KEMA

Referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen

Referentie-datamodel voor ecosystemen van stilstaande binnenwateren als eerste stap op weg naar milieu-informatiesystemen

Auteur: Ir. R.A. Nieuwenhuis

Landbouwuniversiteit Wageningen

912 588

Referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen

Referentie-datamodel voor ecosystemen van stilstaande binnenwateren als eerste stap op weg naar milieu-informatiesystemen

Auteur: Ir. R.A. Nieuwenhuis

Begeleiders:

KEMA N.V.:
Drs. F.L. de Rooy
Drs. P.J. Eisinga

LUW:
Drs. C. Meijs
Prof.dr.ir. A.J. Udink ten Cate

OVERNAME VAN GEGEVENS, SCHEMA'S EN/OF BESCHRIJVINGEN IS ALLEEN TOEGESTAAN NA SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN DE AUTEUR OF DE KEMA-BEGELEIDERS.

Voorwoord

Dit verslag is het resultaat van een project, dat oorspronkelijk in januari 1994 als afstudeervak Systeemkunde voor de vakgroep Informatica van de Landbouwuniversiteit Wageningen werd gestart bij KEMA N.V. te Arnhem. De sectie Informatie- en Beheers Systemen (IBS) van de *Business Unit* Proces Automatisering en Informatietechnologie (PCL) heeft dit project geïnitieerd, als eerste aanzet om te komen tot de ontwikkeling van *milieu-informatiesystemen*. Referentiemodellen spelen daarbij een grote rol. *Milieu*-informatiesystemen zijn op zich nieuw voor de sectie, maar er bestaat al wel een grote ervaring met informatiesystemen voor distributienetten van elektriciteit, gas en water en van het CAI-net. Met deze ervaring en door middel van samenwerking met organisaties op het gebied van milieubeheer en milieu-onderzoek, moet het mogelijk zijn dergelijke systemen te ontwikkelen.

Dit project is niet afgerond als afstudeervak. Vlak na mijn officiële tijd bij KEMA ben ik een 5 maands afstudeervak Waterkwaliteitsbeheer begonnen bij Waterschap Regge en Dinkel te Almelo. Direct daarop volgde een 5 maands stage Integraal Waterkwaliteitsbeheer bij de "Universidad Autónoma Metropolitana" in Mexico, gevolgd door weer een stage Integraal Waterkwaliteitsbeheer bij hetzelfde Waterschap in Almelo. Het behalen van mijn laatste examens in Augustus van dit jaar maakte het mogelijk om toch nog binnen de gestelde 6 jaar af te studeren. De afronding van dit project viel daardoor echter buiten mijn doctoraalpakket. Voor KEMA bleek dit echter geen onoverkomelijk probleem. Daarom bedank ik zeer hartelijk mijn begeleiders aldaar, drs. F.L. de Rooy en drs. P.J. Eisinga. Met name het aanhoudende enthousiasme van Peter Eisinga is zeer belangrijk geweest om mijzelf ook enthousiast te houden als mijn aandacht voor dit project dreigde te verslappen.

Grote dank gaat natuurlijk ook uit naar alle leden van de klankbordgroep. Hun bijdrage is van vitaal belang geweest voor het welslagen van dit project (De lijst met leden van de klankbordgroep is opgenomen in bijlage 2). Mijn dank gaat verder uit naar de begeleider vanuit de LUW, drs. C. Meijs. Speciale dank gaat uit naar prof.dr.ir. A.J. Udink ten Cate, voor zijn rol als *supervisor* van het project en voor het hanteren van de voorzittershamer op de workshop.

Ik hoop dat de ontwikkeling van milieu-informatiesystemen in de toekomst een positieve bijdrage kan leveren aan een beter milieu. De slogan van de overheid is dan wel "Een beter milieu begint bij jezelf", maar een goede samenwerking tussen alle betrokken partijen, met de daarbij behorende optimale informatievoorziening is van het grootste belang en moet daarom zeker sterk bevorderd worden!

Wageningen, september 1995 Rob Nieuwenhuis

Samenvatting

In de razendsnelle wereld van vandaag is een goede informatievoorziening zeer belangrijk voor het maken van belangrijke beslissingen. Dat geldt ook voor het milieubeleid. In dit project wordt een eerste aanzet gegeven tot het maken van *milieu-informatiesystemen*. Om tot een efficiënte ontwikkeling daarvan te komen, is een opsplitsing van het milieu gemaakt in de drie milieutypen: water, lucht en bodem.

Een eerste stap in de richting van milieu-informatiesystemen is het opstellen van referentiemodellen voor de verschillende milieutypen. In dit onderzoek wordt een gegevens-gericht referentie-datamodel opgesteld voor een bepaald type aquatisch milieu, namelijk voor de in Nederland veel voorkomende stilstaande zoete binnenwateren.

Voor de ontwikkeling en de validatie van dit referentie-datamodel is gebruik gemaakt van een klankbordgroep, bestaande uit deskundigen op het gebied van waterkwaliteit en aquatische ecologie en deskundigen op het gebied van de systeemkunde en informatietechnologie. De gehanteerde modelleer-methode is het entiteit-relatie diagram volgens de "Systems Development Methodology". Daar het ontwerpen van referentiemodellen met deze uit de bedrijfskunde afkomstige techniek weinig precedenten heeft in de aquatische ecologie, is tijdens dit onderzoek zeer veel aandacht besteed aan de acceptatie en validatie van zowel de ontwikkelde modellen als van de gebruikte techniek.

De ontwikkelde referentiemodellen zijn onder andere nuttig als communicatiemiddel en lenen zich goed voor kennis- en informatieoverdracht. De doelgroep van deze modellen bestaat dan ook uit waterbeheerders en onderzoekers, maar ook software-beoordelaars kunnen er gebruik van maken.

In de ontwikkeling van milieu-referentiemodellen en milieu-informatiesystemen zal KEMA N.V., met haar goede reputatie op het gebied van keuring, certificering en standaardisering, een belangrijke rol kunnen spelen. Getracht zal moeten worden, met zoveel mogelijk belangrijke onderzoeksinstituten en milieubeheerders en -beleidsmakers, gezamenlijk de ontwikkeling van betrouwbare milieu-informatiesystemen interdisciplinair aan te pakken.

