SMART met DEMNAT, MOVE en NTM. Tevens bestaan in de verschillende instituten plannen voor koppeling tussen LARCH enerzijds met LEDESS-VEG, SMART/SUMO/MOVE en FORSPACE anderzijds. Voor het planbureau is van belang om deze ontwikkelingen goed te volgen en waar mogelijk beter op elkaar af te stemmen, zodat op een efficiënte wijze vorm gegeven zal worden aan het opzetten van een goed natuurplanbureau instrumentarium. Gezien de voorgestelde keuze van de afzonderlijke modellen is het voor het planbureau gewenst dat de koppeling tussen SMART/SUMO/MOVE en LARCH, alsmede de integratie van DEMNAT en SMART/SUMO/MOVE de meeste prioriteit krijgen.
- De ontwikkelingen op het gebied van de koppeling van verschillende modellen (zowel terrestrisch als aquatisch en zowel fauna als flora) binnen de Natuurplanner is zeer bemoedigend voor de ontwikkeling van een samenhangend modelinstrumentarium voor het Natuurplanbureau. Aannemelijk is dat door deze koppeling meer inzicht wordt verkregen in het gedrag van gehele modeltreinen en op een efficiëntere wijze gewerkt kan worden aan modelverbetering en –ontwikkeling.
- Op het vlak van Landschap worden momenteel twee, deels concurrerende modelplatforms, ontwikkeld (DSS Groene Ruimte en WARUMEC). De daarin gebruikte afzonderlijke modellen (c.q. waarderingsmethoden voor Landschapsaspecten) zijn echter vrijwel identiek (b.v. de methode Oldeman voor effecten op relief, de methode Goossen voor recreatieve kwaliteiten alsmede de methoden voor kenmerkendheid, zeldzaamheid en de maat voor ruimte). Met name de mate van het beschouwde detail in de oorzaak-effect keten verschilt echter, waarbij in DSS Groene Ruimte is gekozen voor meer detail en in WARUMEC nu uitgegaan wordt van meer eenvoudige relaties. Het uiteindelijk doel van de ontwikkeling van WARUMEC is echter ook om t.z.t. meer detail te gaan beschouwen, waardoor de (conceptuele) verschillen ook zullen verdwijnen. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of niet een vroegtijdige plaatsbepaling en/of afstemming wenselijk is, waardoor een efficiëntere modelontwikkeling van een kerninstrument voor Landschap mogelijk wordt. Deels is dit voorzien in lopende afstemmingsprojecten.
- De verschillende voorgestelde kernmodellen bevatten nog vaak verschillende belangrijke knelpunten, vaak op het gebied van de daadwerkelijke koppeling tussen de verschillende modellen. Het veelal ontbreken van handleidingen en adequate modelbeschrijvingen

alsmede het ontbreken van aanwezigheid van voldoende gebundelde kennis en ervaring op het gebied van het doorlopen van de gehele modellentrein bemoeilijkt de oplossing van deze knelpunten. Voor het goed vervullen van de Natuurplanbureau functie is het noodzakelijk dat de kennis over de werking van de totale modellentrein beter in kaart gebracht wordt. Beheer van modellen zal daarbij niet alleen maar gericht moeten zijn op de afzonderlijke modellen maar ook op de totale modelketen. Aanbevolen wordt om in ieder geval de verschillende voorgestelde ketens van kerninstrumenten te beschrijven in termen van productieroutes en in termen van modelin- en uitvoer. Aanbevolen wordt daarnaast om de resultaten van lopende afstemmingsprojecten t.a.v. modellenplatforms en daarin gebruikte IT-concepten af te wachten.

- In het algemeen is bij ontwikkeling, beheer en gebruik van de modellen meer aandacht gewenst voor toetsing en gevoeligheidsanalyse/validatie. De resultaten van deze toetsing en validatie zullen daarbij sturend zijn voor (prioritering van) verdere modelontwikkeling.
- Vooral nog is er naast soorten en arealen begroeiingstypen/natuurdoeltypen geen directe behoefte aan andere graadmeters voor 'natuur', zoals natuurlijkheids indicatoren of landschapsecologische indicatoren. Deze aspecten zijn in de modellen nl. te operationaliseren op basis van soorten. Natuurlijkheid kan geoperationaliseerd worden op basis van soorten (b.v. de aanwezigheid van zwarte ooievaar, edelhert). Aangezien deze soorten mogelijk pas na meer dan 100 jaar natuuronwikkeling verwacht mogen worden, kan overwogen worden voor een meetnet te zoeken naar sneller meetbare indicator b.v. dood hout; voor een model is zo'n tijdshorizon geen wezenlijk beperkend argument en kan vastgehouden worden aan soorten als graadmeter. Recent is onderzocht hoe landschaps-ecologische indicatoren/graadmeters in de toekomst geoperationaliseerd kunnen worden (Jansen, 1998). Schaling en daarmee de waardering van de onderliggende procesindicatoren vormen een nog onopgelost probleem (wat is de betekenis van veel of weinig stroming en/of dynamiek?; zo vraagt de auteur Jansen zichzelf af, 1998 pag. 38-39). Momenteel wordt wel verder gewerkt aan dergelijke methoden en GIS-bestanden met name voor de patroon-graadmeter 'ruimtelijke samenhang' en de proces-graadmeter 'connectiviteit'. Daarna wordt de procesgraadmeter 'hydrologische relaties' uitgewerkt op basis van hydrochoren. Naar verwachting zullen de methoden en GIS-bestanden voor deze drie graadmeters in 2000 zijn voltooid, in ieder geval binnen de EHS en het Nationaal Landschaps Patroon (minimale resolutie 1 x 1km). Vooral nog staat een dergelijke operationalisatie van de landschapsecologische graadmeters ver af van graadmeter voor de (levende) Natuur zoals genoemd in het graadmeterrapport van Reiling et al. (1998) (primair o.b.v. soorten en arealen). In de voorgestelde modellen voor Natuur en Aquatische ecologie worden de effecten van b.v. bovengenoemde versnippering en hydrologische relaties doorvertaald naar graadmeters o.b.v. soorten en arealen.

Literatuur

Bij de totstandkoming van dit rapport is gebruik gemaakt van informatie vastgelegd in een groot aantal rapporten over afzonderlijke modellen. Niet al deze verwijzingen zijn opgenomen in deze literatuuropgave.

Baalen, S.J.A. van, F.J. Stoppelenburg en A.C. Garritsen (1997). Kennisoverzicht instrumentarium verdrogingsbestrijding. NOV-rapport 13-1. RIZA, Lelystad.

Bartelink, H.H. (1998). Simulation of forest growth in mixed stands of Douglas-fir and beech. Proefschrift LUW.

Berg, A.E. van den, I.M. van den Top, R.P. Kranendonk (1998). Natuurwensen van stadsmensen. Een eerste aanzet tot het ontwikkelen van een model voor het meten van de gebruiks- en belevingskwaliteit van natuur. Wageningen, IBN-DLO, Rapport 367 en SC-DLO.

Bischoff, N.T., E. Dammers, W. van Eck, J. van Os en J. Pijl (1997). Monitoring Groene Ruimte. Pilotstudie voor twee gebieden. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 528.

Brink, B. ter, Y. Hoogeveen, A. van Strien (1997). Het ecologisch kapitaal. In Slooff et al. Het leefomgevingskapitaal in Nederland; zoeken naar balans. RIVM.

CBS, IKC-N, RIVM (in prep.) Hoofdrapport NEM. Van meetdoelen naar meetnetten. Gezamenlijk rapport.

Coeterier, J.F. (1997). Een meetinstrument voor de belevingswaarde van landschappen. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 559 en IKC-Natuurbeheer, Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 9.

Dijkstra, H. en J. Roos-Klein Lankhorst (1995). Haalbaarheidsstudie Meetnet Landschap. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 390.

DLO (1998) Verslag bijeenkomst graadmeteronderzoek DLO programma Natuurplanbureau d.d. 31-3-1998

During, R. (1997). Toetsen van ecosysteemontwikkeling in watersystemen. RIZA-rapport 97.040. Rapport RIKZ 97.029. SC-DLO-rapport 479. IKC Natuurbeheer rapport C-14.

FLORON (1997) Een ecologische kapitaal index voor de flora.

Farjon, J.M.J., J. Verboom, A.M.C.F. Buit, R.P.B. Foppen, R. Jochem, W.C. Knol en P. Kuivenhoven. Koppeling van natuurmodellen voor nationale natuur- en milieuverkenningen. Een verkenning van de mogelijkheden. IBN-rapport 319. Wageningen.

Goossen, C.M., F. Langers en J.F.A. Lous (1997). Indicatoren voor recreatieve kwaliteiten in het landelijk gebied. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 584.

Gremmen, N.J.M. (1990). Natuurtechnisch model voor de beschrijving en voorspelling van effecten van veranderingen in waterregiem op de waarde van een gebied vanuit natuurbehoudsstandpunt; IV. Herziening en verificatie van het model. SWNBL-rapport 1r SWNBL, Utrecht.

Graveland, J. & J. Knaapen (1998) Vergelijking landschapsecologische modellen IBN en SC. DLO-rapport

Hoffmans, W. H. (1998). Waardering van de groene ruimte. Op weg naar een operationeel waarderingssysteem. RIVM-rapport 408505002, RIVM. Bilthoven.

Iedema W en Breukers C (1997) Definitiestudie instrumentarium waterhuishouding in het Natte Hart. Samenvattend hoofd rapport. RIZA rapport 97.086. RIZA, Lelystad

Jans, L. (1997) Inventarisatie en toepassing ecologische modellen. Definitiefase Instrumentarium Waterhuishouding in 't Natte Hart. RIZA-werkdocument 97.045x, Lelystad.

Kramer, K. (1996). Phenology and growth of European trees in relation to climate change. Proefschrift LUW.

Kros, J., G.J. Reinds, W. de Vries, J.B. Latour, M.J.S. Bollen (1995) Modelling soil acidity and nitrogen availability in natural ecosystems in response to changes in acid deposition and hydrology. SC-report 95. SC-DLO, Wageningen.

Langevelde, F. (in prep). Verandering in het landschap: beschrijving en beoordeling; beleving en intrinsieke waarden. Bilthoven, RIVM.

Latour, J.B., I.G. Staritsky, J.R.M. Alkemade en J. Wiertz (1997). De Natuurplanner. Decision Support System natuur en milieu. Versie 1.1. RIVM-rapport 711901019. RIVM, Bilthoven.

Mohren, G.M.J. (1987). Simulation of forest growth, applied to Douglas fir in The Netherlands. Proefschrift LUW.

Nienhuis, J.G. en W.J. Willems (1997) LBG Evaluatie MV4 en NV97. Interne LBG Notitie. RIVM. Bilthoven.

Nijs, A.C.M. de en Vixseboxse, E. (1998) Model catalogus Verkenningen 1997. RIVM-rapport 408505003. RIVM, Bilthoven.

Reiling, R., Latour, J.B., Bink, R.J. en Lammers, G.W. (in prep) Naar graadmeters voor natuurbalansen en natuurverkenningen. RIVM-rapport. RIVM, Bilthoven.

RIVM (1997) Natuurverkenningen 1997. Bilthoven.

RIVM (1997) Nationale Milieuverkenningen 4, 1997-2020. Bilthoven.

RIVM (1998) Leefomgevingsbalans; voorzet voor vorm en inhoud. Bilthoven.

RIVM en DLO (1998) Natuurbalans 98. Bilthoven.

RIZA, STOWA, RIVM, IBN-DLO, LUW, Witteveen en Bos (1997) Ristori. Effectmodule regionale watersystemen: Herziening plan van aanpak fase I.

RMNO. Rapport Biodiversiteit, omgevingskwaliteit voor biodiversiteit. Publikatie RMNO nr. 113

Segeren, A.H.J. en P.A.M. Visschedijk, 1997. Het recreatie gebruik van SBB-terreinen in de regio Brabant-West. Wageningen, IBN-DLO, Rapport 264.

SOVON (1997). Ecologisch kapitaal index voor vogels; een verkenning. SOVON-onderzoeksrapport 97/07.

Stichting Recreatie, 1997. Indicatoren voor het meten van kwaliteit. Den Haag.

Tosserams, M., L. Jans en B. van der Plas (1998) Ecotopenmodel IJsselmeergebied (ECOMIJ 1.0). RIZA Werkdocument 98.077x.

Van Ek, R., J.P.M. Witte, J. Runhaar, F. Klijn, J.G. Nienhuis en J. Hoogeveen (1996). Beschrijving van het ecologische model DEMNAT versie 2.1 DEMNAT-2.1 rapport 1 (hoofdrapport). RIZA rapport 96.059, Lelystad, RIVM-rapport 715001003, Bilthoven.

Wamelink, G.W.W, C.J.F. ter Braak en H.F. Dobben (1997) De Nederlandse natuur in 2020: schatting van de potentiële natuurwaarde in drie scenario's. IBN-rapport 312, IBN-DLO, Wageningen.

Wiertz, J., J.R.M. Alkemade, B. Ten Brink en W. Ligtoet (in prep). Ontwerp voor Natuurplanner. Decision support systeem voor milieu en natuur versie 2.0 e.v. RIVM rapport

Wortelboer, F.G. (1994). RIVM Model Catalogue. RIVM-rapport 739400001.

Watersysteemverkenningen 1996. WSV-rapporten van RIKZ, RIZA RIVM, WL en RIVM.

Watersysteemverkenningen 1996. Modellen voor waterbeleid. RIZA-werdocument 94.129X.
RIKZ-rapport 94.037.

Bijlage 1 Verzendlijst

- 1 Directeur Generaal LNV, dr.ir. J. de Leeuw
- 2 dr. J. van Baalen (LNV-DWK)
- 3 ir. J.J.G.M. Backx (RIZA)
- 4 drs. D. Bal (IKC-N)
- 5 dr. A. Barendregt (vakgroep Milieukunde, UU)
- 6 dr. A. van Bennekom (RIZA)
- 7 prof. dr. ir. F. Berendse (vakgroep TON, LUW)
- 8 drs. A.C. Bertoen (IKC-N)
- 9 drs. C. Bisseling (IKC-N)
- 10 ir. H. Breschoten (SBB centraal)
- 11 drs. H. van Bohemen (RWS-DWW)
- 12 dr. J. Bos (IBN-DLO)
- 13 ir. A.W.J. Bosman (Natuurmonumenten)
- 14 dr. C.J.F. ter Braak (CPRO-DLO)
- 15 dr.ir. A. van den Brink (DLG Utrecht)
- 16 ir. R. Busink (LNV-N)
- 17 dr. A.D. Buijse (RIZA)
- 18 drs. M.J.R. Cals (RIZA)
- 19 drs. F.A.M. Claessen (RIZA)
- 20 drs. J. Clausman (provincie Zuid-Holland)
- 21 drs. L. van Campen (DGM/DWL)
- 22 dr. A. Cramer (RIKZ/ABL)
- 23 prof. dr. J. Cramer
- 24 dr. C. Denneman (DGM Bo)
- 25 dr. R. van Diggelen (vakgroep plantenoecologie, RUG)
- 26 dr. H.F. van Dobben (IBN-DLO)
- 27 drs. A. Don (LNV-dir. Natuur)
- 28 drs. L. Douw (LEI-DLO)
- 29 drs. H. Dijkstra (SC-DLO)
- 30 dr. W. Dubbink
- 31 drs. H. Duel (WL)
- 32 drs. R. van Ek (RIZA)
- 33 drs. A. Eijs (DGM-SVS)
- 34 drs. T. Garritsen (RIZA)
- 35 dr. R. Gast (IBN-DLO)
- 36 ir. E.F.M. Geilen (RIZA)
- 37 dr. A.P. Grootjans (vakgroep plantenoecologie, RUG)
- 38 prof. dr. J.M. van Groenendael (KUN)
- 39 ir. M. van Gijsen (SC-DLO)
- 40 drs. W.B. Harms (SC-DLO)
- 41 drs. A. Hassoldt (RIZA)
- 42 dr. G. Heil (vakgroep Botanische Oecologie, UU)
- 43 drs. N van Heijst (SBB centraal)
- 44 dr. L.W.A. Higler (IBN-DLO)
- 45 drs. P. Hinssen (IBN-DLO)