Inhoudsopgave

Voorwoord i

Samenvatting iii

Inhoudsopgave v

1 Inleiding 1
1.1 Kader 1
1.2 Onderzoeksdoel 2
1.2.1 Doelstelling 2
1.2.2 Onderzoeksvragen 3
1.2.3 Doelgroep 3
1.3 Benadering 3
1.4 Referentie-datamodel 4
1.5 Gegevensmodellering 5
1.6 System development methodology 5
1.7 Aanpak 6
1.7.1 Gevolgde werkwijze 6
1.7.2 Validatie 7

2 Entiteit-Relatie-model 9

3 Referentie-datamodel stilstaande binnenwateren 13
3.1 Vragenlijst voor externe deskundigen 13
3.2 Referentie-datamodel Aquatisch ecosysteem . . . 15
3.2.1 Beschrijving entiteittypen model Aquatisch Ecosysteem 16
3.2.2 Beschrijving relaties referentiemodel Aquatisch ecosysteem 17
3.3 Referentie-datamodel Waterbodem (submodel) . . . 23
3.3.1 Beschrijving (sub-)entiteittypen model Waterbodem 24
3.3.2 Beschrijving relaties model Waterbodem . 24
3.4 Referentie-datamodel Waterpartij (submodel) . . 27
3.4.1 Beschrijving (sub-)entiteittypen model Waterpartij 28
3.4.2 Beschrijving relaties model Waterpartij . 28

4 Workshop "referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen 33
4.1 Inleiding 33
4.2 Algemene opmerkingen over het referentie-datamodel 36
4.3 Specifieke vragen en opmerkingen, naar voren gekomen tijdens de workshop en uit ingevulde entiteiten/relatie-lijst door afwezige tijdens workshop 37

5 Bevindingen tijdens het onderzoek, conclusies en aanbevelingen 45
5.1 Bevindingen tijdens het onderzoek 45

5.2 Conclusies 45
5.3 Aanbevelingen 47

LITERATUURLIJST 49

Bijlage 1: Vragenlijst voor externe deskundigen 51

Bijlage 2: Ledenlijst klankbordgroep en begeleiders . . . 55

Bijlage 3: Agenda voor de workshop "Referentie-datamodel voor Aquatische Ecosystemen" 57

Bijlage 4: Attributen referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen 59

1 Inleiding

1.1 Kader

In de huidige maatschappij bestaat een grote behoefte aan goed milieumanagement. De invloed van de mens op het ons omringende milieu is zo groot, dat het noodzakelijk is, deze effecten zorgvuldig te bestuderen en waar nodig, aan te pakken middels een goed milieubeleid. Voor een goed beleid is altijd informatie nodig. Van informatie is de tijdigheid, de juistheid en de volledigheid van het grootste belang. Met tijdigheid wordt bedoeld dat de informatie op het juiste moment snel beschikbaar kan zijn. De juistheid betreft de integriteit van de gegevens: de gegevens moeten "waar" zijn. Volledigheid houdt in dat àlle gegevens die voor een bepaalde beslissing van belang zijn, aanwezig zijn.

Voor een goed milieubeleid is het van belang dat de informatievoorziening voldoet aan deze drie eisen. Een methode om hierin verbetering aan te brengen, is de ontwikkeling van *milieu-informatiesystemen*. Een informatiesysteem is een systeem bestaande uit apparatuur, programmatuur, mensen, procedures en gegevensverzamelingen, dat een (deel van een) organisatie van informatie voorziet (Bots, 1990). Een milieu-informatiesysteem zal informatie moeten kunnen leveren over (een deelgebied van) het milieu. De programmatuur van een informatiesysteem omvat meestal onder andere een database.

Voor de ontwikkeling van informatiesystemen is een grondige voorstudie noodzakelijk. Allereerst zullen de belangrijkste gegevens en processen onderzocht moeten worden. Er moet een beeld gevormd worden van het systeem, een afspiegeling van de werkelijkheid. Een goede methode hiervoor is de ontwikkeling van *referentiemodellen*. Smit (1992) definieert een referentiemodel als een beschrijving van een standaardoplossing voor een bepaald probleem of vraagstuk, die als voorbeeld dient, of als voorbeeld kan dienen, voor het oplossen van gelijksoortige problemen of vraagstukken. Dat een referentiemodel voor KEMA N.V. meer is (onder andere een belangrijk communicatiemiddel), zal uit het vervolg blijken.

In de wereld van de systeemontwikkeling kan een referentiemodel gegevens- (data-) gericht zijn, of procesgericht. Bij een datamodel staan de gegevens en hun onderlinge relaties centraal. Een datamodel heeft dan ook een statisch karakter. Een procesmodel (functiemodel), waarin de processen die zich binnen het beschouwde systeem afspelen centraal staan, evenals de processen tussen het systeem en zijn omgeving, heeft een dynamisch karakter. De aldus verkregen informatie over gegevens en processen van het beschouwde systeem kan dienen als basis voor de ontwikkeling van milieu-informatie-systemen.

In dit onderzoek wordt een basis gelegd voor de ontwikkeling

van een milieu-informatiesysteem voor aquatische ecosystemen, middels de opstelling van een referentie-datamodel voor stilstaande, zoete aquatische ecosystemen.

1.2 Onderzoeksdoel

1.2.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is een referentie-datamodel te ontwikkelen voor ecosystemen van stilstaande, zoete wateren. De benadering richt zich op regionaal niveau. Tevens dient dit onderzoek als een voorstudie naar de mogelijkheden van de toepassing van de modelleringswijze van de Systems Development Methodology (ontwikkeld door Pandata/CAP-gemini, thans CAP VOLMAC geheten) (Bots e.a., 1990) op het gebied van milieu/ecosystemen. Daarnaast wordt gepeild of er bij deskundigen uit de "waterwereld" belangstelling bestaat voor de ontwikkeling van dergelijke modellen.

Het onderzoek past in het brede kader van het ontwikkelen en toetsen van milieu-informatiesystemen ten behoeve van de verbetering van milieumanagement, als interactie tussen milieu en maatschappij. Hiertoe is een opsplitsing gemaakt van het milieu in drie compartimenten: bodem, water en lucht. In dit onderzoek wordt het compartiment water beschouwd. Binnen het compartiment water is direct een verdere indeling in zoet, zout en brak water denkbaar. Binnen het zoete water is vervolgens een onderscheid gemaakt tussen stromende en stilstaande wateren.

De methode van modelleren is gegevens- (data) gericht. Het uiteindelijk te ontwikkelen model, bestaande uit Entiteit-Relatie Diagrammen en beschrijvingen, moet een referentiefunctie vervullen. Lokale en regionale "milieumanagers" moeten het model als basis kunnen gebruiken voor de ontwikkeling en toetsing van een op hun specifieke situatie toegespitst model, aan de hand waarvan hun milieubeleid ondersteund kan worden. Het is derhalve vereist dat het model niet te specifiek wordt. Een referentiemodel moet algemeen van aard zijn, breed toepasbaar en zal dus sterk gegeneraliseerd zijn. Daarnaast moet het model toch zo uitgebreid mogelijk zijn. Dit om de bedoelde stilstaande, zoete aquatische ecosystemen zo goed mogelijk te kunnen beschrijven. Tenslotte is het van belang, zoveel mogelijk overeenstemming te verkrijgen onder de ontwikkelaars en de toekomstige gebruikers van het model, om de acceptatie ervan als referentiemodel te bevorderen.

Overeenstemming tussen waterbeheerders is ook belangrijk wat betreft de methode van gegevensvastlegging. Eenheid in de structuur van de gegevensbestanden (databases) verbetert de mogelijkheid tot uitwisseling van gegevens en maakt een betere communicatie tussen verschillende instanties op het gebied van

waterbeheer mogelijk. De samenwerking tussen deze instanties kan aldus verbeterd worden.

1.2.2 Onderzoeksvragen

In het kader van dit onderzoek is een aantal onderzoeksvragen opgesteld.

-Welke objecten zijn van belang (voor het bestrijden of voorkomen van milieuproblemen) in stilstaande, zoete aquatische ecosystemen?

-Welke relaties zijn van belang (voor het bestrijden of voorkomen van milieuproblemen) in stilstaande, zoete aquatische ecosystemen?

-Hoe gedetailleerd moeten objecten en relaties tussen objecten worden beschreven in een referentie-datamodel, om een doel treffende aanpak van milieuproblemen in de genoemde ecosystemen te kunnen waarborgen. Dit komt neer op de mate van de compositie van het systeem.

-Bestaan er al milieu-informatiesystemen, of andere referentie-(data-)modellen op milieugebied?

-Op welke manier moet de kennis voor een referentiemodel vergaard worden?

1.2.3 Doelgroep

De toekomstige gebruikers van het referentiemodel zijn te vinden in vier groepen.
-materiedeskundigen die een oplossing zoeken voor problemen in de aquatische ecologie
-medewerkers die materiekennis moeten vergaren
-beoordelaars van modellen
-waterbeheerders die willen communiceren

1.3 Benadering

De reden dat in dit onderzoek voor een gegevensgerichte benadering is gekozen en niet voor een procesgerichte benadering, ligt in het volgende. Een proces-georiënteerde benadering is zeer goed toepasbaar in het geval van processen die geautomatiseerd moeten worden. Het proces waar het om gaat, kan in geautomatiseerde vorm gemakkelijker en efficiënter verlopen. De procesgeoriënteerde benadering kan worden onderverdeeld in vier aspecten. Het eerste behoort tot de analysefase, het tweede tot de systeemontwerpfase en de laatste twee tot de implementatiefase (Jansen, 1991).
-(bedrijfs)activiteiten;

-(voor de gebruiker) waarneembare taken;
-geautomatiseerd proces;
-programma-unit.

Het moge duidelijk zijn dat deze benadering zich vooral richt op de automatisering van bedrijfsprocessen. Voor de bestudering van ecosystemen zijn niet veel aanknopingspunten aanwezig.

De gegevensgeoriënteerde benadering richt de aandacht, zoals de naam al zegt, op de gegevens. Deze benadering benadrukt bij implementatie de opvraagbaarheid van gegevens en de integriteit van die gegevens en is uitermate geschikt voor het opzetten van databases. Tijdens de systeemontwikkeling legt de gegevensgerichte benadering de nadruk op de volgende aspecten (Jansen, 1991):
-(bedrijfs)gegevens;
-implementatie-onafhankelijk datamodel (conceptueel model);
-datamodel, afhankelijk van gekozen hardware en software;
-opslag en representatie van de gegevens met indexen en toe gangspaden.
Het eerste aspect hoort weer thuis in de analysefase, het tweede in de systeemontwerpfase en het derde en vierde in de implementatiefase.

De gegevensgerichte benadering kan goed gebruikt worden voor de modellering van ecosystemen. Zodra het referentie-datamodel algemeen geaccepteerd is door de ontwerpers en de gebruikers, is de mogelijkheid aanwezig, daadwerkelijk een database te ontwerpen voor specifieke toepassingen.

1.4 Referentie-datamodel

Bij de N.V. KEMA is een ervaring van enige jaren aanwezig op het gebied van referentie-(data-)modellen. In het kader van de collectieve opdracht distributie zijn referentie-datamodellen ontwikkeld van bedrijfsmiddelen-informatiesystemen voor horizontaal geïntegreerde distributiebedrijven. De modellen zijn ontwikkeld voor het elektriciteitsnet, het gasnet, het waterleidingnet en het CAI-net. Het doel van de ontwikkeling van deze modellen was het bieden van ondersteuning tijdens het uitvoeren van gegevensanalyse, bij de ontwikkeling van een geautomatiseerd bedrijfsmiddelen-informatiesysteem voor de genoemde netten bij al dan niet horizontaal geïntegreerde distributiebedrijven (Jansen, 1992).

Een referentie-datamodel heeft de volgende doelstelling/eigenschappen (Jansen, 1991):
-communicatiemiddel, zoals bij het bereiken en vastleggen van consensus tussen verschillende partijen en behoeve van het realiseren van externe integratie;
-gemeenschappelijk raamwerk, onder andere ten behoeve van

gegevensbeheer binnen gedecentraliseerde en te decentralise ren organisaties;
-basis voor systeemontwikkeling, zoals bij samenwerking tussen verschillende organisaties en bij organisaties met overeen komstige bedrijfsonderdelen;
-uitgangspunt voor de ontwikkeling van standaardapplicaties
-oplossingsmodel bij adviesprojecten, bijvoorbeeld bij informatieplanning;
-leermiddel bij het verkrijgen van materiekennis.
-marketingtool voor hardware-, software- en adviesbureaus

1.5 Gegevensmodellering

Bij de modellering van de gegevens tot een referentie-datamodel is als techniek gebruik gemaakt van de Entiteit-Relatie-modelleringswijze. Het Entiteit-Relatiemodel gaat uit van entiteittypen, attributen en relaties. Entiteittypen representeren de objecten waarover gegevens vastgelegd worden. Attributen representeren de relevante eigenschappen van deze objecten. Ze geven weer welke gegevens over de objecten vastgelegd worden. Relaties representeren de samenhang tussen de entiteittypen. Een opgesteld gegevensmodel wordt weergegeven in de vorm van diagrammen en beschrijvingen (Jansen, 1991).

In Entiteit-Relatie-diagrammen kan de structuur en de integriteit van de gegevens weergegeven en gewaarborgd worden. Cardinaliteit en optionaliteit (bijlage 1) van relaties tussen entiteittypen kunnen worden weergegeven. Het uiteindelijke E-R-model is eenvoudig, duidelijk en eenduidig, zodat het goed toegankelijk is voor verschillende betrokkenen, zoals informatie-analisten en gebruikers (Jansen, 1991).

1.6 System development methodology

Zowel bij KEMA als bij de Landbouwuniversiteit Wageningen wordt voor veel modelleer-toepassingen gebruik gemaakt van de System Development Workbench van CAP-VOLMAC. Deze workbench is een geautomatiseerd hulpmiddel voor het modelleren volgens de "Systems Development Methodology". De workbench heeft verscheidene modulen. Voor dit onderzoek is de module Data Modelling gebruikt. In deze module kunnen E-R-diagrammen gemaakt worden, begeleid door een systeemencyclopedie. In de systeemencyclopedie staan beschrijvingen van de entiteittypen, de attributen en de relaties. Per entiteittype kunnen, voor zover van toepassing, de volgende metagegevens worden vastgelegd:
-attributen
-beschrijving/definitie
-samenstelling
-synoniem
-heeft relaties met
-sub-entiteiten

-is sub-entiteit van
-is onderdeel van

In dit onderzoek is geen gebruik gemaakt van deze door SDW-Data Modelling geboden systeemencyclopedie. SDW genereert namelijk bij iedere beschrijving een koptekst en meer voor dit onderzoek overbodige informatie. Gekozen is daarom voor een beschrijving van de entiteittypen, relaties en attributen met behulp van een tekstverwerkingsprogramma. De systematiek van de systeemencyclopedie is wel aangehouden. In bijlage 1 staat de techniek van Entiteit-Relatie-diagrammen beschreven volgens de syntax van SDW.