- 46 drs. Y. Hoogeveen (SC-DLO)
- 47 dr. S.H. Hosper (RIZA)
- 48 dr. E. de Hullu (SBB)
- 49 drs. E. Jagtman (RIKZ/OSB)
- 50 ir. L.H. Jans (RIZA)
- 51 drs. A.J.M. Jansen (KIWA)
- 52 drs. P.E. de Jongh (LNV-N)
- 53 S. Kabuta (RIKZ)
- 54 ir. H. Kamphuis (RPD,ROP)
- 55 drs. J. Karres (LNV-N)
- 56 drs. R.H. Kemmers (SC-DLO)
- 57 prof.. dr. K. Kerkstra (LUW)
- 58 drs. J. Keuning (RWS)
- 59 drs. M. Klein (IKC-N)
- 60 drs. A.H. van de Klundert (LNV-N)
- 61 dr. J. Klijn (SC-DLO)
- 62 dr. M. Knoester (RIKZ)
- 63 mr. W.J. Kooy (LNV-N)
- 64 ir. J. Kros (SC-DLO)
- 65 dr. A.L. Kuiters (IBN-DLO)
- 66 drs. C.B.F. Kuijpers (DGM, B)
- 67 dr. C. Kwakernaak (SC-DLO)
- 68 prof. dr. E. van der Maarel (RUG)
- 69 drs. A. Meuleman (KIWA)
- 70 dr. R. van der Meijden (Rijksherbarium)
- 71 dr. G.M.J. Mohren (vakgroep bosbouw, LUW)
- 72 drs. D. van der Molen (RIZA)
- 73 P. Nijhoff (Stichting Natuur en Milieu, Utrecht)
- 74 dr. H. Olf (vakgroep TON, LUW)
- 75 dr. P. Opdam (IBN-DLO)
- 76 ir. R. Pouwels (IBN-DLO)
- 77 prof. dr. H. Prins (TON-LUW)
- 78 drs. F.W. Prins
- 79 dr. A.H. Prins (IBN-DLO)
- 80 drs. J. van Laar (DLG centraal Utrecht)
- 81 dr. M.J.S.M. Reijnen (IBN-DLO)
- 82 dr. J.G.M. Roelofs (vakgroep Oecologie, KUN)
- 83 ir. E. Rost van Tonningen (IBN-DLO)
- 84 drs. J. Runhaar (SC-DLO)
- 85 drs. M. Rijken (Prov. Gelderland)
- 86 dr. W. Schaap (IKC-N)
- 87 dr. J.H.F. Schaminée (IBN-DLO)
- 88 drs. P.C. Schipper (SBB Driebergen)
- 89 dr. H. Siepel (IBN-DLO)
- 90 ir. M. Simons (DGM,B)
- 91 ir. P. Smeets (SC-DLO)
- 92 dr.ir. H. Smit (IKC-N)
- 93 dr. T. Smit (LNV-GRR)
- 94 dr. J. Spranger (IBN-DLO)
- 95 ir. T. Sprong (RIZA)

- 96 dr. E.G. Steingröver (IBN-DLO)
- 97 dr. A. van Strien (CBS)
- 98 drs. M.W.M. van der Tol (RIKZ/OSB)
- 99 dr. B.F. van Tooren (Natuur Monumenten)
- 100 ir. D. Tromp (RIKZ)
- 101 ir. J.F.M. van Vliet (DGM, DWL)
- 102 dr. F. Vera (LNV-BSB)
- 103 dr. J. Verboom (IBN-DLO)
- 104 dr. J.T.A. Verhoeven (vakgroep Botanische Oecologie, UU)
- 105 drs. J. Vissers (RWS)
- 106 dr.ir. W. de Vries (SC-DLO)
- 107 drs. B. van der Wal (STOWA)
- 108 dr. M. Wassen (vakgroep Milieukunde, UU)
- 109 drs. R.H. van Waveren (RIZA)
- 110 drs. E. Wijland (DLG centraal Utrecht)
- 111 prof. C. van Woerkum (LUW)
- 112 drs. K. Wulffraat (RIKZ/ABL)
- 113 dr. D. van Zaane (DLO-centraal)
- 114 dr. F.J. Zadelhoff (IKC-N)
- 115 dr. A.N. van der Zande (SC-DLO)
- 116 prof.ir. N.D. van Egmond
- 117 ir. F. Langeweg
- 118 ir. R. van den Berg
- 119 ing. G.P. Beugelink
- 120 L. Braat
- 121 ing. H.W.B. Bredenoord
- 122 ir. A.H.M. Bresser
- 123 drs. B.J.E. ten Brink
- 124 ir. W. van Duijvenbouden
- 125 prof.dr. H.J.P. Eijsackers
- 126 dr.ir. J.J.M. van Grinsven
- 127 drs. A. van der Giessen
- 128 ir. M. de Heer
- 129 drs. H. v.d. Heiligenberg
- 130 dr. A. van Hinsberg
- 131 dr. J. Hoekstra
- 132 drs. W.G. Lammers
- 133 dr. R. Leemans
- 134 dr. L. van Liere
- 135 drs. W. Ligtoet
- 136 drs. R.J.M. Maas
- 137 drs. R. Meijers
- 138 drs. J.G. Nienhuis
- 139 dr. J. Notenboom
- 140 drs. R. van Oostenbrugge
- 141 drs. H.J.W. Oosterveld
- 142 drs. R. Reiling
- 143 drs. R.J. van de Velde
- 144 dr. H.J.P.A. Verkaar
- 145 ir. K. Wieringa

- 146 drs. R. Wortelboer
- 147 Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- 148 Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
- 149 – 159 Auteurs
- 160 Bibliotheek IBN-DLO
- 161 Bibliotheek RIVM
- 162 Bibliotheek LWD/ECO
- 163 Bibliotheek LBG
- 164 Bibliotheek RIZA
- 165 Bibliotheek RIKZ
- 166 Bibliotheek SC-DLO
- 167 Depôt van Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie
- 168 – 178 Reserve exemplaren DGM
- 179 Bureau Rapportenregistratie
- 180 – 190 Bureau Rapportenbeheer

Bijlage 2: Modelbeschrijvingen

Modelbeschrijving AGIS (Aardkundig en Geomorfologisch InformatieSysteem)	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	Landelijk systeem voor de waardering van de aardkundige waarden en de voorspelling van geomorfologische aantasting
Milieu-thema's	Niet verbonden met de ver-thema's, wel met de aantasting van landschap, en het verdwijnen van aardkundige waarden
Modelschaal	Landelijk en regionaal
Rekenniveau	Grid van 1 x 1 km, ontwikkeling van vectorbestanden
Voorgeschakelde modellen	Geen
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	nu nog LKN-Geomorf, ontwikkeling naar invoer van een vectorbestand van de geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000; gebruik van de Signaleringskaart aardkundige waarden
Modeluitvoer	de mate van verandering/aantasting van grids met een meer of minder kenmerkende geomorfologische gesteldheid voor Nederland als geheel of voor gebieden/landschapstypen
Wetenschappelijke onderbouwing	Voorspelling volgens methode Oldeman/Koomen en gevoeligheidsanalyse van de waardering
Koppeling met meetnetten/NEM	Meetnet Landschap en MKGR
Informatica	ArcView
Ondersteuning	model is in ontwikkeling, nog geen gebruikershandleiding
Rapportage	Oldeman (1994) Maas en Wolfert (1997)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Geomorfologische kartering 1:50.000 van Nederland is voor ca. 2/3 deel van Nederland gebeurd • LKN-Geomorf is rasterbestand van 1 x 1 km; beperkt vectorbestand beschikbaar • Effecten kunnen alleen op globale manier worden bepaald; niet geschikt voor bijv. Signaleren egalisaties landbouwgronden • Verschillende AML's aanwezig voor voorspelling; nog niet uitgewerkt tot een coherent systeem • Validatie is beperkt • Gebruikershandleiding ontbreekt
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Opbouw van een vectorbestand (voor een deel van Nederland) • Uitwerking van de voorspellingsmodule • Ontwikkeling tot één systeem met verschillende modules • Mogelijk incorporeren van laserhoogtemetingen
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Verschillende projecten binnen SC-DLO

Modelbeschrijving AQUACID	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Dynamisch ecosysteemmodel dat de effecten beschrijft van atmosferische depositie op verzuring en vermisting van het ven.
Milieuthema's	Het model is primair ontwikkeld voor de thema's Vermesting en Verzuring.
Modelschaal	Afhankelijk van invoer/ Landelijke presentatie is mogelijk, na nabewerkingsstap met GIS
Rekenniveau	Object (ven)/Afhankelijk van invoer depositiegegevens
Voorgeschaalde modellen	Depositie modellen (zoals OPS)
Achtergeschakelde modellen	Ristori
Vereiste modelinvoer	Depositie (NO _x , NH _x , SO _x); Initiële concentraties
Modeluitvoer	Marcofyten-compositie. Er worden tot nu toe 2 gidssoorten beschreven (Oeverkruid en Knolrus). Momenteel wordt gewerkt aan uitbreiding met een aantal waterplanten en algen; Kritische depositieniveaus voor vennen
Wetenschappelijke onderbouwing	Kennis van de aanwezige vennen, waarnemingen in het kader van effectgerichte maatregelen. Momenteel wordt gewerkt aan remote sensing van alle vennen in Nederland voor de kalibratie van het model.
Koppeling met meetnetten/NEM	Momenteel wordt gewerkt aan remote sensing van alle vennen in Nederland voor de kalibratie van het model.
Informatica	FAME (Pascal of C)
Ondersteuning	Geen gebruikershandleiding/Technische documentatie is listings
Rapportage	<p>Wortelboer, F.G. & Aldenberg, T., 1989. FAME: Friendly Applied Modelling Environment, Version 2.2 User Manual. RIVM Report 718900001.</p> <p>Wortelboer, F.G., 1990. A model on the competition between two macrophyte species in acidifying shallow soft-water lakes in the Netherlands. Hydrobiol. Bull. 24, 91-107.</p> <p>Van Dam, H., Houweling, H., Wortelboer, F.G. & Erisman, J.W., 1996. Long-term changes of chemistry and biota in moorland pools in relation to changes in atmospheric deposition. AquaSense, report TEC 95.0709; IBN Research Report 96/6; RIVM report 732404007.</p> <p>Wortelboer, F.G., 1998. Calculations on acidified lakes with the model AquAcid. RIVM Report 703715003. (In prep.)</p>
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte flexibiliteit t.a.v. indicatoren (momenteel wordt gewerkt aan uitbreiding van het aantal beschouwde plantensoorten/algen) • Aansluiting met het depositiemodel: Depositiegegevens hebben niet het benodigde ruimtelijke detail/ Depositie op water niet goed geschat/ Geen gegevens over de pH van regenwater. • Model is beperkt gevalideerd (momenteel wordt gewerkt aan validatie o.b.v. monitoringsgegevens) • Geografische ligging van vennen vaak onvoldoende nauwkeurig bekend (momenteel wordt gewerkt aan aansluiting met meetnetten en monitoringsprogramma's) • Geografische verschillen tussen vennen onvoldoende bekend (zie vorige punt) • Geen gebruikersdocumentatie aanwezig
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<p>Koppeling aan de Natuurplanner</p> <p>Doorkoppeling naar response-functies</p> <p>Operationalisatie en validatie van de landelijke effectmodellering</p>
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Momenteel wordt gewerkt aan een project met uiteindelijk doel een operationele landelijke versie van AQUACID binnen de Natuurplanner.

Modelbeschrijving CATS-1/2	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	CATS-1: Voorspellingsmodel voor Cadmium-accumulatie in graslanden. CATS-2: Voorspellingsmodel voor accumulatie van toxische stoffen in ecosystemen in de Nederlandse deltagebieden, zowel in abiotische als biotische compartimenten.
Milieu-thema's	Primair t.b.v. Verspreiding.
Modellschaal	Regionaal
Rekenniveau	Object
Voorgekoppelde modellen	-
Achtergekoppelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Cadmium loading, Initiële biomassa's en Cadmium-concentraties daarin
Modeluitvoer	Biomassa's van verschillende voedselwebniveaus
Wetenschappelijke onderbouwing	-
Koppeling met Meetnetten/NEM	-
Informatica	ACSL/PC
Ondersteuning	Technische handleiding
Rapportage	Traas en Aldenberg, 1992. CATS-1: a model for predicting contaminant accumulation in a meadow ecosystem. The case of cadmium. RIVM-rapport 719103001
Knelpunten	-
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	-
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	-

Modelbeschrijving CHIS (CultuurHistorisch InformatieSysteem) met ARCHIS (ARChEologisch InformatieSysteem) en HISGIS (HIStorischGeografisch InformatieSysteem)	
Ontwikkeling	SC-DLO, ROB, RDMZ en Landview
Omschrijving	Landelijk systeem voor opslag, verwerking en waardering van cultuurhistorische data, het signaleren van veranderingen en voor de voorspelling van cultuurhistorische effecten (SC, ROB,RDMZ; regionaal systeem voor een aantal gebieden in Nederland (Landview)
Milieuthema's	niet direct verbonden met de verthema's, wel met de aantasting van de cultuurhistorische gesteldheid (archeologisch, historisch-bouwkudig en historisch-geografisch) van het landschap
Modelschaal	Landelijk en regionaal
Rekenniveau	Momenteel gaafheidskaart 1 x 1 km grid; ontwikkeling naar een vectorbestand in eerste fase;
Voorgeschakelde modellen	Geen
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	data op het gebied van archeologie (vondsten en vindplaatsten, en archeologische verwachtingswaardekaart), historische bouwkunst (monumenten, stads- en dorpsgezichten) en hist- geografische gaafheidskaart; momnteel invoer HISGIS: digitaal bestand typologie 1850 en gaafheidskaart
Modeluitvoer	de mate van aantasting van actuele en potentiële cultuurhistorische waarden
Wetenschappelijke onderbouwing	opbouw van vectorbestand voor historische bouwkunst en historische geografie moet nog plaatsvinden
Koppeling met meetnetten/ NEM	Meetnet Landschap en MKGR
Informatica	ARC-INFO en ArcView
Ondersteuning	model is in eerste fase van ontwikkeling
Rapportage	Ontwikkeling naar CHIS mede te baseren op rapport Barends (1993)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • er is geen systematische cultuurhistorische kartering van Nederland beschikbaar • informatie over historisch=geografische kenmerken is verspreid aanwezig • objecten van de historische bouwkunst grotendeels wel geregistreerd maar niet in digitaal bestand opgeslagen • geen eenstemmingheid over op te nemen waardevolle kenmerken en gebieden • grootste knelpunt is de opbouw en bekostiging van een cultuurhistorisch databestand • bestaande gaafheidskaart historische geografie moet gevalideerd worden
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • verdere ontwikkeling van ARCHIS • onderbouwing archeologische verwachtingswaardekaart • opbouw van digitaal databestand (ten dele) voor objecten van de historische bouwkunst • onderbouwen en uitwerken hist. geografische landschapstypologie 1850 • valideren van hist. geografische kaart voor de waardering • opbouw digitaal hist. geografisch databestand voor een aantal gebieden in Nederland • uitwerking methoden voor signalering cultuurhistorische ontwikkelingen en methode voor de voorspelling van effecten
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Verschillende projecten binnen SC-DLO, Rijksdienst voor de Monumentenzorg (RDMZ), Rijksdienst Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB);

Modelbeschrijving DEMNAT-2.1 (Dosis-Effect Model NATuur Terrestrisch)	
Ontwikkeling	CML, RIVM, RIZA en het RijksHerbarium.
Omschrijving	Landelijk/Regionaal (beleidsanalytisch) effectmodel voor ingrepen in de waterhuishouding op aquatische en natte ecotoopgroepen.
Milieuthema's	Primair t.b.v. Verdroging (c.q. veranderingen in grondwaterstand, kwelflux, peil van kleine wateren en aanvoer van gebiedsvreemd water).
Modelschaal	Landelijk
Rekenniveau	Kleine ecoserie-eenheden; Uitkomst 1 x 1 km
Voorgeschakelde modellen	Hydrologische modellen (zoals bv. LGM of NAGROM-MONA-MOZART)
Achtergeschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Bodem-ecoseriekaart; Ecotoopgroepenkaart; Verandering in de Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand; Verandering in de Kwelflux; Verandering in het peil van kleine oppervlakte wateren; Verandering in de aanvoer van gebiedsvreemd water
Modeluitvoer	Volledigheid van ecotoopgroepen en natuurwaarde van ecotoopgroepen (m.b.v. vertaaltabellen om te zetten naar natuurdoeltypen)
Informatica	Fortran/PC en Unix
Ondersteuning	Gebruikersvriendelijke shell (PC-versie)/ Gebruikershandleidingen/ Technische handleidingen
Rapportage	Versillende technische en gebruikershandleidingen in de serie DEMNAT2.1-rapporten (Hoofdrapport: V. Ek et al., 1996)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • (A)biotische processen niet strikt gescheiden gemodelleerd, met risico voor dubbeltelling • Koppeling met hydrologische modellen: Beperkte beschikbaarheid van benodigde ecologisch relevante hydrologische invoergegevens. • Beperkte inzet voor herstel/natuurontwikkeling studies (nu alleen herstel/ontwikkeling mogelijk bij aanwezigheid van ecotoopgroep) • Aansluitmogelijkheden met indicatoren beperkt (m.b.v. bestaande vertaaltabellen is vertaling naar natuurdoeltypen mogelijk geworden) • Validatie beperkt tot onderdelen
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verbetering van de gebiedsschematisatie door o.a. gebruik te maken van natuurgebiedenkaarten. Validatie op basis van pilotstudies. Onderzoek naar mogelijkheden van koppeling met bodem(proces)modellen zoals SMART op basis van gebiedsstudies.
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Binnen RIZA wordt gewerkt aan een verbeterde gebiedsschematisatie en een gebruikersvriendelijke schil.