1.7 Aanpak

1.7.1 Gevolgde werkwijze

Om te komen tot een algemeen geaccepteerd model van de beschouwde stilstaande aquatische ecosystemen, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van een klankbordgroep. Bij de samenstelling van de klankbordgroep is gepoogd deskundigen van verschillende instanties bijeen te brengen, om zo een brede achterban te verkrijgen ter acceptatie van het uiteindelijke referentie-datamodel. Het gebruik van een klankbordgroep in combinatie met workshops kan op milieugebied goede resultaten opleveren (Denzer e.a., 1993).

Alvorens de klankbordgroep werd ingesteld, is eerst een zogenaamde KEMA-interne visie op de problematiek ontwikkeld. Dit gebeurde middels overleg met milieudeskundigen van KEMA-KES, hetgeen staat voor Kema Environmental Services. De basis voor dit overleg werd gevormd door modellen, ontwikkeld op grond van reeds opgedane kennis over dit vakgebied. Deze kennis is opgedaan in een eerder afstudeervak bij de vakgroep Natuurbeheer, sectie Aquatische Ecologie van de Landbouwuniversiteit Wageningen (tegenwoordig Vakgroep Waterkwaliteit en Aquatische Ecologie, sectie Aquatische Ecologie). Enkele ideeën voor de te ontwikkelen modellen kwamen verder uit Owen (1977).

Na het vaststellen van de KEMA-interne visie op het systeem, is een aantal externe deskundigen benaderd om commentaar te geven op het model. De betrokkenen zijn geselecteerd aan de hand van externe contacten van KEMA-medewerkers en van de onderzoeker en met behulp van de CIMI-broncatalogus. De deskundigen werden telefonisch benaderd. Bij positieve reactie werd materiaal opgestuurd of ter plekke voorgelegd. Het materiaal bestond uit de KEMA-interne visie, een toelichting daarop, een korte beschrijving van de gebruikte technieken en invalshoeken, een beschrijving van het onderzoeksdoel en de onderzoeksvragen en een in te vullen vragenlijst (Bijlage 2).

Het gebruik van een klankbordgroep heeft voor dit onderzoek een aantal grote voordelen:
-Een juiste invulling van de klankbordgroep vermindert de noodzaak alle benodigde materiekennis zelf te vergaren.
-De medewerking van gerenommeerde deskundigen op het vakgebied verhoogt de acceptatiegraad bij de toekomstige gebruikers.
-Zowel de ontwikkelde modellen als de gebruikte methode van modelleren kan gevalideerd worden.

De resultaten van de eerste klankbordgroep-ronde werden verwerkt in het model van de KEMA-interne visie. Het aldus ontstane model werd weer met een toelichting rondgestuurd, met wederom de vraag kritiek te leveren. De kritieken werden weer verwerkt in het model.

Na deze twee rondes zijn de klankbordgroepsleden uitgenodigd voor een workshop bij KEMA. Op deze workshop is de kwaliteit van het model geëvalueerd, middels een persoonlijke beoordeling door de aanwezigen. De beoordeling vond plaats per entiteittype en per relatie. Bij de beschrijvingen daarvan was een schaal aangebracht van 1 tot 5, met de volgende betekenis:
1 verdient sterke verbetering
2 voor verbetering vatbaar
3 voldoende
4 goed
5 zeer goed
De resultaten van deze beoordeling zijn samengevat terug te vinden in hoofdstuk 4.

Tevens werd op de workshop aandacht besteed aan de kwaliteit van het model als geheel en aan het nut van de ontwikkeling van referentiemodellen voor de aquatische ecologie.

1.7.2 Validatie

Tijdens het onderzoek is veel aandacht besteed aan de validatie (geldigheidsverklaring) van het model. Hiertoe is allereerst de reeds genoemde vragenlijst aan de klankbordgroepsleden verstuurd. Tijdens de workshop is het model als geheel en in al zijn onderdelen beoordeeld.

De resultaten van de validatie van het uiteindelijke model en van de methode van modelleren zijn van belang voor een eventueel vervolg van het project. Als blijkt dat de methode van modelleren aanslaat en dat de ontwikkeling van referentiemodellen als eerste stap in de richting van milieu-informatiesystemen bijval vindt, zal KEMA N.V. hier wellicht een belangrijke rol in kunnen spelen. De grote ervaring op het gebied van normering/standaardisering maakt KEMA hiervoor geschikt.

2 Entiteit-Relatie-model

Entiteit-relatie-modelleringswijze

Het in dit onderzoek ontwikkelde referentie-datamodel is ontwikkeld volgens de entiteit-relatie modelleringswijze. Een entiteit-relatie-model is een gegevens- of datamodel. Datamodellen zijn belangrijke hulpmiddelen bij de (gegevens)analysefase van een informatiesysteem-ontwikkelingsproces (Jansen, 1991). Tijdens de gegevensanalyse worden de structuur, de betekenis en het gebruik van gegevens vastgelegd. Deze metagegevens zijn nodig om de informatiebehoeften te bepalen. De metagegevens worden uiteindelijk vastgelegd in een conceptueel datamodel (Hofstede, 1990). Dit is een afbeelding van de werkelijkheid, onafhankelijk van de wijze van opslag.

Entiteiten, entiteittypen en relaties

Een entiteit-relatie-model bestaat uit entiteittypen en relaties. Een entiteittype is een verzameling van entiteiten. Een entiteit is een afzonderlijk te onderscheiden object, met daaraan toe te kennen kenmerken, de attributen. Als entiteiten nemen we bijvoorbeeld "Jan", "Piet" en "Marietje". Het entiteittype is dan "mens". Bijbehorende attributen kunnen zijn: geslacht, leeftijd, lengte, gewicht, maar ook bijvoorbeeld interesses en favoriete kleur. Attributen zijn die kenmerken die de ontwerper van het model belangrijk vindt om vast te leggen over zijn entiteiten. De samenhang tussen twee entiteittypen wordt relatie genoemd.

De entiteit-relatie-benadering is ontwikkeld door P.P. Chen. Er zijn verschillende varianten op dit principe ontwikkeld. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de variant die beschikbaar is in SDW (System Development Workbench) van Cap Volmac. In deze variant wordt een entiteittype gemodelleerd als een rechthoekje met daarin de naam van het entiteittype. Relaties worden voorgesteld door lijnen tussen de entiteittypen, met de naam van de relatie erbij geschreven. De relaties en de entiteittypen worden omschreven in de zogenaamde systeemencyclopedie. De bij de entiteittypen behorende attributen worden ook in de systeemencyclopedie beschreven.

Cardinaliteit en optionaliteit

In de gebruikte entiteit-relatie-modellen is het mogelijk om cardinaliteit en optionaliteit van relaties tussen entiteittypen weer te geven. Cardinaliteit hoe vaak een entiteit deel kan nemen aan een bepaalde relatie. Het geeft dus aan of een bepaalde relatie een 1-op-1, een 1-op-n of een n-op-m relatie is. Bij een 1-op-1 relatie wordt de relatie weergegeven door

een enkelvoudige lijn. Een 1-op-n relatie wordt weergegeven door aan de n-kant van de relatie een "kraaiepoot" te tekenen. Bij een n-op-m relatie staat aan weerszijden van de relatie een "kraaiepoot".
Optionaliteit geeft aan hoe vaak een entiteit minimaal moet voorkomen in een relatie. Deze minimum-cardinaliteit kan de waarde 1 of de waarde 0 hebben. Het optionele karakter van een entiteit wordt weergegeven door een open rondje in de lijn van de relatie, aan de kant van de optionele entiteit. Bij afwezigheid van een open rondje is sprake van verplichte deelname van een entiteit aan de relatie, de minimum-cardinaliteit is dan 1.Door het weergeven van optionaliteit en cardinaliteit in de entiteit-relatie-diagrammen kan in één oogopslag gezien worden hoe vaak entiteiten aan relaties meedoen. Hierbij moet opgemerkt worden, dat cardinaliteit en optionaliteit betrekking hebben op entiteiten en niet op entiteittypen. Cardinaliteit en optionaliteit worden gedefinieerd op recordniveau, niet op modelniveau en horen dus eigenlijk niet tot het conceptueel datamodel. Om redenen van begrip-vergroting worden ze toch opgenomen in het conceptueel model.

Detaillering

Een entiteit-relatie-model kan verscheidene diagrammen bevatten, die een verschillend niveau van detaillering kunnen hebben. Eén entiteittype kan in een nieuw diagram worden uitgediept tot sub-entiteittypen en relaties daartussen. De relaties van subentiteittypen met entiteittypen uit "hogere" diagrammen kunnen ook aangegeven worden. Op deze manier is het mogelijk een hiërarchische structuur weer te geven.

Systeemencyclopedie

Met de module Data Modelling van de System Development Workbench is het mogelijk een systeemencyclopedie bij te houden, met daarin beschrijvingen van entiteittypen, attributen en relaties. De volgende metagegevens kunnen per entiteittype worden bijgehouden:

- attributen
  De relevante eigenschappen van het beschreven entiteittype

- beschrijving
  De definitie van het beschreven entiteittype

- samenstelling
  Entiteittypen die deel uitmaken van het beschreven entiteit type

- synoniem
  Synoniemen van het beschreven entiteittype

- heeft relaties met
  Relaties van het beschreven entiteittype met andere entiteittypen, bijvoorbeeld:
  (N) : M -herbivoor organisme - hvo eet mf

Als het beschreven entiteittype "macrofyt" heet, betekent dit dat een of meer macrofyten eventueel (optioneel) gegeten worden door 1 of meer herbivore organismen. Herbivore organismen moeten (niet optioneel) meedoen aan de eet-relatie met macrofyten, een macrofyt kan door meer dan één herbivoor organisme worden gegeten.

- sub-entiteiten
  De entiteiten die in het entiteit-relatie-diagram van het beschreven entiteittype voorkomen

- is sub-entiteit van
  Het entiteittype waarin het beschreven entiteittype voorkomt

- is onderdeel van
  Het entiteittype waarvan het beschreven entiteittype deel uitmaakt

3 Referentie-datamodel stilstaande binnenwateren

In dit hoofdstuk worden de ER-modellen en de beschrijvingen van alle entiteittypen en relaties weergegeven, zoals die zijn geformuleerd en aangepast aan de hand van de eerste 2 klankbordgroepsrondes. Tijdens de 2e klankbordgroepsronde is een vragenlijst meegestuurd, enerzijds om het model zoals het er toen uitzag te beoordelen, anderzijds om te peilen of de leden van de klankbordgroep de methode van modelleren begrepen en geschikt achtten. In paragraaf 3.1 is een aantal van deze voor de validatie van het project belangrijke vragen opgenomen, evenals de antwoorden van de respondenten op deze vragen. De complete vragenlijst is opgenomen in bijlage 1. De verklaring van de gebruikte codering van de namen van alle klankbordgroepsleden wordt gegeven in bijlage 2. De aan de hand van de eerste 2 klankbordgroepsrondes opgestelde en aangepaste beschrijvingen die in paragraaf 3.2 en verder staan vermeld, zijn in deze vorm beoordeeld tijdens de workshop van 4 mei 1994 bij KEMA. In totaal zijn 3 modellen ontwikkeld: 1 model van het aquatisch ecosysteem op het hoogste niveau van generalisatie, 1 submodel van het entiteittype waterbodem en 1 submodel van het entiteittype waterpartij. In hoofdstuk 4 volgen de beoordelingen en de opmerkingen en aanpassingen die tijdens de workshop naar voren zijn gekomen. In de bijlagen is een eerste aanzet tot het definiëren van mogelijke attributen bij de gebruikte entiteittypen opgenomen.

3.1 Vragenlijst voor externe deskundigen

De volgende vragen uit de "Vragenlijst voor externe deskundigen" zijn van belang voor de validatie van het project "Referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen". De gehele vragenlijst staat in bijlage 1. In tabel 1 zijn de antwoorden op deze vragen opgenomen. In de beantwoording op de schaal van 1 tot en met 5 betekent 1: geheel niet mee eens en 5: geheel mee eens.