Modelbeschrijving DEplete	
Ontwikkeling	IBN Texel
Omschrijving	Prooi-predatiemodel voor draagkracht getijdegebied voor foeragerende vogels. Implementatie ethologische aspecten.
Milieuthema's	Verstoring, habitatvernietiging
Modelschaal	Regionaal
Rekenniveau	Compartimenten
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergeschakelde modellen	Kan een stofstroommodel zijn.
Vereiste modelinvoer	Habitatkarakteristieken.
Modeluitvoer	Populatieontwikkeling foeragerende vogels.
Wetenschappelijke onderbouwing	
Informatica	Windows, Pascal source-code
Ondersteuning	-
Rapportage	-
Knelpunten	
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verdere inhoudelijke ontwikkeling.
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Habitatmodellering en -onderzoek wadvogels en bodemfauna

Modelbeschrijving ECOMIJ 1.0 (Ecotopenmodel IJsselmeergebied)	
Ontwikkeling	RIZA
Omschrijving	Expertmodel dat voor verschillende waterpeilscenario's een ruimtelijke weergave presenteert van de te verwachten ecotopenonderklasseverdeling van zowel het terrestrische als het aquatische deel van de Rijkswateren in het IJsselmeergebied
Milieuthema's	Primair t.b.v. verdroging (c.q. veranderingen in peilveranderingen), evt. beheer.
Modelschaal	Regionaal/Landelijk
Rekenniveau	10 x 10 meter
Voorgeschaalde modellen	Hydrologische modellen
Achterschaalde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Peilscenario in termen van zomer- en winterpeil. Beheerskaart, bodemkaart en kaart met huidige ecotopenonderklassen.
Modeluitvoer	Potentiële voorkomen van ecotopenonderklassen.
Informatica	-
Ondersteuning	-
Rapportage	Tosserams et al., (1998). Ecotopenmodel IJsselmeergebied. RIZA-werkdocument 98.077X
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretatie en gebruik van ecotopenbestand (EcotopenGIS; Horlings et al., 1997) en de oplevering van hoogteliggingbestand (DTM; Schout, 1998)
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Koppeling met natuurwaarderingsmodule voor 'natuurlijkheid' en 'biodiversiteit'
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Verschillende lopende projecten binnen RIZA (o.a. voor bouw van natuurwaarderingsmodule)

Modelbeschrijving Ecotopen*GIS/HABIMAP	
Ontwikkeling	RIKZ
Omschrijving	Ecotopen model
Milieu-thema's	Inrichting en gebruik
Modelschaal	Landelijk
Rekenniveau	Afhankelijk van invoer (GIS)
Voorgeschaalde modellen	Abiotische modellen voor relevante kenmerken (veelal meetgegevens)
Achtergeschaalde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Voor ecotopen relevante abiotische kenmerken
Modeluitvoer	Ecotopen kaarten
Wetenschappelijke onderbouwing	Diverse rapportages
Koppeling met meetnetten/NEM	meetgegevens Rijkswaterstaat
Informatica	Arc-info, arc-view
Ondersteuning	-
Rapportage	-
Knelpunten	Statische beschrijving
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	In ontwikkeling
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Project WONS*inrichting

Modelbeschrijving EcoWasp	
Ontwikkeling	IBN Texel, NIOZ (in beginstadium), GKSS (BRD)
Omschrijving	Ecologisch stofstroombmodel voor estuaria, met (vereenvoudigd) gestructureerde populatie-dynamische faunabeschrijving.
Milieuthema's	Vermesting, draagkracht, visserij
Modelschaal	Afhankelijk van keuze door gebruiker. Kan heel klein (modelsystemen) tot groot (Waddenzee, IJsselmeer)
Rekenniveau	In compartimenten, naar elke gewenste grootte
Voorgeschakelde modellen	Fysische modellen (off-line) voor berekening van watertransporten en -uitwisseling.
Achtergeschakelde modellen	Habitatmodellen, niet specifiek.
Vereiste modelinvoer	Nutriënten randcondities, hydrodynamica en transport, fysische randvoorwaarden (licht, temperatuur etc.)
Modeluitvoer	Nutriënten (N, P, Si), Primaire productie, Chlorofyl, Algengroepen, Benthosbiomassa, -grootteontwikkeling, processnelheden, etc.
Wetenschappelijke onderbouwing	Brinkman, A.G. 1993. Biological processes in the EcoWasp ecosystem model. IBN Research Report 93/6. 111 pp. Brinkman, A.G. & J.P.C. Smit. 1993. Porewater profiles in the EcoWasp ecosystem model. IBN Research Report 93/2. 62 pp.
Koppeling met meetnetten/NEM	Waterkwaliteitsmeetnet, biologisch meetnet RWS. Niet gekoppeld, maar gebruik van meetdata.
Informatica	Unix, C-source code.
Ondersteuning	Zie wetenschappelijke onderbouwing
Rapportage	Brinkman, A.G. 1995. Integration of effects of climate changes on estuarine ecosystem communities. NRP-Report NRP-853127. IBN-DLO/Texel. 142 pp. + app.
Knelpunten	Koppeling naar habitatinformatie in ontwikkeling,
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verdere inhoudelijke uitgroei.
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Habitatmodellering IBN en zusterinstituten. Klimaatonderzoek IBN en zusterinstituten.

Modelbeschrijving	EFISCEN (European Forest Information Scenario Model)
Ontwikkeling	De basis van EFISCEN is ontwikkeld voor Zweden door Sallnäss van de Swedish University of Agricultural Sciences begin jaren '80. Het is daarna midden jaren '80 gebruikt door IIASA voor een Europese schaal projectie van de bosontwikkeling onder verzuring. In 1996 is het in gebruik genomen door Het European Forest Institute (EFI). Het is in gebruik en ontwikkeling aan het EFI en IBN-DLO
Omschrijving	Het EFISCEN maakt gebruik van areaal-matrix simulatie om de Europese bosontwikkeling te simuleren voor bijvoorbeeld een periode van 50-100 jaar. Onder diverse scenarios van beheer en vraag naar houtprodukten wordt de ontwikkeling van het bos gesimuleerd in termen van bijvoorbeeld leeftijdsclassenverdeling, staande voorraad en bijgroei.
Milieuthema's	EFISCEN wordt nu verder ontwikkeld in 2 lijnen: 1) Incorporeren van een meer natuurgericht bosbeheer in Europa en lange termijn analyse van de gevolgen hiervan; 2) incorporeren van de effecten van klimaatverandering voor Europese bossen en gevolgen voor de koolstofbalans.
Modelschaal	Het model bevat nu de data van Europese bossen, maar kan in principe voor elk land dat beschikt over de benodigde data gerund worden. Voor Nederland zijn de 3000 HOSP-plot data beschikbaar. Hierdoor zijn gedetailleerde analyses voor Nederland te verrichten naar regio, eigenaarsklasse, boomsoort e.d.
Rekenniveau	Minimaal 100 ha.
Voorgeschakelde modellen	FORGRO, voor de uitbreiding genoemd onder '2' bij Milieuthema's
Achtergeschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Bostypen naar land, regio, eigenaar, groeiklasse, en boomsoort. Per bostype: areaal, staande voorraad, en bijgroei per leeftijdsklasse.
Modeluitvoer	Arealen per leeftijdsklasse, staande voorraad, bijgroei, per boomsoort en bostype, ook naar regio en land.
Wetenschappelijke onderbouwing	Ontwikkeld op IIASA (International Institute for Applied System Analysis, Wenen, AU) en EFI (European Forest Institute, Joensuu, FI) gebruikt in EU-projecten
Koppeling met meetnetten/NEM	Het EFISCEN maakt gebruik van de nationale Bosinventarisatiedata.
Informatica	Microsoft FORTRAN Powerstation versie 4, professional edition
Ondersteuning	Nabuurs IBN-DLO, Pussinen EFI
Rapportage	Zie literatuur
Knelpunten	Hoewel het model 'slechts' basis bosinventarisatie nodig heeft, kunnen niet alle Europese landen dat leveren. Bij het inbouwen van een meer natuurgericht gericht bosbeheer moet het model meer ruimte geven aan natuurlijke dynamiek e.d. Het is nog onduidelijk hoe dat op grote schaal moet gaan draaien. Voor het inbouwen van klimaatverandering moet aan elke rekeneenheid een bodemtype gekoppeld worden wat als het ware 'meeschuift' met het bostype door de matrix. Mogelijk moet er een GIS component worden ontwikkeld met bijv. de CORINE Land cover database als basis
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Ontwikkeling van mogelijkheden in het model om groeiveranderingen en de koppeling met de bodem dynamisch te simuleren en ontwikkeling van mogelijkheden om indirecte indicatoren van natuurwaarden (dood hout, structuur, isolatie) te simuleren.
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	<ul style="list-style-type: none"> • EU-project LTEEF: Long-Term regional Effect of Climate Change on European Forests • Nationale toepassing gericht op incorporeren van een natuurgericht bosbeheer in Nederland (SEO project)

Modelbeschrijving EKOS 2.0 (Evaluatie Kwaliteit Omgeving Soorten) – De habitat evaluatie procedure (HEP) en Habitatgeschiktheidsmodellen (HGI)	
Ontwikkeling	RIZA, DLO met HGI/HEP's van o.a. TNO, OVB, WL
Omschrijving	EKOS is een overkoepelend softwarepakket voor HGI/HEP's. De Habitat Evaluatie Procudure is bedoeld om de ecologische waarde van gebieden te kunnen vergelijken. Nadat voor het gebied relevante soorten gekozen zijn, wordt de kwaliteit van het habitat voor deze soorten bepaald. De kwaliteit of geschiktheidsindex is een getal van nul (volledig ongeschikt) tot een (optimaal), berekend met habitatgeschiktheidsmodellen. Aangenomen wordt dat er een rechtlijnig verband bestaat tussen de kwaliteit en de draagkracht van het habitat. De waarde van een gebied wordt bepaald door per soort de berekende geschiktheid te vermenigvuldigen met het opp. De som voor alle soorten is de waarde van het gebied.
Milieuthema's	Per HEP (soort) veelal verschillend.
Modelschaal	Afhankelijk van soort en veelal afhankelijk van invoergegevens, watersysteemniveau en habitat.
Rekenniveau	Leefgebieden van soorten, watersysteemniveau
Voorgekoppelde modellen	Verschillende (WSV – scenario's) Model(len) uit PAWN-instrumentarium per soort
Achtergekoppelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Per HEP/HGI verschillend, meestal 10 a 15 verschillende habitatfactoren, meestal fysische van aard (b.v. hoogteligging, bodemtype, zoutgehalte, stroomsnelheid) soms ook gebruiks- en/of beheersfactoren (b.v. maaien, begrazen, versnippering). HGI/HEP's voor diersoorten bevatten vaak ook vegetatieparameters als input.
Modeluitvoer	Habitatgeschiktheidsindex, habitateenheden en/of aantallen per soort. VISSEN (Baars, Barbeel, Brasem, Fint, Serpeling, Snoek, Snoekbaars, Spiering, Zalm, Zeeforel, Rivierprik, Blankvoorn, Zeelt, Dried. stekelbaars, Steur), VOGELS (Aalscholver, Blauwborst, Brandgans, Bruine Kiekendief, Fuut, grauwe Gans, Grote Zaagbek, Grote Karekiet, Grutto, Ijsvogel, Kleine Zwaan, Kluut, Kuifeend, Kwak, Kwartelkoning, Lepelaar, Nonnetje, Rietgors, Snor, Toppereend, Tureluur, Visdief, Waterral, Tafeleend), AMFIBIEEN/REPTIELEN (Boomkikker, Kamsalamander, Ringslang, Rugstreepad), MACROFAUNA (Driehoeksmossel, C.horaria, E.tenellus, Simuliidae spec., Muggelarve, Rivierrombout, A. aestivalis, Zeeduizendpoot, T.fluviatis, T.tubifex, Zwanemossel, Zuiderzeekrabbetje, L.glifides), ZOOGDIEREN (Otter, Bever, Das, Meervleermuis, Noordse Woelmuis, Zeehond) en planten.
Wetenschappelijke onderbouwing	Diverse rapporten
Koppeling met Meetnetten/NEM	Koppeling met meetnetten voor specifieke soorten
Informatica	PC/Windows-omgeving. De HEP's zijn vormgegeven in EXCEL-sheets. De schil is geprogrammeerd in 4GL
Ondersteuning	Diverse rapporten
Rapportage	Watersysteemverkenningen en inrichting: ecologische beoordeling van inrichtingsmaatregelen in de zoet rijkswatersystemen. W.Laane & H. Ducl, 1997 in Landinrichting, vol 37, nr2, pag. 23-29. Incl. Rapportages voor de verschillende HEP's
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • De verschillende HEP/HGI's zijn steeds operationeel voor verschillende specifieke gebieden. Landelijke toepassingen worden daardoor bemoeilijkt. • Gebruik (invoer, voorgeschakelde modellen) verschillend per soort. • Per soort (HEP/HGI) bestaat er een auteursrecht • Geen grafische weergave • Gebruiken veelal eenvoudige beschrijvingen van de dosis-effect keten
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Koppeling met MORRES, Uitbreiding met GIS-functionaliteiten
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Operationalisering van GIS-functionaliteiten

Modelbeschrijving Flatfish 2.0	
Ontwikkeling	RIKZ i.s.m. RIVO
Omschrijving	Het model berekent de gevolgen van maatregelen (technische, economische, quota, gebiedsluiting, etc) voor de schol en tongstand in de Noordzee en de economische gevolgen voor de vissers.
Milieuthema's	t.b.v. integraal vistandbeheer
Modelschaal	Europa/Landelijk
Rekenniveau	Invoer-afhankelijk
Voorgeschakelde modellen	-
Achterschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	
Modeluitvoer	Populatieomvang schol en tong, vangsten schol en tong, bedrijfsresultaten van de visserij (op macroniveau)
Wetenschappelijke onderbouwing	Zie rapportage
Koppeling met meetnetten/NEM	Gegevens RIVO
Informatica	SENECA
Ondersteuning	-
Rapportage	<ul style="list-style-type: none"> • Pastoors, M.A., A.D. Rijnsdorp ne J.H.M. Schobben (1994) Flatfish 1.7: a spatial simulation model for Plaice in the North Sea. RIKZ-werkdocument OS-94.123x • Salz, P., W. Dol en W. Smit (1995) Schol case: eindverslag over het economisch model. LEI-document. • Rijnsdorp, A.D. (1995) North Sea Plaice: population dynamics migration and fisheries as a basis for a bio-economic simulation model. RIVO-rapport C021/1995 • Rijnsdorp, A.D. (1995) On the sensitivity and validity of a simulation model of flatfish and the flatfish fishery in the North Sea. RIVO-rapport C023/1995 • Dol, W., M.A. Pastoors, A.D. Rijnsdorp (1996) WSV*analyse: Verkenningen betreffende beheers scenario's voor de platvisserij met behulp van een ruimtelijk simulatie model FLATFISH 2.0 RIVO-rapport C019/1996
Knelpunten	DOS-software
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Update model met toevoeging stekelrog
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Project VIS*IVB

Modelbeschrijving FORGRA (Forest Grazing)	
Ontwikkeling	FORGRA is ontwikkeld op het IBN-DLO
Omschrijving	FORGRA berekent de spontane ontwikkeling van monocultures en gemengde bossen op de lange termijn (>100 jaar), onder invloed van grote herbivoren. Het model is primair ontwikkeld om de invloed van hoefdieren op de bosontwikkeling te analyseren en kan van nut zijn voor het beheer van bossen.
Milieuthema's	Omvormingsbeheer, beheer van grote natuurgebieden
Modelschaal	Opstand (ha)
Rekenniveau	Belangrijkste Nederlandse boom- en struiksoorten en soorten in de kruidlaag. Hoefdieren: ree, edelhert, rund, paard
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergeschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Maandelijkske instralingsgegevens (of gemiddelden) Initiële beschrijving van bos, bestaande uit hoogte en diameter van individuele bomen en struiken en bedekkingspercentages; soorten in de struiklaag Soortparameters (plantensoorten, diersoorten en plant-diercombinaties)
Modeluitvoer	Bossamenstelling (basal area per soort); biomassa's; hoogte; diameter per soort op ha-nivo Gewichtsverandering van hoefdieren Dieetverandering in afhankelijkheid van voedselaanbod
Wetenschappelijke onderbouwing	Getoetst aan vegetatieontwikkeling op de Veluwe
Koppeling met meetnetten/ NEM	-
Informatica	FORTTRAN
Ondersteuning	Model nog niet gedocumenteerd
Rapportage	-
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • model werkt nog niet op landschapschaal • validatie en gevoeligheidsanalyse nog niet uitgevoerd • model rekent met constante dichtheden hoefdieren
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Koppeling met een GIS om ruimtelijk te kunnen rekenen
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Toepassing in verschillende projecten

Modelbeschrijving FORGRO (FORest Growth)	
Ontwikkeling	FORGRO is ontwikkeld op het IBN
Omschrijving	FORGRO berekend de primaire productie van bos. Versie 3.0: optimale groei; 3.1: water beperkte groei; 3.2: water en nutriënten beperking; 3.3: water, nutriënten beperking en invloed van luchtverontreiniging; 3.4: gemengd bos onder optimale en water gelimiteerde groeiomstandigheden
Milieuthema's	Effecten van klimaatverandering (CO ₂ , temperatuur, neerslag), verdroging
Modelschaal	Opstand (ha)
Rekenniveau	Belangrijkste Nederlandse boomsoorten
Achtergeschakelde modellen	-
Voor achtergeschakelde modellen	Toeleverend aan EFISCEN
Vereiste modelinvoer	Dagelijkse weersgegevens (kan gegenereerd worden); initiële beschrijving van bos (toestandsvariabelen: biomassa's, stamtal, structurele kenmerken); soortparameters; hydrologische bodemkenmerken
Modeluitvoer	Primaire productie, houtproductie, vastlegging van koolstof, uitwisseling van CO ₂ en H ₂ O tussen bodem-bos-atmosfeer van belangrijkste Nederlandse bostypen (beuk, Douglas, eik, berk, fijnspar)
Wetenschappelijke onderbouwing	<ul style="list-style-type: none"> • validatie tegen fluxen van CO₂ en H₂O tussen vegetatie en atmosfeer van Europese bostype wordt 2e helft 1998 afgerond • gevoeligheidsanalyse op onderderlen verricht • onzekerheidsanalyse deels verricht, deels nog te verrichten ('98) • getoetst aan groei & opbrengst tabellen
Koppeling met meetnetten	-
Informatica	FORTTRAN
Ondersteuning	Modeldocumentage gepland 2e helft 1998; FORGRO komt dan beschikbaar op Internetsite
Rapportage	Mohren 1987; Kramer 1996; Bartelink 1998
Knelpunten	Rekenintensief; werkt dit moment niet op landelijke schaal Beperkte beschikbaarheid van initiële beschrijving van bos
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • uitbreiding met waterbalansmodellen met verschillende mate van detail • uitbreiding met bodemmodel (C, H₂O, N)
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Toepassing in projecten voor de evaluatie van klimaatsverandering op groei, C-vastlegging, uitwisseling CO ₂ & water bodem-vegetatie-atmosfeer op Europese en nationale schaal

Modelbeschrijving FORSPACE (Forest dynamics in a spatially changing environment)	
Ontwikkeling	FORSPACE is ontwikkeld op het IBN-DLO
Omschrijving	Ruimtelijk dynamisch bosontwikkelingsmodel op landschapschaal met de effecten van landschapsvormende processen (begrazing, brand, t.z.t. storm)
Milieuthema's	Beheer van grote bos- en natuurgebieden; omvormingsbeheer, draagkracht voor grote herbivoren, duurzaamheid van indicatorsoorten voor (bio-) diversiteit;
Modelschaal	Boslandschap (1000den ha)
Rekenniveau	Dominante vegetatie-eenheden (ha, evt. 250x250m of kleinere schaal)
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergeschakelde modellen	Levert habitatskaarten voor indicatorsoorten aan LARCH zodat duurzaamheid van deze soorten kan worden bepaald
Vereiste modelinvoer	Bodemkaart, evt. Hydrologische kaart Initiele beschrijving van vegetatie: bedekking van dominante vegetatietypen in kruid-, struik- en boomlaag; hoogte van vegetatie (m.n. van boomlaag)
Modeluitvoer	Vegetatie: bedekking, hoogte, biomassa. Hoefdieren: aantallen, adult en juveniel; gewichtsverloop, terrein- & voedselkeuze. Duurzaamheid van indicatoren (sommige vogel- en insectensoorten)
Wetenschappelijke onderbouwing	Toetsing is gepland met historische vegetatie reeksen, en middels de analyse van RS-informatie. Geen validatie verricht.
Koppeling met meetnetten/ NEM	Bosreservaten
Informatica	PCRASTER; PC, workstation
Ondersteuning	t.z.t. in Windowsomgeving; modeldocumentatie niet voltooid
Rapportage	-
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • rekenintensief (afh. Van ruimtelijke resolutie en tijdshorizont) • beperkte beschikbaarheid van initiele beschrijving van bosvegetatie • huidige toepassing: Veluwe, Oostvaardersplassen • koppeling met LARCH nog niet afgerond • toetsing en gevoeligheidsanalyse niet voltooid • op dit moment niet een generiek model
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Toepassing op bossen op droge & arme zandgronden en bossen op vochtige & rijke grond
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	<ul style="list-style-type: none"> • toegepast in project over landschapsvormende processen & biodiversiteit van grote bos- en natuurgebieden (Veluwe) • toegepast voor draagkracht bepaling van Oostvaardersplassen voor hoefdieren

Modelbeschrijving GEM	
Ontwikkeling	RIKZ, WL, IBN Texel, NIOO/CEMO, NIOZ
Omschrijving	Ecologisch stofstroommodel voor estuari
Milieuthema's	Vermesting
Modelschaal	Regionaal
Rekenniveau	10x 10 km
Voorgeschakelde modellen	WAQUA (waterbeweging 1-D, 2-D, 3-D)
Achterschakelde modellen	Bijvoorbeeld RAM
Vereiste modelinvoer	Nutrientenbelasting, hydrodynamica en transport, fysische randvoorwaarden (licht, temperatuur etc.)
Modeluitvoer	Nutrienten (N, P, Si), Primaire produktie, Chlorophyll, Algensoorten of groepen (bijvoorbeeld phaeocystis), Benthische suspensieeters biomassa etc.
Wetenschappelijke onderbouwing	Diverse rapporten
Koppeling met meetnetten/NEM	Waterkwaliteitsmeetnet, biologisch meetnet RWS
Informatica	Unix of PC-DOS/windows, fortran, DELWAQ
Ondersteuning	Rapportages, DELWAQ handleiding
Rapportage	Verschillende rapportages
Knelpunten	Implementaties nog niet operationeel,
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verdere inhoudelijke ontwikkeling. Operationalisering
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Project Estuariumbos

Modelbeschrijving HabIbN	
Ontwikkeling	IBN Texel, deels in samenwerking met zusterinstellingen (NIOZ, RIVO, RIKZ)
Omschrijving	Habitatgeschiktheidsmodellen (vogels, schelpdieren). Is niet een model, maar verzameling van modellen en –berekeningen, die leidt tot rekentechnisch verkregen informatie over het Waddenzee-systeem.
Milieuthema's	Klimaatverandering, bodemdaling, visserij
Modelschaal	Regionaal
Rekenniveau	Van compartimenten tot fijne grids
Voorgeschakelde modellen	Systeem-gegevens, of fysische modellen ter berekening van golven, stromingen.
Achtergeschakelde modellen	Eventueel stofstroommodellen. Maar off-line.
Vereiste modelinvoer	Systeemkenmerken
Modeluitvoer	Habitatgeschiktheidsbeoordeling.
Wetenschappelijke onderbouwing	In ontwikkeling
Koppeling met meetnetten/NEM	-
Informatica	Windows, GIS-omgeving, statistische pakketten.
Ondersteuning	-
Rapportage	-
Knelpunten	Implementaties nog niet operationeel
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verdere inhoudelijke ontwikkeling. Operationalisering
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Programma Ecologie en Visserij;

Modelbeschrijving LABEL (Landschap en BELeving)	
Ontwikkeling	RIVM, SC-DLO
Omschrijving	Landelijk systeem voor beoordelen van veranderingen in het landschap vanuit het perspectief van de museumdirecteur (aardkundig en cultuurhistorische waarden), de recreant (wandelen en fietsen) en de bewoner (pm).
Milieuthema's	Niet direct verbonden met de verthema's (wel mogelijk om versterking in te brengen)
Modelschaal	Landelijk en regionaal
Rekenniveau	1 x 1 km grid
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergeschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Kaarten met landgebruik (huidige situatie)
Modeluitvoer	Beleving/waardering en aggregatie hiervan uit verschillende perspectieven
Wetenschappelijke onderbouwing	Voor het deel dat gebaseerd is op bestaande methoden (Oldeman 1994, Goossen <i>et al.</i> 1997, Maas en Wolfert 1997) ligt de onderbouwing elders. Het gebruik van referenties voor de waardering en de aggregatie tot één of enkele indices dient nader uitgezocht te worden.
Koppeling met meetnetten/ NEM	Koppeling met meetnetten voor Landschap
Informatica	Vooralsnog alleen ARC-INFO
Ondersteuning	Model is in eerste fase van ontwikkeling
Rapportage	Rapport is in voorbereiding
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • discussie over uitgangspunten en methode dient nog plaats te vinden • er is geen systematische cultuurhistorische kartering van Nederland beschikbaar • de beleving van mensen (recreanten, toeristen, bewoners) modelleren vraagt nog veel onderzoek
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • verdere ontwikkeling van LABEL • verdere uitbreiding naar ingrepen (aanleg infrastructuur) en andere typen landgebruiksvormen • inbrengen perspectief van de bewoner
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Projecten ter verbetering van LABEL

Modelbeschrijving LARCH-Nationaal	
Ontwikkeling	IBN-DLO
Omschrijving	LARCH is een deterministisch ruimtelijk voorspellingsmodel voor de fauna. Het model bepaalt eerst het patroon van geschikte habitats en de kwaliteit hiervan in termen van draagkracht, daarna wordt de ruimtelijke samenhang van het habitatpatroon vastgesteld door lokale populaties te onderscheiden op basis van home-range afstand en indien nodig de aanwezigheid van barrières en deze samen te voegen tot netwerkpopulaties rekening houdend met dispersieafstand en zonodig barrières, tenslotte vindt een beoordeling plaats van de netwerkpopulaties in termen van duurzaamheid en van de kans op voorkomen (lokale duurzaamheid) in lokale populaties binnen netwerken.
Milieuthema's	Het model is geschikt voor het thema Versnippering. Uitspraken m.b.t. overige Milieuthema's zijn momenteel alleen mogelijk voorzover effecten betrekking hebben op een verandering van de habitatkwaliteit door duidelijke veranderingen in de vegetatiestructuur en/of vochtcondities (grondwatertrappen).
Modelschaal	Landelijk/regionaal (in beginsel schaalonafhankelijk, afhankelijk van invoer, er zijn speciaal ontwikkelde versies voor de lokale en de Europese schaal en rivieren)
Rekenniveau	nationaal: gridcellen 250x250 m
Voorgeschakelde modellen	SMART/MOVE/SUMO (in ontwikkeling), LEDESS-VEG (uitvoer momenteel niet meer geheel toereikend)
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	Begroeiingstypenkaart (opgebouwd uit vegetatiestructuur, bebouwingstypen en geschematiseerde bodem/grondwatertrappenkaart), wegen met verkeersintensiteit belangrijke waterlopen, (natuurdoeltypen worden in begroeiingstype omgezet)
Modeluitvoer	Per soort: oppervlakte, draagkracht van geschikt habitat onderverdeeld in kleine en kernpopulaties, kans op duurzaam voorkomen het niveau van netwerkpopulaties. Via combinaties van soorten uitspraken over milieuthema's, realisatie biodiversiteit per gebied, regio of heel Nederland (referentie/streefwaarde). Momenteel vooral geschikt voor bos, heide, moeras, hoogveen, duinen, stedelijk gebied en in mindere mate voor het landelijk gebied. Soorten: 5 soorten zoogdieren, 88 soorten broed-vogels, 2 soorten reptielen, 5 soorten vlinders, 1 soort libellen, 1 soort sprinkhanen.
Wetenschappelijke onderbouwing	De habitatmodellering en de duurzaamheid zijn gecalibreerd met actuele landelijke meetgegevens m.b.t. de verspreiding en de dichtheid van soorten (PGO's). Afzonderlijke modelparameters zijn geschat met behulp van simulaties met gecalibreerde (deels gevalideerde) mechanistische METAPHOR-modellen voor een aantal strategische gidssoorten. Er is een begin gemaakt met een algehele gevoeligheidsanalyse.
Koppeling met meetnetten/ NEM	Actuele meetnetgegevens zijn gebruikt voor de calibratie van het model. Met SOVON is er een structurele samenwerking.
Informatica	PC-C++/ArcView, modulaire opbouw, object georiënteerd
Ondersteuning	via help-module, LARCH wordt ingebouwd in de natuurplanner van het RIVM
Rapportage	Reijnen e.a. 1995, Reijnen & Koolstra 1998, Reijnen e.a. 1998
Knelpunten	Toelevering begroeiingstypen via vegetatiemodellen. Deels te beperkte detaillering van de huidige begroeiingstypen.
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Samenvoegen lokale populaties tot netwerken met uitwisselingskansen i.p.v. dispersieafstanden, waarbij indien nodig rekening wordt gehouden met barrières en de aard van het tussenliggende landschap. Op basis van verbeterde begroeiingstypenkaart een verbetering van de

	<p>habitatmodellering van de bestaande soorten en een uitbreiding met nieuwe soorten (vooral doelsoorten zoogdieren, vogels en vlinders) en daardoor een verbetering/uitbreiding van uitspraken over milieuthema's. Structurele samenwerking met een aantal overige PGO's (meetnetgegevens). Gevoeligheidsanalyse en aanzet tot onzekerheidsanalyse.</p> <p>Toevoegen verstoring door verkeer aan habitatmodellering voor broedvogels.</p> <p>Koppeling met vegetatieontwikkelingsmodel SUMO. Referentiebeelden</p>
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	<p>Experimenteel onderzoek naar belangrijke factoren die de habitatkwaliteit van soorten bepalen, home-range en dispersiebewegingen van soorten met gemerkte en gezenderde dieren, ruimtelijke analyses van verspreidingsbeelden van soorten, simulaties met mechanistische ruimtelijke populatiemodellen.</p>

Modelbeschrijving LEDESS-SHAPE	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	SHAPE is een expertisemodel voor de fauna (DSS). Het model bepaalt het patroon en ruimtelijke rangschikking van geschikte habitats op basis van fysiotopten en begroeiingstypen, voegt deze samen tot geschikte leefgebieden op basis van home-range afstand, bepaalt de draagkracht van leefgebieden en maakt onderscheid in mate van versnippering van leef- of functiegebieden.
Milieuthema's	Het model is geschikt voor het thema Versnippering. Uitspraken m.b.t. overige Milieuthema's zijn momenteel alleen mogelijk voorzover effecten betrekking hebben op een verandering van de habitatkwaliteit door duidelijke veranderingen in de vegetatiestructuur en/of fysiotopten (grondwatertrappen).
Modelschaal	Landelijk, regionaal (in beginsel schaalonafhankelijk, afhankelijk van invoer, er is een speciaal ontwikkelde versie voor het rivierengebied).
Rekenniveau	landelijk: gridcellen 1000x1000m of fijnere grids, regionaal tot 100x100m afhankelijk van beschikbare data. Ook vergride polygonen
Voorgeschaalde modellen	LEDESS-VEG, LEDESS-SITE, LEDESS-LANDUSE, LEDESS-CHANGE (WAQUA/SOBEK), uitgewerkt voor rivierengebied
Achtergeschakelde modellen	POLYWALK, GRIDWALK, LARCH/METAPHOR
Vereiste modelinvoer	dominate fysiotopten per gridcel (geschematiseerde bodem/grondwatertrappenkaart) dominate begroeiingstypen per gridcel (natuurdoeltypen worden in begroeiingstypen omgezet)
Modeluitvoer	Oppervlakte en draagkracht van geschikt habitat, onderscheid in grote (kern) en kleine leefgebieden, geschikt voor populaties. Ruimtelijke versnippering van geschikt leefgebied (oppervlakteklassen) % oppervlakte habitat behorend tot grote deelpopulaties (Ecologisch rendement). Momenteel vooral geschikt voor 10 soorten zoogdieren, 40 soorten broedvogels, 5 reptielen, 10 soorten vlinders (indicatief voor verschillende ecosystemen, oppervlakte-eisen, abiotische condities en intensiteit in beheer)
Wetenschappelijke onderbouwing	Habitatgeschiktheid is gecalibreerd met verspreidingsgegevens van soorten (LKN) en dichtheden uit de literatuur
Koppeling met meetnetten/ NEM	Koppeling wordt nagestreefd met meetnetten rivierengebied/SOVON-AVIS
Informatica	ARC-INFO aml (UNIX-workstation, thans NT, wordt in 1998 ArcView/Delphi), modulaire opbouw
Ondersteuning	J. Bakker et al. 1997 LEDESS-GIS Application Manual version 2.0 (Concept SC-DLO technical Document), Technische handleiding (Bakker e.a. 1996)
Rapportage	Harms, W.B., W.C. Knol & J. Roos-KleinHankhorst 1995. Het LEDESS Model: een gebiedsgericht kennismodel bij scenario's voor natuurontwikkeling, 12(4): 83-98 Harms e.a. 1995, Buit en Farjon 1997
Knelpunten	Erg veel aannamen op basis van literatuur, geen veldwerk. Nog geen conversie van landsdekkende naar regionaal detailniveau
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verbreding (module landuse) binnen hetzelfde LEDESS modelconcept. Uitbreiding met aquatische ecologie-rivierengebied (i.s.m. Witteveen en Bos). Koppeling met LARCH door fusie IBN-SC in 1999
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Geen eigen basisonderzoek. In 1999 door fusie SC met IBN zie backup LARCH/GREINS IBN

Modelbeschrijving LEDESS-VEG	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	Vegetatiemodule binnen LEDESS. Het is een expertisemodel (DSS) waarin op basis van literatuurstudie successie wordt verondersteld in afhankelijkheid van fysiotopen, huidige vegetatie en (eind)doelen. Beheer wordt daarin optimaal verondersteld en is gericht op snelle realisatie van doelen.
Milieu-thema's	Relevant voor milieu-thema's die effect hebben op fysiotopeniveau (vnl. verdroging)
Modellschaal	Bruikbaar op nationale en regionale schaal (in principe schaalonafhankelijk)
Rekenniveau	grids of vergridde polygonen 1000x1000 tot 100x100, afhankelijk van beschikbare data.
Voorgeschaalde modellen	LEDESS-SITE, LEDESS-LANDUSE, LEDESS-CHANGE (WAQUA/SOBEK), uitgewerkt voor rivierengebied
Achtergeschakelde modellen	LEDESS-SHAPE, POLYWALK, GRIDWALK
Vereiste modelinvoer	Fysiotopen, Vegetatiestructuur (ECOTOPEN), Doelen/Maatregelen
Modeluitvoer	Vegetatiestructuur, Fysiotopen (ECOTOPEN), na 0, 5, 10, 30 en 100 jaar. Diversiteit, zeldzaamheid
Wetenschappelijke onderbouwing	Op basis van literatuurgegevens
Koppeling met meetnetten/ NEM	Geen koppeling. Koppeling wordt onderzocht met monitoring Rivier Ecotopen.
Informatica	Werkt onder ArcInfo UNIX en NT, wordt in 1998 omgezet naar ArcView/Delphi
Ondersteuning	J. Bakker et al. 1997 LEDESS-GIS Application Manual version 2.0 (Concept SC-DLO technical Document), Technische handleiding (Bakker e.a. 1996)
Rapportage	Harms, W.B., W.C. Knol & J. Roos-KleinHankhorst 1995. Het LEDESS Model: een gebiedsgericht kennismodel bij scenario's voor natuurontwikkeling, 12(4): 83-98 ; Harms e.a. 1995, Buit en Farjon 1997
Knelpunten	Nog geen conversie van landsdekkend niveau naar regionaal detail
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Implementatie nationaal niveau en verbreding (module landuse) binnen LEDESS modelconcept. Uitbreiding met aquatische ecologie-rivierengebied, ECOMOD (i.s.m. Witteveen en Bos). Conversie naar gedetailleerde bestanden
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Geen eigen basisonderzoek, koppeling met o.a. NATLES en ecohydrologische expertise. In 1999 fusie met IBN, zie backup GREINS/IBN