4. De bedoeling van dit project is me geheel duidelijk, aan de hand van schriftelijke en mondelinge uitleg.

5. De methode van modelleren (Entiteit-Relatie-diagrammen) is mij reeds bekend.

6. De uitleg over de methode van modelleren maakt de methode voldoende duidelijk.

7. De entiteiten worden goed beschreven.

8. De relaties worden goed beschreven.

9. Het model steekt tot nu toe goed in elkaar.

10. De methode van modelleren (Entiteit-Relatie-diagrammen) is geschikt voor het modelleren van aquatische ecosystemen.

11. Het dynamisch aspect komt goed naar voren in het model.

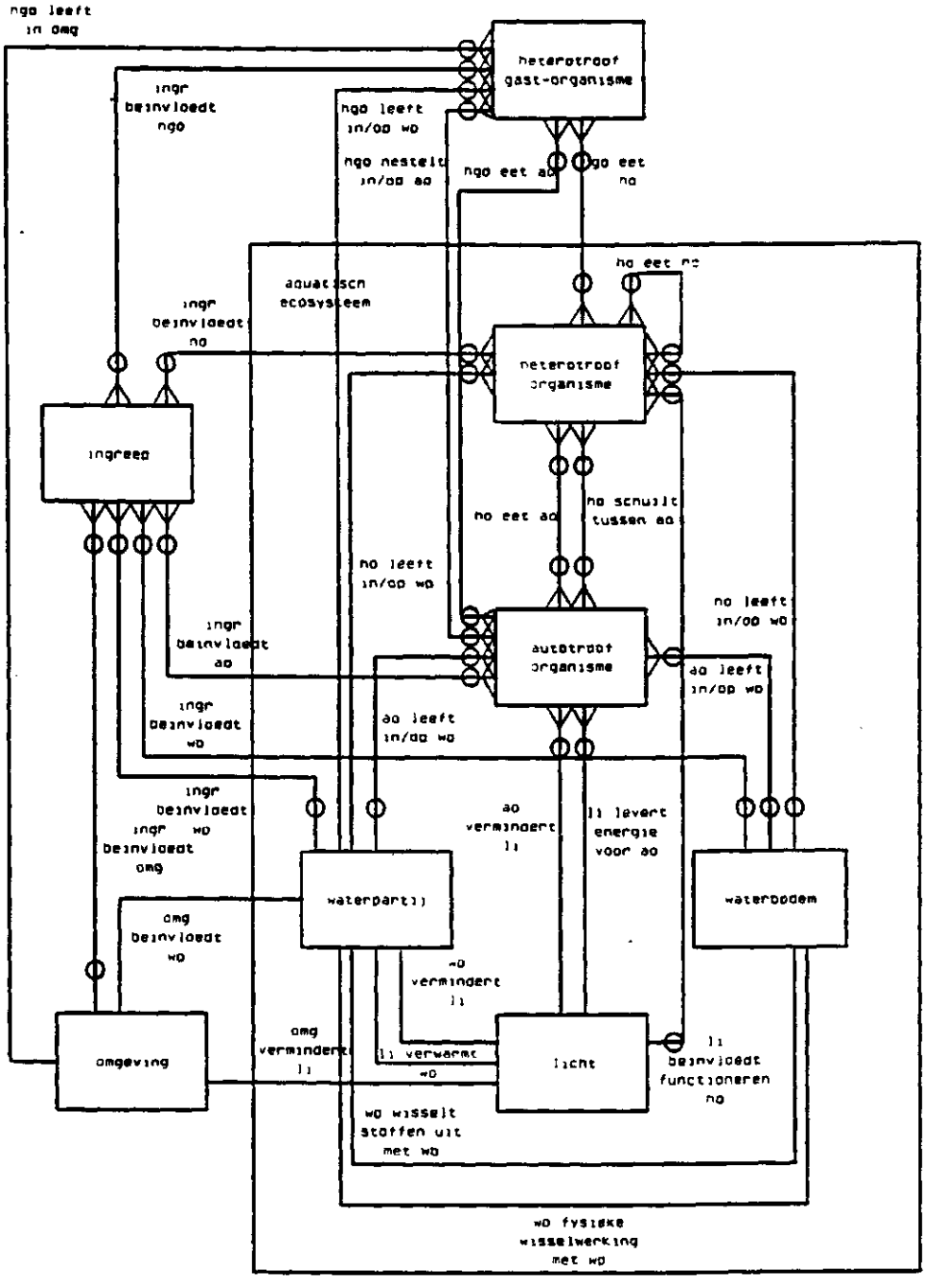
12. De voorgestelde aanpak van milieu-referentiemodellen is veelbelovend voor de toekomst.

Tabel 1: Antwoorden op de "Vragenlijst voor externe deskundigen

naam	SK	WL	OK	FW	GB	PV		
vraag							gem.	st. afw.
4	1	2	4	1	4	4	2.67	1.37
5	5	4	5	4	2	2	3.67	1.29
6	2	2	3	4	4	2	2.83	0.90
7	3	4	2	5	3	2	3.17	1.07
8	3	4	3	4	3	2	3.17	0.69
9	3	4	3	3	3	2	3.00	0.58
10	5	1	4	1	4	4	3.17	1.57
11	1	1	2	1	2	1	1.33	0.47
12	3	1	3	3	3	3	2.67	0.75

De meeste gemiddelden schommelen rond de 3, wat een indifferentie aanduidt. Een sterke uitschieter naar beneden is (zoals verwacht) het gemiddelde antwoord op vraag 11. Dit is logisch, aangezien een datamodel geen sterk dynamisch karakter heeft. Een referentie-procesmodel kan een volgende stap zijn om de dynamiek van ecosystemen goed te beschrijven. De beschrijvingen van de entiteittypen en de relaties worden redelijk positief beoordeeld, evenals de geschiktheid van de gebruikte methode van modelleren (ER-diagrammen) voor aquatische ecosystemen, al lopen over die geschiktheid de meningen sterk uiteen. De voorgestelde aanpak van milieu-referentiemodellen blijkt in deze enquête nog niet unaniem toegejuicht, maar tijdens de workshop van 4 mei waren de deelnemers een stuk positiever.

3.2 Referentie-datamodel Aquatisch ecosysteem



Figuur 1: Referentie-datamodel Aquatisch Ecosysteem

3.2.1 Beschrijving entiteittypen model Aquatisch Ecosysteem

1 Naam: aquatisch ecosysteem

BESCHRIJVING
Een aquatisch ecosysteem is een functionele eenheid van levende en niet levende componenten in een aquatisch milieu. Het is de levensgemeenschap inclusief bestaande relaties binnen het systeem en met relaties met de omgeving van het systeem. Van belang voor een eerste indeling van een aquatisch ecosysteem zijn onder andere de grootte, de vorm en de ligging van het water.

2 Naam: autotroof organisme

BESCHRIJVING
Een autotroof organisme is een organisme dat in staat is zelf lichtenergie en nutriënten om te zetten in bruikbare structuren, door middel van fotosynthese.

3 Naam: heterotroof gast-organisme

BESCHRIJVING
Een heterotroof gast-organisme is een organisme dat slechts een deel van zijn bestaan doorbrengt op of in het water. Watervogels oefenen invloed uit op een aquatisch ecosysteem door middel van vraat, verstoring of door de toevoer van ontlasting (dat maakt de wateren guanotroof). Andere gastorganismen zijn bijvoorbeeld ratten, of padden tijdens de paartijd. Een essentieel verschil tussen heterotrofe organismen en heterotrofe gast-organismen is dat de eerste groep organismen hun gehele leven (of levensstadium: b.v. muggelarven) in het aquatisch ecosysteem doorbrengen, terwijl de gast-organismen vrij zijn het ecosysteem te verlaten of te bezoeken wanneer ze willen. Daarbij kunnen ze stofstromen tussen het ecosysteem en zijn omgeving veroorzaken; ze kunnen stoffen importeren (vogelpoep) of exporteren (gevangen vissen).

4 Naam: heterotroof organisme

BESCHRIJVING
Een heterotroof organisme is niet in staat tot fotosynthese en is derhalve voor het voorzien in zijn voedselbehoefte direct (herbivoren) of indirect (carnivoren en omnivoren) afhankelijk van autotrofen.

5 Naam: ingreep

BESCHRIJVING
Een ingreep is een positieve of negatieve interactie van de mens (maatschappij) met het aquatisch ecosysteem of met de omgeving van het ecosysteem. Een negatieve ingreep kan de vorm hebben van een aantasting of een verontreiniging. Een positieve ingreep zal de vorm hebben van een (al dan niet intentionele) herstelmaatregel.