Modelbeschrijving METAPHOR	
Ontwikkeling	IBN-DLO
Omschrijving	METAPHOR is een stochastisch individu-gebaseerd mechanistisch simulatiemodel dat het aantalsverloop en het ruimtelijk populatiepatroon simuleert in een landschap bestaande uit ruimtelijk gescheiden habitatplekken waartussen uitwisseling plaatsvindt. Van de soorten worden life history gegevens ingevoerd: geboorte, sterfte en dispersie per leeftijdsklasse en per geslacht (gemiddelde, standaarddeviatie en evt. waarden onder extreme omstandigheden – catastrophes), maximale dispersie-afstand en enkele andere parameters die met dispersie en zoekgedrag te maken hebben. Verwante modellen DASSIM en WINK.
Milieuthema's	Het model is geschikt voor het thema Versnippering. Uitspraken m.b.t. overige Milieuthema's zijn alleen mogelijk voorzover effecten betrekking hebben op een verandering van de habitatkwaliteit door duidelijke veranderingen in de vegetatiestructuur en/of vochtcondities.
Modelschaal	Alle schaalniveau's, afhankelijk van invoer.
Rekenniveau	Alle rekenniveau's afhankelijk van invoer. Voor landelijk niveau momenteel aangewezen op zowel gridcellen 250x250 m en polygonen.
Voorgeschakelde modellen	Habitatmodule LARCH, in beginsel ook POLYWALK/GRIDWALK als vervanging van de dispersiemodellering in METAPHOR
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	Habitatkaarten met draagkracht
Modeluitvoer	Per soort: uitsterfkans op het niveau van netwerkpopulaties, kans op voorkomen per lokale populatie, gemiddelde bezetting van lokale populaties (verzadiging), populatieverloop in de tijd voor afzonderlijke lokale populaties en de netwerkpopulatie als geheel. Soorten landelijk: das, grote karekiet, rietzanger, roerdomp, middelste bonte specht, boomklever. Soorten lokaal/regionaal: noordse woelmuis, rosse woelmuis, boomkikker. Vanwege het beperkte aantal soorten minder geschikt voor aggregaties t.b.v. uitspraken over landschapstypen.
Wetenschappelijke onderbouwing	De modellen zijn gecalibreerd met beschikbare verspreidingsgegevens van soorten en tijdreeksen hiervan. Voor een aantal soortmodellen zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Er wordt gewerkt aan een onzekerheidsanalyse.
Koppeling met meetnetten/ NEM	Zie LARCH
Informatica	C++ op PC
Ondersteuning	Interne gebruikershandleiding is in prep.
Rapportage	<ul style="list-style-type: none"> • J. Verboom, J.H. Faber, J.TR. Kalkhoven, J.B. Latour, P.F.M. Opdam & L. Postuma 1995. Milieuverkenningen en fauna ; op weg naar multiple-stress modellen IBN-rapport 170 IBN-Wageningen. • J. Verboom, 1996. Modelling fragmented populations between theory and application in Landscape Planning, IBN Scientific contributions 3. IBN • J. Verboom, P.C. Luttikhuisen & S.T.R. Kalkhoven 1997. Minimum arealen voor dieren in duurzame netwerken. IBN-rapport 259. IBN
Knelpunten	
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Model voor vlinders: heideblauwtje. Verbeterde dispersiemodules (op basis van een verkenning is besloten de modellen POLYWALK en GRIDWALK niet als uitgangspunt te nemen.), onzekerheidsanalyse Verkenning inbouwen effect vergiftiging
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Experimenteel onderzoek naar belangrijke factoren die de habitatkwaliteit van soorten bepalen, home-range en dispersiebewegingen van soorten met gemerkte en gezenderde dieren, ruimtelijke analyses van verspreidingsbeelden van soorten. De Metaphormodellen worden gebruikt om verkenningen uit te voeren t.b.v. het bepalen van de richting van verder basisonderzoek, het onderbouwen van normen in LARCH en voor specifieke toepassingen als strategie bepalen voor introductie van nieuwe soorten, verder basisonderzoek.

Modelbeschrijving Model beleving bossen en natuurterreinen	
Ontwikkeling	IBN-DLO
Omschrijving	Een model waarbij de recreatiekwaliteit van bossen en natuurterreinen (terreinen Staatsbosbeheer) wordt bepaald
Milieuthema's	niet verbonden met milieuthema's
Modelschaal	regionaal en lokaal
Rekenniveau	vnl. gebieden en terreinen
Voorgeschaalde modellen	data over gebieden
Achtergeschakelde modellen	geen
Vereiste modelinvoer	kenmerken van gebieden, 13 gebruikskennmerken en 4 belevingskennmerken
Modeluitvoer	bepaling van de aantrekkelijkheid van bossen en natuurterreinen;
Wetenschappelijke onderbouwing	toegepast voor SBB terreinen/gebieden en rel. uitgebreid getoetst bij bezoekers
Koppeling met meetnetten/ NEM	NEM
Informatica	regressie-analyses
Ondersteuning	
Rapportage	Segeren en Visschedijk (1997)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • beperking tot bepaalde typen gebieden • beperkte generaliseerbaarheid tot landschappen op regionaal en nationaal schaalniveau
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • toepassing van model in verschillende gebieden
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	projecten binnen IBN-DLO

Modelbeschrijving Model natuurwensen van stadsmensen	
Ontwikkeling	SC-DLO en IBN-DLO
Omschrijving	Een rekenmodel waarbij de belevingswaarde en gebruikswaarde van landschappen en functie is een gewogen som van fysieke landschapskenmerken
Milieuthema's	niet verbonden met milieuthema's
Modelschaal	uitspraken over gebieden; landelijke toepasbaarheid is nog niet bekend
Rekenniveau	vnl. regionaal
Voorgeschakelde modellen	fysieke data over gebieden, te verkrijgen vanuit diverse databestanden
Achtergeschakelde modellen	geen
Vereiste modelinvoer	fysieke kenmerken van gebieden
Modeluitvoer	bepaling van de belevingswaarde en gebruikswaarde van landschappen/gebieden en voorspelling van effecten van ingrepen
Wetenschappelijke onderbouwing	eerste toets in omgeving van Nijmegen
Koppeling met meetnetten/ NEM	MKGR
Informatica	regressie-analyses, multiniveau-analyses
Ondersteuning	eerste toetsing leidde tot hoge correlaties tussen scores van respondenten en fysieke kenmerken
Rapportage	Van den Berg, Van den TOP en Kranendonk (1998)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • beleving in het model is gereduceerd tot schoonheid • operationalisering en meting fysieke kenmerken • differentiatie in typen natuur en doelgroepen • validatie is nog beperkt • mogelijkheden voor landelijke toepassing zijn nog niet onderzocht
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • nadere validatie van het model
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	project binnen SC-DLO

Modelbeschrijving Model recreatieve aantrekkelijkheid landelijk gebied	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	Een rekenmodel waarbij de recreatieve aantrekkelijkheid van gebieden wordt bepaald voor verschillende vormen van recreatie, op basis van indicatoren voor de gebruikswaarde en belevingswaarde
Milieu-thema's	niet verbonden met milieu-thema's
Modellschaal	regionaal en landelijk
Rekenniveau	vnl. regionaal
Voorgeschakelde modellen	data over gebieden, te verkrijgen vanuit diverse databestanden, o.m. BORIS
Achtergeschakelde modellen	geen
Vereiste modelinvoer	kenmerken van gebieden, gedifferentieerd naar verschillende vormen van recreatie
Modeluitvoer	bepaling van de recreatieve aantrekkelijkheid en mogelijkheden tot voorspelling van veranderingen hierin door verandering in de indicatoren (voorspelling negatieve effecten en voorspelling van potenties)
Wetenschappelijke onderbouwing	toegepast voor verschillende gebieden; landelijke kaarten voor wandelen en fietsen; onderzoek naar het relatieve belang van wegingsfactoren via conjunctmeten
Koppeling met meetnetten/ NEM	MKGR
Informatica	ArcView, regressie-analyses, conjunctmetingen
Ondersteuning	
Rapportage	Goossen, Langers en Lous(1997)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • relatief groot aantal indicatoren en grote databehoeft • geen validatie via bevolkingsonderzoek • systeem is nog weinig gebruikersvriendelijk
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • toepassing van model in verschillende gebieden
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	projecten binnen SC-DLO

Modelbeschrijving MORRES; Model van RekenRegels voor Ecotopen en Soorten	
Ontwikkeling	WL, RIZA
Omschrijving	MORRES is een verzameling spreadsheetmodellen, waarmee voor (vrijwel alle) WSV-doelvariabelen het potentieel areaal en potentieel aantal berekend kan worden voor de verschillende WSV-scenario's. Op basis van de ecotopenverdeling wordt met rekenregels het potentieel areaal voor een soort bepaald. Door dit te vermenigvuldigen met de referentie-aantallen wordt het potentiële aantal bepaald. De uitkomsten kunnen worden weergegeven in amoebe-achtige figuren, de zgn raderplots (niet echte taartpunten). Er zijn spreadsheets om de ecologische index voor water (EOW) per watersysteem en per regio te bepalen. De berekening van deze index is vrijwel conform de berekening in de waterdialoog. MORRES bestaat uit drie verschillende regionale modellen: riviergebied, deltagebied, en meren (m.n. ijsselmeergebied).
Milieu-thema's	Afhankelijk van ecotoop/soort
Modellschaal	Regionaal/Watersysteemniveau
Rekenniveau	Watersystemen/ecotopen
Voorgekoppelde modellen	ECLAS
Achtergekoppelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Oppervlaktes aan ecotopen (c.q. Ruimtelijke Ecotopenkaart i.t.t. de vereiste abiotische invoer voor HEP's)
Modeluitvoer	Potentieel areaal en potentieel aantal van verschillende WSV-doelvariabelen. Eventueel geaggregeerd tot een Ecologische Ontwikkelingsindex voor Water (EOW). Vegetatie: Bruin Cypergras, Driek.bies, Engelse Alant, Krabbescheer, Maasraket, Pijlkruid, Rivierfonteinkruid, Veldsalie, Vlott. waterranonkel, Watergentiaan, Wilde kruisdistel, Zwarte Els, Zomereik, Zwarte populier, Biezen, Fonteinkruiden, Helofyten en Waterplanten. Vissen: Barbeel, Blakvoorn, Brasem, Fint, Snoek en Winde. Zoogdieren: Das en Otter. Vogels: Aalscholver, Kuifeend, Kwak, Kwartelkonong, Oeverzwaluw, Rietgors, Visdief, Waterral en Ijsvogel. Amfibieën/Reptielen: Boomkikker, Kamsalamander, Rugstreeppad en Ringslang. Overig: Kleine tanglibel, Zandoeverdansmug, Mosselwants, Rivierrombout en Zoetwatermeriet
Wetenschappelijke onderbouwing	Verschillende rapporten
Koppeling met Meetnetten/NEM	Koppeling met meetnetten van specifieke soorten
Informatica	PC/Windows met EXCEL
Ondersteuning	Gebruikershandleiding
Rapportage	Gebruikershandleiding (Duel 1996)
Knelpunten	Voor landelijke schaal kunnen de rekenregels (nu sterk gebiedsspecifiek) niet goed worden geparametriseerd. Het is niet de bedoeling dat er een landelijk model komt. De rekenregels zijn soortspecifiek en de soorten meestal specifiek voor gebieden. Er zijn weinig soorten landelijk bruikbaar.
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	omzetting in Visual basic met GIS koppeling (Zie EKOS)
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Momenteel wordt vooral gewerkt aan de operationalisatie

Modelbeschrijving NTM3 (Natuur Technisch Model)	
Ontwikkeling	IBN
Omschrijving	Landelijk voorspellingsmodel waarin relaties worden gelegd tussen abiotische standplaatsfactoren en potentiële natuur(behouds)waarden.
Milieuthema's	Primair t.b.v. Verdroging (c.q. verandering in waterregiem). NTM3 ook toepasbaar voor Verzuring en Vermesting.
Modelschaal	Landelijk
Rekenniveau	250 x 250 meterschaal/ 1 x 1 km
Voorgeschakelde modellen	Momenteel vooralsnog SMART
Achtergeschakelde modellen	t.z.t. LARCH
Vereiste modelinvoer	Stikstofbeschikbaarheid; Gemiddelde voorjaargrondwaterstand (GVG); Bodem-pH
Modeluitvoer	Natuur(behouds)waarde van de vegetatie
Informatica	GENSTAT/PC
Ondersteuning	Technische handleidingen/Geen gebruikershandleiding
Rapportage	NTM3: Gremmen, 1990 en Wamelink et al., 1997 (toepassing voor NV97)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Koppeling tussen SMART en NTM en tussen toeleverende modellen en SMART (momenteel wordt gewerkt aan implementatie binnen de omgeving van de Natuurplanner). • Modelering van stikstofbeschikbaarheid in SMART • Beperkte beschikbaarheid van benodigde ecologisch relevante (hydrologische) invoergegevens • Relatief grove gebiedsschematisatie • Relatief beperkte aansluitingsmogelijkheden met indicatoren • Validatie beperkt tot onderdelen (modelvoorspellingen wel vergeleken met natuurwaardekaarten afgeleid uit FLORBASE)
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Koppeling met LARCH en koppeling met Natuurplanner
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	

Modelbeschrijving OPLAN (Openheid LANDschap) en VIRIS (VisueelRuimtelijk InformatieSysteem)	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	Landelijk systeem voor de classificatie van visueel-ruimtelijke kenmerken en de voorspelling van effecten op deze kenmerken. In OPLAN vooral gericht op de visuele openheid van het landschap.
Milieu-thema's	Niet direct verbonden met de verthema's, mogelijk met (visuele) verstoring en verdwijnen van landschapselementen
Modelschaal	Landelijk en regionaal
Rekenniveau	Kaarten met grids van 250x250 m, 500x500 m, 1000x1000 m en 2000 x 2000 m
Voorgeschaalde modellen	Geen
Achtergeschakelde modellen	Nu nog niet, mogelijk in latere fase op belevingsmodel
Vereiste modelinvoer	Voor het bepalen van de openheid invoer van digitale topografische gegevens over beplanting en bebouwing (TOP50) bij OPLAN; bij VIRIS digitale topografische data uit de TOP10
Modeluitvoer	hoeveelheid beplanting en bebouwing per grid, classificatie van openheid en verhouding groen/rood per grid; numerieke uitwerking van gegevens onder meer naar kenmerkendheid en nivellering van gebieden/landschapstypen
Wetenschappelijke onderbouwing	classificatie van openheid in OPLAN is deels gevalideerd aan de hand van beoordeling van foto's;
Koppeling met meetnetten/ NEM	Meetnet Landschap, MKGR
Informatica	ARC-INFO (OPLAN); VIRIS in ARC-INFO en ArcView
Ondersteuning	AML-OPLAN -
Rapportage	Van Alphen e.a. (1994); Palmer (1996)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • voorspellingmodule vraagt aanpassing • verouderd databestand 'Schaal vh landschap'; • toepassing van TOP10 vraagt aanpassing OPLAN • toepassing OPLAN is niet gebruikersvriendelijk • waardering van openheid en gebrek aan operationele beleidsdoelstellingen • validatie is beperkt • gebruikershandleiding niet beschikbaar (wordt herzien bij ombouw van OPLAN naar VIRIS)
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • opbouw digitaal databestand van Nederland (opgaande elementen, classificatie openheid, groen/rood) gebaseerd op TOP10 • uitwerking van de voorspellingsmodule; • uitwerking output (kaarten en numerieke data in VIRIS) • ontwikkeling van gebruikersvriendelijke schil • betrouwbaarheidsanalyse en validatie • inbouw in Warumec • opzetten handleiding VIRIS • uitwerken visuele verstedelijking
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	projecten binnen SC-DLO

Modelbeschrijving PAF-DS/PAF-KOV Potentieel Aangetaste Fractie DoelSoorten/ Potentieel Aangetaste Fractie-Kans Op Voorkomen	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Kennismodel waarmee, op basis van gemeten, geïnterpoleerde of berekende concentraties van Cd, Cu en Zn, de fractie van doelsoorten dieren blootgesteld boven de no effect concentratie berekend kan worden. Met PAF-KOF kan ook de kans op voorkomen berekend worden.
Milieu-thema's	Primair t.b.v. Verspreiding en Verzuring
Model-schaal	Schaal afhankelijk van invoergegevens. Landelijk is mogelijk, mits gekoppeld aan landelijke verspreidingsmodellen.
Rekenniveau	Voor landelijke toepassingen 500x500 meter
Voorgeschaalde modellen	Prognosemodellen voor depositie (OPS) en metalenconcentraties en bodem-pH (SOACAS/ SIMPLETON)
Achtergekoppelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Metaalconcentraties (geïnterpoleerde gehalten Cd, Cu, Zn, Pb) Bodemkaarten (met pH, % organische stof) Landgebruikkaarten (% grasland, % bos/natuur, % akker)
Modeluitvoer	PAF en KOV als maat voor toxische druk
Wetenschappelijke onderbouwing	
Koppeling met meetnetten/NEM	-
Informatica	
Ondersteuning	
Rapportage	Klepper, O & D. v/d Maat (1997); Mapping the potentially Affected Fraction (PAF) of species (RIVM rapport 607504001)
Knelpunten	Vertaling van maat voor toxische druk naar betekenis voor natuur
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	-
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	

Modelbeschrijving PCDitch	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Eutrofiëringsmodel voor sloten, waarmee kritische waarden voor externe N- en P- belasting berekend kunnen worden o.b.v. ecologische normen.
Milieuthema's	Primair t.b.v. het thema Vermesting.
Modelschaal	Primair Regionaal
Rekenniveau	Afhankelijk van invoer
Voorgekoppelde modellen	Modellen zoals NPKRUN of ANIMO/DEMGEN of STONE
Achtergekoppelde modellen	t.z.t. RISTORI
Vereiste modelinvoer	Bodemkaart (bodemtype), WIS-kaart (hydrologie), Landgebruik (bemesting) en grondwaterstromen.
Modeluitvoer	Biomassa van verschillende typen algen en waterplanten. Er worden ondergedoken, drijvende (o.a. kroos) en emergente waterplanten onderscheiden. Behalve macrofyten worden (draad)algen en detritus als toestandsvariabele gemodelleerd.
Wetenschappelijke onderbouwing	Kennis over de groeifactoren van, en de competitie tussen, functionele groepen waterplanten, gecombineerd met een sluitende N- en P-balans.
Koppeling met meetnetten/NEM	Kan gebruik maken van gegevens uit abiotische en biotische meetnetten
Informatica	ACSL/PC Er wordt gewerkt aan een koppeling met de Natuurplanner en RISTORI
Ondersteuning	Gebruikershandleiding en modelbeschrijving
Rapportage	-Janse, J.H. & P.J.T.M van Puijenbroek (1997), "PCDitch, een model voor eutrofiëring en vegetatieontwikkeling in sloten", RIVM rapport 703715004
Knelpunten	Hydrologische invoer
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Validatie van het model in proefregio's, gereed eind 1999. Aanpassing tot een ruimtelijke versie (incl. waterbeweging). Daarnaast wordt gewerkt aan koppeling met RISTORI, een statistisch model dat in ontwikkeling is voor de simulatie van de soortensamenstelling van planten- en dierengemeenschap, waarvoor PCDitch invoergegevens zal kunnen leveren.
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Verschillende lopende projecten zie hierboven.

Modelbeschrijving PCLake	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Dynamisch nutriënten ecosysteemmodel voor eutrofiering van ondiepe meren, waarbij de voedselweb en nutriëntenkringloop worden gesimuleerd. Het combineert een beschrijving van een voedselweb met die van de nutriëntenkringloop. Het model gaat uit van een nul-dimensionaal systeem (ideale menging).
Milieuthema's	Primair t.b.v. Vermesting.
Modellschaal	Primair Regionaal/ Afhankelijk van invoer
Rekenniveau	Meer/afhankelijk van invoer
Voorgeschaalde modellen	PAWN, STONE
Achtergeschakelde modellen	t.z.t. RISTORI
Vereiste modelinvoer	Als stuurparameters moeten worden opgegeven: waterdebiet en verdamping, totale externe nutriëntentoevoer, temperatuur en instraling. Voor deze parameters kan gekozen worden tussen vaste waarden, standaard-tijdssturing (sinus) of het inlezen van meetwaarden. Het inlezen van meetwaarden gebeurt met een ASCII-tabel. Verder moeten verschillende algemene systeemeigenschappen worden opgegeven, zoals de gemiddelde waterdiepte, de infiltratiesnelheid, de gemiddelde windinvloed op sedimentatie en resuspensie en enkele sedimenteigenschappen (percentage droge stof, dichtheid, ijzergehalte).
Wetenschappelijke onderbouwing	Kennis over de bistabiliteit van ondiepe meren en de sturende factoren, gecombineerd met een sluitende N- en P-balans.
Koppeling met meetnetten/NEM	Kan gebruik maken van gegevens uit abiotische en biotische meetnetten
Modeluitvoer	Biomassa voedselwebniveaus (blauw en groenalgen, waterplanten, zooplankton en vissen), doorzicht
Informatica	ACSL/PC of DUFLOW (ruimtelijke versie). Er wordt gestreefd naar een koppeling met de Natuurplanner
Ondersteuning	Gebruikershandleiding
Rapportage	o.a. Aldenberg, T., J.H. Janse & P.R.G. Kramer (1995). Fitting the dynamic lake model PCLAKE to a multi-lake survey through Bayesian statistics. Ecol.Mod. 78:83-99 Janse, JH (1995). Modelling eutrofiering Reeuwijkse Plassen. RIVM-rapport 732404 004. Janse, JH (1997). A model of nutrient dynamics in shallow lakes in relation to multiple stable states. Hydrobiologia 342/343: 1-8. En andere publicaties
Knelpunten	
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Validatie, mede op heldere meren, gereed eind 1999.
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Validatieproject

Modelbeschrijving PCStream	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Dynamisch ecosysteemmodel van beken. Primair doel is de beschrijving en voorspelling van randvoorwaarden (morfologie, stroming, permanentie, nutriënten) voor het kunnen voorkomen van soorten planten en dieren.
Milieu-thema's	Vermesting
Modellschaal	Regionaal (PAWN-district, Provincie)
Rekenniveau	Netwerk van stromen
Voorgeschaakte modellen	PAWN, STONE, LGM
Achtergeschaakte modellen	Ristori
Vereiste modelinvoer	Debietten van wateraanvoer en -onttrekking, concentraties in wateraanvoer
Wetenschappelijke onderbouwing	Kennis van levensgemeenschappen en afzonderlijke soorten in beken.
Koppeling met meetnetten/NEM	Kan gebruik maken van gegevens uit abiotische en biotische meetnetten
Modeluitvoer	Kans op voorkomen van beek-organismen
Informatica	ACSL/PC
Ondersteuning	In voorbereiding.
Rapportage	In voorbereiding.
Knelpunten	
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Intensieve koppeling met bodemwater-modellering.
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Koppeling met Natuurplanner

Modelbeschrijving POLYWALK/GRIDWALK	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	GRIDWALK 2.0: Raster georiënteerd random walk model voor de simulatie van individuele dispersiebewegingen door een complex heterogeen landschap. POLYWALK 2.0: Vector georiënteerd random walk model voor de simulatie van individuele dispersiebewegingen door een complex heterogeen landschap
Milieuthema's	Geschikt voor het thema versnippering
Modelschaal	GRIDWALK vooral voor landelijke schaal 1000x1000 m, Polywalk v
Rekenniveau	Zie LEDESS-SHAPE
Voorgeschakelde modellen	LEDESS-VEG, LEDESS-SITE, LEDESS-SHAPE
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	Leefgebieden faunasoorten, uitvoer van LEDESS-SHAPE Begroeiingstypen Kaart met lineaire barrières
Modeluitvoer	<ul style="list-style-type: none"> • Connectiviteitsmatrix (onderlinge bereikbaarheden van leefgebieden) • Connectiviteitswaarde voor hele kaart (plan,scenario's) • Bereikbaarheden geselecteerde gebieden • Dispersie bottle-necks en - corridors • (lokatie van) snelweg mortaliteit
Wetenschappelijke onderbouwing	Verkenningen van gevoeligheid.
Koppeling met meetnetten/ NEM	-
Informatica	Fortran op workstation
Ondersteuning	Gridwalk: technische handleiding Polywalk: technische handleiding in voorbereiding
Rapportage	<p>GRIDWALK: Knaapen, J.P., H.C. van Engen, R.C. van Apeldoorn, P. Schippers and J. Verboom. 1995; "Badgers in the Netherlands: evaluation of scenario's with models. In: J.F.ThSchoute et al. (eds), scenario Studies for the Rural Environment, 549-554. Kluwer Academic Publishers. Schippers, P., J. Verboom, J.P. Knaapen and R.C. van Apeldoorn. 1996. Disposal and habitat connectivity in complex heterogeneous landscapes: an analysis with a GIS-based random walk model. Ecography 19: 97-106 -</p> <p>POLYWALK: Bakker, J., J.P. Knaapen and P. Schippers 1995. Fauna dispersal modelling: spatial approach. Proc. International conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering. 17-21 September 1995, Maastricht/The Hague.</p>
Knelpunten	Vrijwel geheel gebaseerd op aannamen {knelpunten in wetenschappelijke onderbouwing en praktisch gebruik voor natuurverkenningen} Geen calibratie/validatie
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Geen

Modelbeschrijving RAM: Risico Analyse voor het Mariene Milieu	
Ontwikkeling	RIKZ, WL, TNO
Omschrijving	Het model beschrijft de risico's van menselijk gebruik op de Noordzee en Waddenzee voor 34 indicatorsoorten (de AMOEBE-soorten). Hierbij wordt een zevental gebruiksfuncties (recreatie, inbreng stoffen, defensie, olie- en gaswinning, scheepvaart, winning oppervlakte delfstoffen en visserij) ontleed in verschillende verstoringen. Hierbij wordt rekening gehouden met het ruimtelijke verspreidingspatroon. Vervolgens worden de effecten op overleving en reproductie berekend, waarna een populatiemaat wordt berekend. Het model is zodanig opgezet dat het inzicht verschaft waar en hoe de effecten veroorzaakt worden. De nadruk ligt op het integrale karakter: veel soorten en alle gebruiksfuncties.
Milieuthema's	Afhankelijk per indicatorsoort. Voornamelijk Verstoring en Verspreiding
Modelschaal	Landelijk
Rekenniveau	Invoer-afhankelijk (veelal 5x5km)
Voorgeschakelde modellen	MANS*TOX MANS*RUIJTE
Achtergeschakelde modellen	n.v.t.
Vereiste modelinvoer	Verspreiding microverontreinigingen, Verspreiding gebruiksfuncties, Verspreiding AMOEBE soorten
Modeluitvoer	Populatiematen voor 34 AMOEBE-soorten waaronder zeezoogdieren, vogels, vissen, bodemdieren, algen, zooplankton en wieren/zeegras
Wetenschappelijke onderbouwing	Diverse rapportages, geen publicaties
Koppeling met meetnetten/NEM	Maakt gebruik van gegevens uit biotische en abiotische meetnetten
Informatica	Arc-info
Ondersteuning	Technische handleiding
Rapportage	Diverse
Knelpunten	-Het model berekent alleen de statische directe effecten. D.w.z. dat het geen rekening houdt met secundaire effecten (bijvoorbeeld predator-prooi relaties) en geen tijdsverloop (bijvoorbeeld herstel van de populatie) laat zien.
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Update invoergegevens
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Interne kwaliteitsborging, onderzoeksproject GEOMOD

Modelbeschrijving RISTORI	
Ontwikkeling	RIZA, STOWA, RIVM, IBN-DLO en LUW
Omschrijving	Model dat wordt ontwikkeld voor de effectberekeningen voor generiek beleid, gebiedsgericht beleid en specifieke maatregelen voor aquatische ecosystemen in regionale wateren.
Milieuthema's	Verzuring, Vermesting, Verspreiding en Beheer
Modelschaal	Landelijk
Rekenniveau	Watersysteem
Voorgeschakelde modellen	Emissiemodellen (PROMISE en STONE), Grondwatermodellen (zoals MOZART-SWAP, NAGROM-LGM) en oppervlaktewatermodellen
Achtergeschakelde modellen	Natuurwaarderingmodule
Vereiste modelinvoer	Waterkwaliteits- en kwantiteitsaspecten, belasting door emissie en rijkswateren, neerslag/afvoer gegevens, kwel/wegzijgingsgegevens
Modeluitvoer	Kans op voorkomen van soorten en realisatiekansen van gemeenschappen voor vegetatie en marcofauna
Wetenschappelijke onderbouwing	-
Koppeling met meetnetten/NEM	De bestaande landelijke meetnetten zijn niet goed bruikbaar voor validatie en ijking
Informatica	-
Ondersteuning	-
Rapportage	-
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Model nog in ontwikkeling, operationele versie pas na 2005 beschikbaar. Wel zijn tussenresultaten voor de natuurverkenning 2001 te gebruiken • Gewenste landelijke dosismodellen zijn niet beschikbaar voor 2001 • Niet elk afzonderlijk object is te modelleren, zodat opschalingstechnieken ontwikkeld moeten worden om de lokale systemen goed mee te kunnen nemen in de modellering. • Detaillering van emissiemodellen moeten sterk worden verbeterd zowel in ruimte als in tijd. • Koppeling tussen grondwatermodellen en oppervlaktewatermodellen vereisen nog veel onderzoek.
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Bouw van model Kalibratie en validatie voor een beperkt aantal specifieke gebieden.
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Verschillende lopende projecten binnen de verschillende instituten.

Modelbeschrijving ROBOT 1.5 (Risk Assessment for Target Species, Based on Toxic Equivalency)	
Ontwikkeling	RIVM
Omschrijving	Het ROBOT model berekent de risico's van persistente stoffen in waterbodems met dioxine-achtige toxiciteit voor doelsoorten aan het eind van de aquatische voedselketen. Het model wordt momenteel uitgebreid om voor meer doelsoorten en stoffen te kunnen functioneren. Het model heeft drie modules: (1) De sediment module berekent de afbraak van stoffen in het sediment zoals PCB's, evt. later ook dioxines. (2): de voedselweb module berekent de doorgifte van persistente stoffen door het aquatische voedselweb (3) de toxiciteit module berekent de totale toxische druk (in dioxine equivalenten) voor visetende dieren en berekent het effect op de voortplanting en fysiologie van de doelsoort.
Milieuthema's	Verspreiding
Modellschaal	Lokaal
Rekenniveau	Homogeen Waterlichaam
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergekoppelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	-
Modeluitvoer	Effect op voortplanting en fysiologie ((1) Percentage relatieve afname van de voortplantingscapaciteit van specifieke doelsoorten ten gevolge van stoffen met dioxine-achtige toxiciteit. (2) Percentage relatieve afname van vitamine A gehalten in specifieke doelsoorten ten gevolge van stoffen met dioxine-achtige toxiciteit). Voor de NVK is de otter (<i>Lutra lutra</i>) gekozen als doelsoort vanwege zijn hoge gevoeligheid voor dioxine toxiciteit.
Wetenschappelijke onderbouwing	-
Koppeling met meetnetten/NEM	-
Informatica	-
Ondersteuning	-
Rapportage	Traas, T.P.; Luttik, R; Klepper, O; Leonards, P.E.G.; Beurskens, J.E.M.; Smit, M.D.; Van Hattum, A.G.M. (1996). Modeling time-trends of PCB effects on otters and associated quality objectives for PCB in sediments. Development of otter-based quality objectives for PCBs. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague
Knelpunten	-
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	-
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	-

Modelbeschrijving Salicornia	
Ontwikkeling	IBN Texel
Omschrijving	Groei- en vestigingsmodel voor zeekraal in pionierszones van kwelders
Milieu-thema's	Kwelderontwikkeling en -bedreiging
Modellschaal	Locaal
Rekenniveau	Locaal
Voorgeschakelde modellen	-
Achtergeschakelde modellen	-
Vereiste modelinvoer	Temperaturen, licht
Modeluitvoer	Ontwikkeling planten naar kans op vestiging, groei en wegspoeling.
Wetenschappelijke onderbouwing	
Koppeling met meetnetten/NEM	-
Informatica	Windows, Pascal source-code
Ondersteuning	-
Rapportage	-
Knelpunten	Is vooral studiemodel, met enige beschrijvende kracht.
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Geen verdere ontwikkeling
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	-