6 Naam: licht

BESCHRIJVING
De hoeveelheid licht die binnendringt in de waterpartij. Deze hoeveelheid wordt veroorzaakt door de instraling van de zon aan het wateroppervlak en neemt af met de diepte, afhankelijk van het doorzicht van het water, de extinctiecoëfficient.

7 Naam: omgeving

BESCHRIJVING
De omgeving van een aquatisch ecosysteem omvat de gehele fysische omgeving van de waterpartij, dus inclusief het omliggende land, voor zover als er sprake is van een waarneembare invloed op het aquatisch ecosysteem. Een belangrijke omgevingsfactor is ook de lucht. Er is sprake van uitwisseling van gassen en nutriënten tussen lucht en water (onder andere via neerslag). Daarnaast is de windwerking van de lucht van invloed op de waterpartij en eventueel de onderliggende bodem.

8 Naam: waterbodem

BESCHRIJVING
De waterbodem bestaat uit de harde ondergrond en het op die ondergrond eventueel aanwezige slib. In de bodem huizen veel microörganismen en evertebraten. Tevens wortelen veel waterplanten in de waterbodem. Van belang is de grondsoort van de bodem, maar ook de mate van vervuiling, nutriëntgehalten etcetera.

9 Naam: waterpartij

BESCHRIJVING
De waterpartij bestaat uit al het water in het aquatisch ecosysteem: de plas of het meer. Belangrijke aspecten van de waterpartij zijn: diepte, oppervlakte, volume, nutriëntgehalten etcetera. De waterpartij is in principe het medium waarin alle aquatische leven zich afspeelt.

3.2.2 Beschrijving relaties referentiemodel Aquatisch ecosysteem

10 Naam: ao leeft in/op wb

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen leven ook (gedeeltelijk) in en op de bodem. Planten wortelen vaak in de bodem en betrekken hun nutriënten uit die bodem. Sommige algen brengen (delen van) hun leven liggend op de bodem door.

11 Naam: ao leeft in/op wp

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen, dit zijn algen en hogere waterplanten, leven in en op het water. Dit houdt tevens in dat afscheidingsprodukten van deze organismen in het water terecht zullen komen en zo voor een verrijking van het water zorgen. Bij sterfte zullen de afbraakprodukten van de autotrofen ook in de waterkolom terecht komen.

12 Naam: ao vermindert li

BESCHRIJVING
De autotrofe organismen veroorzaken door hun aanwezigheid en door het opnemen van lichtenergie, een daling van de lichthoeveelheid in lagere waterlagen.

13 Naam: hgo eet ao

BESCHRIJVING
Heterotrofe gast-organismen foerageren vaak op waterplanten of algen, de autotrofe organismen van aquatische ecosystemen.

14 Naam: hgo eet ho

BESCHRIJVING
Heterotrofe gast-organismen eten heterotrofe organismen, zoals vissen en insekten. Daarnaast kunnen ze ook concurrenten zijn wat betreft voedselaanbod.

15 Naam: hgo leeft in omg

BESCHRIJVING
Heterotrofe gast-organismen verblijven niet hun gehele leven in/op het water. Ze bewegen zich in de omgeving, of zijn slechts periodieke gasten als gevolg van (vogel)trektochten. Sommige vogels verblijven het grootste deel van de tijd op het water, zoals de meerkoet, andere gebruiken het water slechts om hun vissen uit te vangen en gaan daarna weer weg (visarend). Inherent aan het leven in de omgeving is de wederzijdse beïnvloeding van het heterotroof gast-organisme en de omgeving: het voorkomen van bepaalde organismen is afhankelijk van omgevingsfactoren, terwijl het voorkomen van (bepaalde soorten) heterotrofe gast-organismen op zijn beurt de omgeving weer kan beïnvloeden.

16 Naam: hgo leeft in/op wp

BESCHRIJVING
Heterotrofe gast-organismen dobberen in het water, of duiken onder water op zoek naar voedsel. Tevens maken ze soms nesten in/op waterplanten die boven het water uitsteken, zoals riet. Uitwerpselen van watervogels kunnen in het water terechtkomen en maken bij grote hoeveelheden het water guanotroof.

17 Naam: hgo nestelt in ao

BESCHRIJVING
Sommige heterotrofe gast-organismen maken nesten in waterplanten die boven het water uitsteken. Ze beïnvloeden daarmee de structuur van die planten. Bevers bouwen burchten in het water en beïnvloeden op die manier zelfs de structuur van de waterpartij.

18 Naam: ho eet ao

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen zijn voor hun bouwstoffen direct of indirect afhankelijk van de autotrofe organismen. Herbivoren en omnivoren zullen plantaardig materiaal of algen (autotrofen dus) eten.

19 Naam: ho eet ho

BESCHRIJVING
Carnivore en omnivore organismen zullen andere heterotrofe organismen eten, om in hun voedselbehoefte te voorzien.

20 Naam: ho leeft in/op wb

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen leven ook vaak op of in de bodem. Sommige ongewervelden graven zich in of bevinden zich op de bodem. Op zoek naar voedsel woelen vissen zoals de brasem de bodem om.

21 Naam: ho leeft in/op wp

BESCHRIJVING
Ook heterotrofe organismen leven in en op het water. Dierlijke organismen zijn echter meestal vrijer in hun bewegingen dan plantaardige organismen en hebben dus soms de mogelijkheid het ecosysteem te verlaten, of juist te bezoeken (bijvoorbeeld watervogels). Ook voor de heterotrofen geldt dat afscheidings- en afbraakprodukten terechtkomen in de waterpartij.

22 Naam: ho schuilt tussen ao

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen gebruiken autotrofe organismen (waterplanten) om tussen te schuilen bij de jacht (hinderlaag of toevluchtsoord) en om hun eitjes op af te zetten. Waterplanten (macrofyten) zijn dus vaak van essentieel belang voor het voortbestaan van heterotrofe organismen.

23 Naam: ingr beïnvloedt ao

BESCHRIJVING
Een ingreep kan gericht zijn op autotrofe organismen. Waterplanten kunnen geplant of verwijderd worden. Een ingreep gericht op algen zal via de nutriëntenconcentratie van de waterpartij moeten verlopen.

24 Naam: ingr beïnvloedt ho

BESCHRIJVING
Een ingreep kan gericht zijn op heterotrofe organismen. Zo kan vis worden uitgezet of weggevangen, bijvoorbeeld als onderdeel van actief biologisch beheer.

25 Naam: ingr beïnvloedt wb

BESCHRIJVING
Een ingreep op de waterbodem kan de vorm hebben van het baggeren van de bovenlaag. Ook kan de bodem worden geïnjecteerd met chemicaliën, om nutriënten uit de waterpartij te binden.