Modelbeschrijving SMART2/MOVE (Simulation Model for Acidification's Regional Trend; Model for Vegetation)	
Ontwikkeling	SMART: SC/MOVE: RIVM/LBG
Omschrijving	Landelijk multistress voorspellingsmodel voor de terrestrische vegetatie, bestaande uit een procesgeoriënteerd bodemmodel (SMART) en een statistisch vegetatie model (MOVE). Ook bruikbaar voor normstelling en dominante stress-analyse.
Milieuthema's	Primair t.b.v. Verzuuring, Vermesting en Verdroging.
Modelschaal	Landelijk
Reken/Presentationiveau	250 x 250 meterschaal, Uitkomst : 1 x 1 km
Voorgeschaalde modellen	Hydrologischmodel (vnl. LGM) Depositie model (OPS/DEADM)
Achtergeschakelde modellen	t.z.t. LARCH
Vereiste modelinvoer	Geschematiseerde bodemkaart; Geschematiseerde vegetatiestructuurkaart; Kwelkwaliteitskaart; Gemiddelde plus verandering in grondwaterstand; Kwelflux plus verandering daarin; Depositie in de vorm van NOx, NHx en SOx en kationen; Neerslag; Natuurdoeltype kaart
Modeluitvoer	Kans op voorkomen van plantensoorten; Realisatiekansen voor natuurdoeltypen; Natuurwaarde; Informatie over dominante stress
Informatica	SMART: Fortran/Unix MOVE: Delphi/PC, Natuurplanner
Ondersteuning	Gebruikersvriendelijke shell (MOVE)/ Technische handleiding/ Gebruikershandleiding (MOVE/NATUURPLANNER)
Rapportage	SMART: Kros et al., 1995. MOVE: Latour et al., 1997.
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • Koppeling tussen SMART en MOVE: Stikstofmodellering in SMART (geen relatie tussen de biomassaproductie en de stikstofpools in de bodem) sluit slecht aan op MOVE (momenteel wordt gewerkt aan een verbeterde stikstof-module SUMO). • Koppeling tussen hydrologische modellen en SMART/MOVE: Beperkte beschikbaarheid van benodigde ecologisch relevante hydrologische invoergegevens. • Relatief grove gebiedsschematisatie met weinig aandacht voor kleinschalige natuur • Validatie beperkt tot onderdelen • Gebruikershandleiding en gebruikersvriendelijke interface SMART ontbreekt
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verbeterde stikstofmodellering en successiemodellering mbv SUMO Uitbreiding van functionaliteiten voor effectberekening mbt beheer(maaibeheer) eb verzilting Uitbreiding met module voor normstelling en waardering Koppeling met LARCH en watermodellen zoals AQUACID
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Verschillende projecten mbt modelverbetering en modeltoepassing

Modelbeschrijving SPEL (Schaal voor de Perceptie en Evaluatie van het Landschap)	
Ontwikkeling	SC-DLO
Omschrijving	Een gestandaardiseerde vragenlijst met schalen voor zowel planvorming als monitoring van de beleving van landschappen op regionaal en nationaal niveau
Milieuthema's	niet verbonden met milieuthema's
Modelschaal	landelijk en regionaal
Rekenniveau	n.v.t.; bij differentiatie naar gebieden/landschapstypen kunnen landelijke kaartjes worden gegenereerd
Voorgeschakelde modellen	Geen
Achtergeschakelde modellen	Geen
Vereiste modelinvoer	steekproef uit de bevolking van Nederland of voor bepaalde gebieden; schriftelijke enquête
Modeluitvoer	scores op een aantal schalen, samenhangend met de dominante waarnemings- en waarderingskenmerken van landschappen; te differentieren naar gebieden/landschapstypen, bevolkingsgroepen, toestand landschap/ landschapsveranderingen
Wetenschappelijke onderbouwing	uitwerking en validatie voor monitoring in vier gebieden in Nederland uitwerking en validatie voor planvorming in Epe-Vaassen
Koppeling met meetnetten/ NEM	Meetnet Landschap en MKGR
Informatica	SPSS en evt. ArcView
Ondersteuning	vragenlijst beschikbaar
Rapportage	Coeterier (1997)
Knelpunten	<ul style="list-style-type: none"> • vragenlijst zou verder uitgewerkt moeten worden • relatie met graadmeters kan nog verder uitgewerkt worden • opbouwen van een landelijk databestand, gedifferentieerd naar landschapstypen is relatief kostbaar. <ul style="list-style-type: none"> • aggregatie van data naar een integrale belevingsindex of belevingskaart is complex
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	<ul style="list-style-type: none"> • nadere toepassing van vragenlijst in verschillende gebieden/landschapstypen • uitwerking naar mogelijkheden voor grafische weergave uitkomsten • inpassing in GIS
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	projecten binnen SC-DLO

Modelbeschrijving SUMO (Successie Module)	
Ontwikkeling	IBN-DLO
Omschrijving	SUMO wordt ontwikkeld om de interactie tussen bodem en vegetatie in het bodemmodel SMART (SC-DLO) te verbeteren. De module wordt aan SMART en mogelijk later ook aan MOVE gekoppeld. De module vervangt de groeicurve zoals die nu in SMART wordt gebruikt. De module simuleert de groei van vijf vegetatielagen onder invloed van licht-, vocht-, en stikstofbeschikbaarheid, waarbij de effecten van beheer worden meegenomen. De module is in staat om de concurrentie tussen de lagen te simuleren. Het gebruikt gegevens uit SMART over de bodem en levert gegevens aan SMART over het effect van de vegetatie op de bodem.
Milieuthema's	Verzuring, Verdroging, Vermesting
Modelschaal	Puntmodel
Rekenniveau	Vegetatielaag
Voorgeschaalde modellen	SMART
Achterschaalde modellen	MOVE
Vereiste modelinvoer	Biomassa, Beheer, N-pool, N-depositie, Vochtgehalte
Modeluitvoer	Biomassa, Vegetatieontwikkeling (als biomassa per laag), N-opname, N-overschot, Vochtname, C/N verhouding strooisel, Massa strooisel
Wetenschappelijke onderbouwing	Validatie nog niet verricht
Informatica	FORTRAN
Tijdstap	Jaar
Ondersteuning	SUMO wordt ingebouwd in de Natuurplanner van het RIVM (samen met SMART)
Rapportage	-
Knelpunten	Nauwkeurigheid afhankelijk van SMART Nog in ontwikkeling
Verwachte ontwikkelingen binnen een jaar	SUMO werkt eind 1998 in een globale vorm, d.w.z. het kan de vegetatieontwikkeling per laag simuleren op basis van N-beschikbaarheid en lichtbeschikbaarheid, waarbij globaal rekening wordt gehouden met beheer (maaien). In 1999 wordt het model verder uitgebouwd, in ieder geval voor beheer (beweiding) en de ruimtelijke verdeling van de vegetatie.
Wetenschappelijke backup	Binnen het IBN in LNV programma 319 NO nationaal, buiten het IBN door begeleiding van de vakgroep TON van de LUW en het RIVM.
Koppeling met meetnetten	-
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Eerste versie verwacht voor eind 1998
Wetenschappelijke backup binnen eigen instelling	Project loopt vooralsnog tot begin 1999

Modelbeschrijving 2DH/MANS-eutro	
Ontwikkeling	RIKZ, WL
Omschrijving	Ecologisch stofstroommodel 2DH ook bekend als MANS-eutro. Inmiddels opgevolgd door kuststrook en CSM versie
Milieuthema's	Vermesting
Modelschaal	Primair Europa
Rekenniveau	tot 8x8 km
Voorgeschakelde modellen	PAWN (eutro), WAQUA
Achtergeschakelde modellen	RAM
Vereiste modelinvoer	reducties nutriënten, waterbeweging en transport, meetgegevens RWS (DONAR) veel en divers (meteo, belastingen, slib etc.)
Modeluitvoer	Nutriënten, chlorophyll, primaire produktie en algengroepen waaronder Phaeocystis.
Wetenschappelijke onderbouwing	diverse rapportages en publicaties
Koppeling met meetnetten/NEM	meetgegevens Rijkswaterstaat
Informatica	unix pc-dos/windows; DELWAQ
Ondersteuning	DELWAQ handleiding
Rapportage	KSENOs; aanpassing en uitbreiding van het modelinstrumentarium MANS voor toxische stoffen en eutrofiering in de Noordzee en de Nederlandse kustwateren. WL rapport T1236, mei 1995 diverse WL (wo MANS) rapporten
Knelpunten	
Verwachte ontwikkelingen tot 2000	Verbetering slibmodellering
Wetenschappelijke backup binnen eigen organisatie	Project Zeebos, afstemming met het GEM

Bijlage 3 Modelbetrouwbaarheid

Modelbetrouwbaarheid is een belangrijke rode draad in het stroomlijningsproces geweest. Het proces zelf is opgestart met als doel om de middelen ten behoeve van modelontwikkeling en validatie efficiënter in te kunnen zetten (hoofdstuk 2). Momenteel ligt veelal de nadruk op de ontwikkeling en validatie van verschillende soms overlappende deelmodellen. Inzet van middelen is daardoor gespreid en validatie van de gehele modelketen krijgt vooralsnog minder aandacht. Stroomlijning van modellen en onderzoeksinspanningen zal resulteren in efficiëntere modelontwikkeling en snellere vergroting van de modelbetrouwbaarheid.

De wens om te komen tot een betrouwbaar modelleninstrumentarium heeft tevens een essentiële rol gespeeld bij de inrichting van het kerninstrumentarium. De daarbij gemaakte keuze voor afzonderlijke deelmodellen is gebaseerd op een aantal modeleisen die o.a. betrekking hebben op de modelbetrouwbaarheid (paragraaf 5.1).

Centraal bij de inrichting van het instrumentarium voor het planbureau staan de ontwikkeling en onderlinge afstemming van meetnetten en modellen. De meetnetten zullen niet alleen gebruikt worden voor beleidsevaluatie, maar ook voor de toetsing en verbetering van de (voorspellings)modellen. Als belangrijke modeleis is dan ook gesteld dat de kernmodellen goed dienen aan te sluiten bij de landelijke meetnetten zoals b.v. het NEM (paragraaf 5.1).

Tevens is gesteld dat de modellen zoveel mogelijk wetenschappelijk geaccepteerd, onderbouwd, getoetst en beschreven zijn. Acceptatie, onderbouwing en toetsing zijn met name van belang voor de inschatting van de betrouwbaarheid van de huidige modelresultaten. Wetenschappelijk draagvlak en daarmee samenhangend, de aanwezigheid van lopend onderzoek, is mede bepalend voor de toekomst perspectieven voor modelvalidatie en -verbetering.

Bij het planbureau wordt intensief gebruik gemaakt van de computermodellen en gegevensbestanden die binnen verschillende instituten (o.a. RIZA, RIVM, RIKZ, IBN-DLO en SC-DLO) ontwikkeld en beheerd worden. Individueel werken de verschillende instituten aan kwaliteitsborging, maar eenduidig en afgestemd beleid ontbreekt nog.

In het kader van stroomlijning van het modelleninstrumentarium hebben DLO en RIVM in 1996 afgesproken om een systeem voor kwaliteitsborging van milieuplanbureaumodellen en gegevensbestanden op te gaan zetten. Gewerkt wordt aan formulering van kwaliteitscriteria, een toetsing van de modellen en gegevens daarmee en een tijdschema voor het oplossen van mogelijke knelpunten. De vooralsnog benoemde criteria hebben met name betrekking op:

- Eisen t.a.v. ontwikkeling software, waaronder aansluiting bij internationale programmeerconventies en procedurele kwaliteitseisen t.a.v. vastlegging.

- Eisen t.a.v. computer implementatie, waaronder doorlopen van vaste testprocedures, beschrijving en onderbouwing de modelparameters en een gevoeligheidsanalyse voor eventuele fouten in modelparameters.
- Eisen t.a.v. beheer en ondersteuning
- Eisen t.a.v. documentatie
- Eisen t.a.v. gegevensbestanden
- Eisen t.a.v. validatie, waaronder juistheid van modeluitspraken

Het doel is dat deze algemene kwaliteitsaspecten vertaald worden in een aantal concrete kwaliteitseisen (zie tabel 14). Aangezien verwacht wordt dat de implementatie van een dergelijk uitgebreid kwaliteitsborgingssysteem voor verschillende instituten veel tijd zal vergen, is besloten om per kwaliteitseis in 3 kwaliteitsniveaus te benoemen. Onderscheiden worden (A) een minimum kwaliteitsniveau, (B) een snel gewenst kwaliteitsniveau en (C) een op termijn realiseerbaar goed kwaliteitsniveau. Hoewel alle aspecten mede bepalend zijn voor de betrouwbaarheid van de modellen is met name het laatste aspect, waarin het model en de modeluitkomsten worden vergeleken met meningen van experts en waarnemingen, van essentieel belang voor inschatting van de uiteindelijke juistheid van de modeluitspraken.

Momenteel lopen verschillende planbureauprojecten waarbij het bovenstaande kwaliteitsborgingssysteem verder wordt uitgewerkt, waarbij ook voor de natuurplanbureau modellen de kwaliteitscriteria worden geoperationaliseerd en de kwaliteit van de belangrijkste (kern)modellen en gegevensbestanden worden geïnventariseerd. Doel is om op gestandaardiseerde wijze de mogelijke knelpunten in het kerninstrumentarium te identificeren en modelverbetering te stroomlijnen en waarnodig te prioriteren. Vooral nog ligt het accent bij deze stroomlijningsprojecten vooral bij de RIVM en DLO modellen. Bredere afstemming is wenselijk. Mogelijke knelpunten in de RIZA en RIKZ modellen worden in de betrokken instituten eigen kwaliteitsborgingssystemen in kaart gebracht en waarnodig geprioriteerd.

De in dit rapport opgenomen modelbeschrijvingen geven geen direct inzicht in de precieze score volgens de huidige versie van dit kwaliteitsborgingssysteem. Veel van de bovengenoemde kwaliteitscriteria zijn bij de inrichting van het kerninstrumentarium voor Bos, Natuur en Landschap echter wel in meer of mindere mate aan de orde geweest. De conclusies worden hieronder samengevat. Specifiekere uitwerking en prioritering van oplossing van knelpunten zal echter in andere kaders moeten worden uitgevoerd. Wat betreft uitspraken over validatie (overeenkomsten van modeluitspraken met metingen en meningen van experts) van de modellen moet specifiek gelet worden op het laatst genoemde kwaliteitsaspect. Tevens moet genoemd worden dat de hier beschouwde ecologische modellen vaak de laatste schakel zijn in een lange modellentrein. De onzekerheden in voorgeschakelde modellen zullen zich doorvertalen in de invoer van de ecologische modellen, waardoor kwantificering van de foutenmarge wordt bemoeilijkt.

SMART/SUMO/MOVE-DEMNET

- t.a.v. ontwikkeling software. Voldoende tot goed. De ontwikkeling van de deelmodellen valt onder verantwoordelijkheid van de afzonderlijke instituten. De ontwikkeling van MOVE en het IT-platform (Natuurplanner) waarin de verschillende deelmodellen gekoppeld worden valt expliciet onder ISO-9001 kwaliteitsborging van het LBG-RIVM. De andere deelmodellen worden in dit kwaliteitsborgingssysteem als extern-ontwikkelde (buiten LBG-RIVM) modellen beschouwd, waaraan minder stringente interne eisen worden gesteld. Het nieuw te ontwikkelen integrale SMART/SUMO/MOVE-DEMNET zal in het kwaliteitsborgingssysteem worden opgenomen.
- t.a.v. computer implementatie. Voldoende tot goed. Interne controle van berekeningsmethode (b.v. t.a.v. vastlegging van parameterrange waarover gerekend mag worden) is niet in alle modelonderdelen even goed afgedicht. Gevoeligheidsanalyse van de gehele modelketen heeft nog niet plaatsgevonden, op onderdelen heeft dergelijke analyse echter wel plaatsgevonden.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Voldoende tot goed. Voor de deels buiten het RIVM ontwikkelde modellen SMART en DEMNET is zowel het interne als externe beheer in voldoende mate geregeld. Het recent ontwikkelde SUMO zal in het kwaliteitssysteem worden opgenomen.
- t.a.v. documentatie. Voldoende tot goed. Van alle deel modellen is documentatie beschikbaar over technische en (wetenschappelijk) inhoudelijke aspecten alsmede gebruikshandleidingen, alleen voor SUMO wordt nog gewerkt aan afronding van een inhoudelijke handleiding. Voor SMART wordt gewerkt aan de afronding van een gebruikerhandleiding.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Beheer van gegevensbestanden is geregeld op basis van het ISO9001. Daarnaast wordt in het IT-platform datatransport tussen modellen afgehandeld. Betrouwbaarheidsschattingen van de landelijke invoergegevens (bodemkaarten, vegetatiekaarten, grondwaterkaarten e.d.) zijn veelal beschreven. SC-DLO onderzoekt steekproefsgewijs de betrouwbaarheid van de bodem- en GT-kaarten. Het LGN is ook goed onderzocht op betrouwbaarheid. Voor FLORBASE is speciaal een procedure voor foutcontrole ontwikkeld.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig. Toetsing, kalibratie en validatie heeft plaatsgevonden, maar veelal slechts op het niveau van de afzonderlijke modelonderdelen en niet de gehele SMART/SUMO/MOVE-DEMNET-lijn. De vegetatie responsmodellen uit MOVE zijn op onderdelen statistisch getoetst, gewerkt wordt aan verdere toetsing met het ecotopenstelsel van DEMNET. Nadruk bij validatiestudies bij SMART heeft vooralsnog gelegen bij modeltoepassingen op site-niveau en globale systeemparameters (b.v. gemiddelde mineralisatie e.d). DEMNET is onlangs getoetst in het natuurgebied Stroothuizen. Niet alle modelparameters zijn nog even goed onderbouwd met waarnemingen, sommige berusten voornamelijk op expert-jugdement (b.v. mineralisatieparameters van SMART en parameters voor herstelbaarheid in DEMNET). M.n. in DEMNET is veel aandacht uitgegaan naar de validiteit van de basiskaarten.

Aangenomen wordt dat het geïntegreerde consensus model SMART/SUMO/MOVE-DEMNET, door bundeling van kennis en informatie, een verbetering van de afzonderlijke modellen zal betekenen.

LARCH

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. De ontwikkeling heeft niet plaats gehad binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Daarentegen heeft programmamering wel plaatsgevonden uitgaande van internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Matig tot voldoende. Model is gedurende ontwikkelingsfase wel getest, maar veelal niet op basis van formeel vastgelegde testprocedures. Voor implementatie in de Natuurplanner wordt op het RIVM een acceptatietest uitgevoerd op basis van geformaliseerde testaspecten (vastgelegd onder het kwaliteitsstelsel ISO9001). De habitatmodellering en de duurzaamheid zijn gecalibreerd met actuele landelijke meetgegevens m.b.t. de verspreiding en de dichtheid van soorten (PGO's). Afzonderlijke modelparameters zijn geschat met behulp van simulaties met gekalibreerde (deels gevalideerde) mechanistische METAPHOR-modellen voor een aantal strategische gidssoorten. Er is een begin gemaakt met een gehele gevoeligheidsanalyse.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Matig tot voldoende. LARCH wordt zowel bij het RIVM als bij het IBN-DLO beheerd. Als extern ontwikkeld model dat in gebruik is bij het RIVM-LBG valt het model deels binnen de ISO9001 kwaliteitsborging van het RIVM-LBG.
- t.a.v. documentatie. Matig. Gebruikerhandleiding ontbreekt nog. Wetenschappelijk inhoudelijke documentatie beperkt.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Bij inzet in de Natuurplanner bij het RIVM wordt beheer van gegevensbestanden geregeld op basis van het ISO9001. Daarnaast wordt in dit IT-platform datatransport tussen modellen afgehandeld. Betrouwbaarheidsschattingen van de landelijke invoergegevens (bodemkaarten, vegetatiekaarten, grondwaterkaarten e.d.) zijn echter moeilijk te concretiseren, hoewel globale indicaties beschreven zijn.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig. Model op onderdelen gevalideerd. Gestart wordt met gevoeligheidsanalyse en aanzet tot onzekerheidsanalyse.

PAWN/WSV-instrumentarium (w.o. verschillende deelmodellen)

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. De ontwikkeling heeft veelal niet plaatsgevonden binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Slechts voor een beperkt aantal modelonderdelen, ontwikkeld door gecertificeerde adviesbureaus, is dergelijke borging wel van toepassing. Daarentegen heeft programmering wel plaatsgevonden uitgaande van internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Voldoende. Modellen worden wel getest, maar veelal niet op basis van formeel vastgelegde testprocedures. Voor verschillende deelmodellen heeft beperkte gevoeligheidsanalyse plaatsgevonden.

- t.a.v. beheer en ondersteuning. - Ten aanzien van deze modellen moet worden opgemerkt dat de ontwikkeltrajecten van deze aquatische modellen niet in fase lopen met de tijdstippen waarop Natuurverkenningen dienen te verschijnen. Dit kan betekenen dat zonder tijdige bijsturing, in de NVK2001 niet beschikt zou kunnen worden over operationele beheerde versies van de modellen. Daartoe dienen afspraken gemaakt te worden over de keuze of het PAWN/WSV instrumentarium operationeel moet worden gehouden of de ontwikkeling van het nieuwe instrumentarium zo te faseren of te versnellen dat de modellen wel inzetbaar zijn.
- t.a.v. documentatie. Voldoende. Voor de meeste deelmodellen zijn (wetenschappelijk) inhoudelijke, technische en gebruikershandleidingen beschikbaar.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Gegevens worden verzameld doormiddel van onder andere meetnetten en remote sensing via geformaliseerde methoden.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig tot voldoende. Model op onderdelen gevalideerd. Aandacht gaat uit naar gevoeligheidsanalyses.

Pc-modellen, AquAcid en RISTORI (mn. laatste model in ontwikkeling)

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. De ontwikkeling heeft veelal niet plaatsgevonden binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Daarentegen vindt programmering wel plaats volgens internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Matig tot voldoende. Modellen worden wel getest, maar veelal niet op basis van formeel vastgelegde testprocedures. Voor verschillende deelmodellen heeft beperkte gevoeligheidsanalyse plaatsgevonden.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Matig tot voldoende. De PC-modellen en AquAcid zijn in beheer en gebruik bij RIVM, maar formele vastlegging van beheerstaken zijn slechts beperkt beschreven. Beheer van het te ontwikkelen RISTORI is vooralsnog niet afdoende geregeld.
- t.a.v. documentatie. Matig tot voldoende. Van AquAcid is geen gebruikershandleiding aanwezig. Technische documentatie is aanwezig in de vorm van listings. RISTORI is nog volop in ontwikkeling, rapportage van gebruikershandleidingen, technische handleidingen en wetenschappelijk inhoudelijke rapporten wordt wel verwacht. Gebruikershandleidingen van PC-modellen beperkt aanwezig evenals wetenschappelijk inhoudelijke rapportage.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Gegevens worden verzameld door middel van onder andere meetnetten en remote sensing via geformaliseerde methoden.
- t.a.v. validatie model en modellering. Voor AquAcid wordt gewerkt aan remote sensing van alle vennen in Nederland voor de kalibratie van het model. Het model is beperkt gevalideerd (momenteel wordt gewerkt aan validatie o.b.v. monitoringsgegevens). Kwaliteitsborging en draagvlak vergroting van RISTORI vindt plaats door regionale pilotstudies i.s.m. regionale waterbeheerders, waarbij resultaten worden voorgelegd aan deskundigen.

RAM

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. De ontwikkeling heeft veelal niet plaatsgevonden binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Voor een beperkt aantal modelonderdelen, uitgevoerd door gecertificeerde adviesbureaus, is dergelijke borging wel van toepassing. Daarentegen heeft programmering wel plaatsgevonden uitgaande van internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Voldoende. Modellen worden wel getest, maar veelal niet op basis van formeel vastgelegde testprocedures. Voor alle deelmodellen heeft gevoeligheidsanalyse plaatsgevonden. De parameterisatie is grotendeels gebaseerd op literatuuronderzoek en is uitgebreid gedocumenteerd.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Matig tot voldoende. RAM is in beheer en gebruik bij RIKZ, maar formele vastlegging van beheerstaken zijn slechts beperkt beschreven.
- t.a.v. documentatie. Voldoende. Voor de meeste deelmodellen zijn (wetenschappelijk) inhoudelijke, technische en gebruikershandleidingen beschikbaar.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Invoergegevens zijn gebaseerd op resultaten van landelijke meetnetten in enkele gevallen geïntegreerd met resultaten van verspreidingsmodellen.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig tot voldoende. De verschillende deelmodellen zijn in verschillende mate gevalideerd. Veelal heeft validatie plaatsgevonden op onderdelen.

EFISCEN

- t.a.v. ontwikkeling software. De ontwikkeling heeft niet plaats gehad binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Daarentegen heeft programmering wel plaatsgevonden uitgaande van internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Matig tot voldoende. Model worden is getest en gevalideerd met Finse historische gegevens en met andere projecties van bos in Europa, maar veelal niet op basis van formeel vastgelegde testprocedures. Gevoeligheidsanalyse heeft nog niet plaats gevonden.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Matig tot voldoende. Model is in beheer bij IBN-DLO en EFI (European Forest Institute), maar formele vastlegging van beheerstaken zijn slechts beperkt beschreven.
- t.a.v. documentatie. Matig tot voldoende. Manual is aanwezig. Verschillende wetenschappelijk inhoudelijke rapportages zijn aanwezig.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende. Gebruik wordt gemaakt van een gedetailleerde Europese bossen database, waaraan een dertigtal Europese instituten hebben meegewerkt.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig tot voldoende. Model is gevalideerd met Finse historische gegevens en met andere projecties van bos in Europa.

AGIS, CGIS en VIRIS

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. De ontwikkeling heeft niet plaats gehad binnen een kwaliteitsborgingssysteem zoals ISO9001. Ontwikkeling vindt plaats in gestandaardiseerde GIS-omgeving. Databewerking wordt vastgelegd in de vorm van AML's.
- t.a.v. computer implementatie. Matig tot voldoende. Veelal zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd op met name de waarderingsaspecten.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Voldoende. Modelontwikkelaars op SC-DLO beheren modellen, afspraken zijn echter beperkt vastgelegd.
- t.a.v. documentatie. Matig. Technische en gebruikerhandleiding ontbreken nog. Wetenschappelijk inhoudelijke rapportage is beperkt.
- t.a.v. gegevensbestanden Voldoende tot goed. Gegevens worden verzameld in monitoringsprojecten via een geformaliseerde methoden.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig. Toetsing van fysieke aspecten vindt plaats in het kader van monitoringsprojecten. Normatieve waarderingsaspecten (expert-judgement) worden niet of nauwelijks in de validatie betrokken. Wel zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd op het niveau van de waarderingsaspecten.

LABEL en SPEL (beide in ontwikkeling)

- t.a.v. ontwikkeling software. Matig tot voldoende. LABEL wordt ontwikkeld onder ISO9001 borging. SPEL wordt niet ontwikkeld binnen een dergelijk formeel kwaliteitsborgingssysteem. Daarentegen heeft programmering wel plaatsgevonden uitgaande van internationale standaard conventies.
- t.a.v. computer implementatie. Matig tot voldoende. Gevoeligheidsanalyse is vooralsnog niet uitgevoerd. Parametrisatie in SPEL gebeurt o.b.v. enquêtes.
- t.a.v. beheer en ondersteuning. Voldoende. Modelontwikkelaars op SC-DLO beheren modellen, afspraken zijn echter beperkt vastgelegd.
- t.a.v. documentatie. Matig. Technische en gebruikerhandleiding ontbreken nog. Wetenschappelijk inhoudelijke rapportage is nog beperkt.
- t.a.v. gegevensbestanden. Voldoende tot goed. Gegevens worden verzameld in monitoringsprojecten via een geformaliseerde methoden.
- t.a.v. validatie model en modellering. Matig. Beide modellen nog sterk in ontwikkeling. SPEL wordt momenteel regionaal gevalideerd, waarna landelijke operationalisatie zal plaatsvinden.

Tabel 14. Inventarisatie voorlopige kwaliteitseisen modellen RIVM-DLO. De verschillende kwaliteitscriteria zijn in 3 kwaliteitsniveaus ingedeeld: (A) minimum kwaliteitsniveau, (B) op korte termijn gewenst kwaliteitsniveau, en (C) op langere termijn na te streven goed kwaliteitsniveau.

Aspect	Modelleis met tussen haakjes het bijbehorende kwaliteitsniveau
Ontwikkeling software	(C) software ontwikkeld volgens een bepaald systeem (b.v. ISO 9000) - zo niet, wat wordt er gedaan aan: (B) beheersen van eisen? (B) project planning en tracking? (A) configuratie management? (B) IT-opleiding ontwikkelaars? - kwaliteitsborging: (A) audits? (B) design en code reviews? (B) evaluatie met en terugkoppeling naar gebruikers?
Beheer en ondersteuning	(A) is er een beheerder en een vervanger? (A) is de ondersteuning van de gebruikers geregeld? (C) is er een helpdesk? (A) is de broncode reproduceerbaar opgeslagen? (A) zijn de executables reproduceerbaar opgeslagen? (A) is de documentatie reproduceerbaar opgeslagen? (A) zijn de invoer-gegevensbestanden reproduceerbaar opgeslagen? (A) zijn de testgegevens (in- en uitvoer) reproduceerbaar opgeslagen?
Documentatie	(A) is er een readme file? (A) is er een bug/change request formulier/file? (A) is er een installatie beschrijving met een verificatie van de installatie? (A) is er een beknopte product beschrijving? (A) is er een beschrijving/verwijzing naar de theoretische achtergronden? (A) is er een beschrijving van het toepassingsgebied van het model? (A) is er een beschrijving van het toegestane bereik van invoerparameters en -gegevens? (B) is er een beschrijving van de herkomst van de invoerparameters? (B) is er een beschrijving van de onzekerheid in de invoerparameters? (B) is er een beschrijving van wat de code doet? (A) is er een beschrijving van de invoer- en uitvoer bestanden? (A) is er een bedieningsinstructie? (A) is er een beschrijving van het platform waarop het model kan draaien? (A) is er een beschrijving van welke tools nodig zijn om het model te draaien? (B) is er een beschrijving van welke testen en validaties zijn uitgevoerd? (B) is er een beschrijving van wat er aan kwaliteitsborging is gedaan?
Computer implementatie	(B) worden nieuwe versies getest en vergeleken met standaard invoergegevens? (B) worden in de uitvoerbestanden voldoende gegevens opgenomen om de berekeningen/bewerkingen te reproduceren? (b.v. versie, datum & tijd, gebruikte invoerbestanden, instellingen) (A) worden missende gegevens en parameters gesignaleerd? (B) zijn er voorzieningen tegen misbruik van het model? (b.v. buiten bereik van in- en uitvoergegevens en van parameters) (B) is de code door een "code checker" (b.v. Forcheck, Lint) getest? (B) is er een "maximum coverage" test uitgevoerd? (C) is de robuustheid van het model getest? (A) loopt het model wel eens vast? (B) is er een random test uitgevoerd? (B) is het model millenniumproof? (D) is de correctheid van de berekeningen/bewerkingen getest? (B) verandert de uitvoer voorspelbaar bij een continue verandering van de invoer over het gehele toegestane bereik? (b.v. verandert de uitvoer continu bij een continue verandering van de invoer) (B) is het gedrag van alle sub-processen (routines, functies e.d.) correct? (b.v. zijn

	<p>de berekeningen/bewerkingen m.b.v. een debugger getest)</p> <p>(B) is het limietgedrag van alle sub-processen van getest? (b.v. is de verdamping nul indien er geen water aanwezig is)</p> <p>(B) is de volgorde van berekeningen/bewerkingen correct? (b.v. wordt in een iteratief proces de juiste tijdstap gebruikt)</p> <p>(B) is er een dimensieanalyse uitgevoerd op alle modelberekeningen?</p> <p>(C) worden er onafhankelijke balansen van de belangrijkste modelcomponenten bijgehouden en worden deze gecontroleerd?</p> <p>(C) wordt er tijdens de berekeningen/bewerkingen getest of de variabelen binnen het "normale" bereik blijven?</p>
Kwaliteit gegevensbestanden	<p>(A) is er een beheerder aangesteld voor het beheer en onderhoud van de bestanden?</p> <p>(A) is er een ontwerpmodel van het bestand (datamodel)?</p> <p>(A) zijn de tools (met versie) en (gebruikers)omgeving gedocumenteerd?</p> <p>(C) is er een beschrijving van het bestand?</p> <p>(A) inhoud?</p> <p>(A) toepassingsgebied?</p> <p>(B) definities?</p> <p>(B) is er een beschrijving hoe de gegevens tot stand zijn gekomen? (b.v. zijn de gegevens feiten (daadwerkelijk gemeten) of schattingen (gebaseerd op metingen of waarnemingen))</p> <p>(C) zijn de gegevens herleidbaar?</p> <p>(C) zijn de gegevens verzameld onder een kwaliteitssysteem?</p> <p>(D) is er een schatting van de betrouwbaarheid van de gegevens?</p> <p>(C) meetnauwkeurigheid</p> <p>(C) verandering in de tijd</p> <p>(C) zijn er gevalideerde (meet- en/of bepaling-)methoden gebruikt?</p> <p>(E) worden de gegevens beheerd en onderhouden onder een kwaliteitssysteem?</p> <p>(C) hoe is de beveiliging geregeld?</p> <p>(C) zijn er procedures voor invoer van gegevens?</p> <p>(C) zijn er procedures voor het bijhouden/onderhoud van het bestand?</p> <p>(C) wat voor een kwaliteitscontrole wordt op de gegevens uitgevoerd?</p>
Validatie model en modellering	<p>(A) Is er iemand verantwoordelijk voor de modellering (modelconcepten)?</p> <p>(C) is er een beschrijving over de gebruikte wijze van modellering (mathematisch concept)?</p> <p>(A) is het doel waarvoor het model gebruikt wordt omschreven?</p> <p>(B) zijn er literatuurverwijzingen over de gebruikte wijze van modellering?</p> <p>(B) zijn de veronderstellingen/aannamen beschreven en gemotiveerd?</p> <p>(C) zijn alle aannamen gevalideerd?</p> <p>(B) is er een beschrijving van de afleiding van de vergelijkingen?</p> <p>(A) zijn alle parameters beschreven?</p> <p>(C) is de herkomst van alle parameters herleidbaar?</p> <p>(C) is de onzekerheid in de parameters bekend?</p> <p>(B) is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd? (gevolgen van een variatie in een afzonderlijke parameter op de resultaten)</p> <p>(B) is er een kalibratie uitgevoerd?</p> <p>(C) is er een automatische kalibratie-procedure gebruikt?</p> <p>(C) is de variantie-covariantiematrix van de parameters bekend?</p> <p>(C) is er een analyse uitgevoerd op de identificeerbaarheid van de parameters?</p> <p>(D) gebrek aan metingen?</p> <p>(E) ongevoeligheid parameters?</p> <p>(F) zijn residuen ongecorrleerd?</p> <p>(G) zijn alle onderdelen van het model gevalideerd?</p> <p>(A) zeer zwakke validatie uitgevoerd? (kalibratieset lijkt op of is gelijk aan de validatieset)</p> <p>(B) zwakke validatie uitgevoerd? (kalibratieset is niet gelijk aan en lijkt niet op de validatieset)</p> <p>(C) sterke validatie uitgevoerd? (bewezen dat model de juiste oplossing geeft)</p> <p>(C) is er een onzekerheidsanalyse uitgevoerd? (gevolgen van de onzekerheden van alle parameters gezamenlijk op de resultaten)</p>