26 Naam: ingr beïnvloedt wp

BESCHRIJVING
Een ingreep op de waterpartij kan bestaan uit een lozing van (verontreinigende) stoffen, zoals bij riooloverstorten of bij rioolwater-zuiveringsinstallaties. Het water kan ook gezuiverd worden met behulp van een ingreep. Een ingreep kan ook het waterpeil beïnvloeden.

27 Naam: ingr beïnvloedt omg

BESCHRIJVING
De invloed van een ingreep op de omgeving kan van velerlei aard zijn. De lucht kan worden aangetast of juist gezuiverd. Beplanting of bebouwing kan veranderd worden, maar ook kan ingegrepen worden in bijvoorbeeld de mestgift van boeren, waardoor indirect het aquatisch ecosysteem beïnvloed kan worden.

28 Naam: ingr beïnvloedt hgo

BESCHRIJVING
Een ingreep van de mens kan direct ingrijpen op de aanwezige heterotrofe gast-organismen. Zo kan men in de winter overgaan tot het afschieten van eenden en ganzen. Men kan echter ook vogels uitzetten in natuurgebieden, of padden helpen bij de paddentrek, ratten vangen en dergelijke.

29 Naam: li beïnvloedt functioneren ho

BESCHRIJVING
De hoeveelheid licht die op een bepaalde diepte doordringt, is van belang voor het functioneren van heterotrofe organismen. Behalve de indirecte invloed, die via het doorzicht van de waterpartij loopt, is bijvoorbeeld de daglengte belangrijk voor het gedrag van heterotrofe organismen.

30 Naam: li levert energie voor ao

BESCHRIJVING
De licht-instraling, voornamelijk afkomstig van de zon, is verantwoordelijk voor de toelevering van lichtenergie voor de fotosynthese van de autotrofe organismen.

31 Naam: li verwarmt wp

BESCHRIJVING
Door de omzetting van lichtenergie in warmte, zorgt de zon voor de opwarming van de waterpartij.

32 Naam: omg beïnvloedt wp

BESCHRIJVING
De invloed van de omgeving op het aquatisch ecosysteem zal vrijwel altijd via de waterpartij lopen. Windwerking oefent direct een kracht uit op de waterpartij, maar ook alle materie-toevoer verloopt via het water.

33 Naam: omg vermindert li

BESCHRIJVING
Door hoge bebouwing of begroeiing, kan de omgeving de instraling belemmeren. Hier kan overigens nuttig gebruik van worden gemaakt bij de bestrijding van autotrofenbloei in slootjes en vijvers en dergelijke.

34 Naam: wb fysieke wisselwerking met wp

BESCHRIJVING
De bewegingen van de waterpartij worden beïnvloedt door de vormen van de waterbodem. De bewegingen van het water hebben hun uitwerking op de vormgeving van de waterbodem.

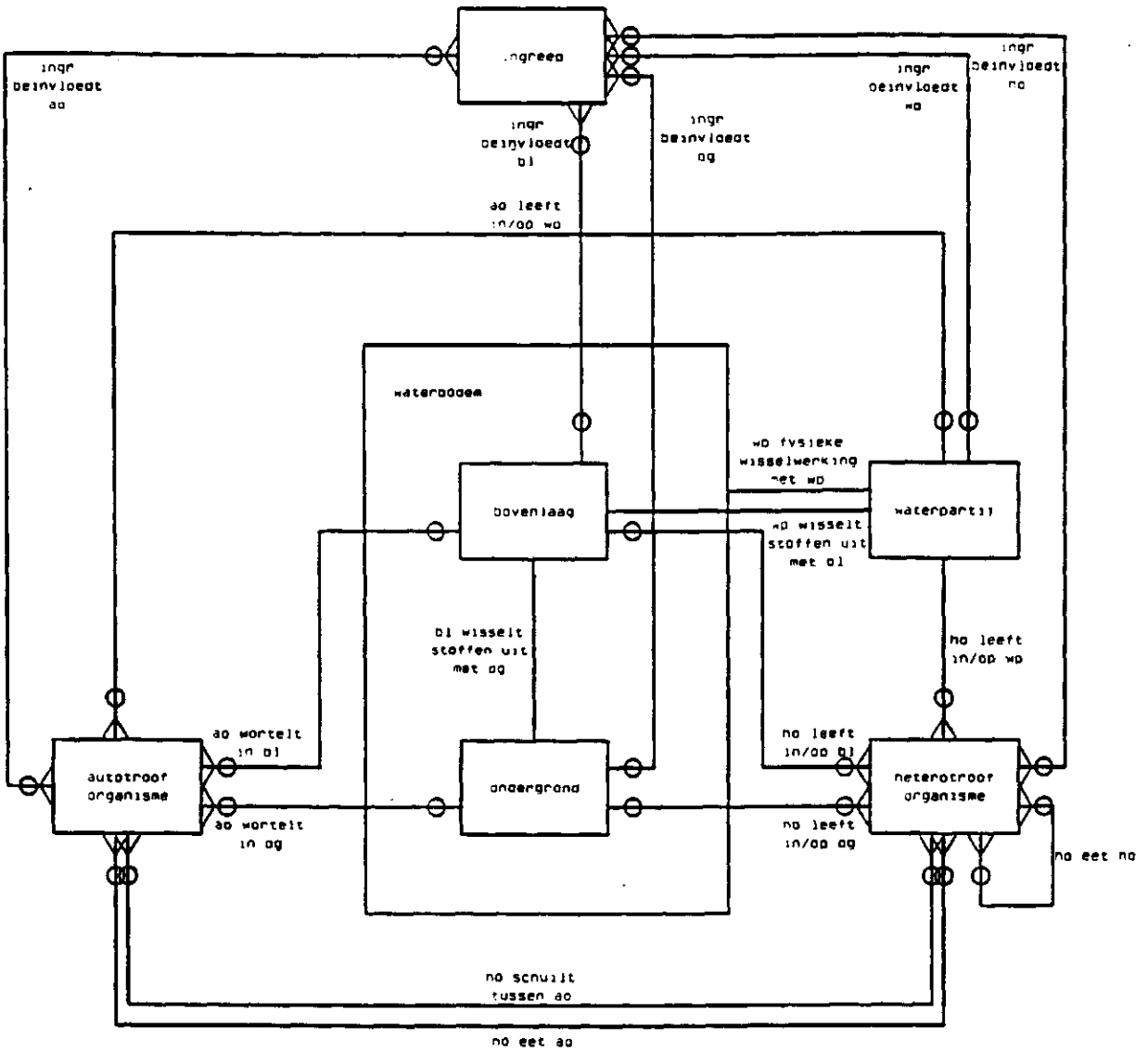
35 Naam: wp vermindert li

BESCHRIJVING
Allerlei zwevende (organische) stoffen in de waterpartij verminderen het doorzicht, en zodoende de mate waarin licht doordringt tot diepere waterlagen.

36 Naam: wp wisselt stoffen uit met wb

BESCHRIJVING
De waterbodem en de waterpartij wisselen continu stoffen uit, volgens chemische evenwichten en als gevolg van fysische processen. Zo kan de water partij de bodem opladen met nutriënten. De waterbodem kan zorgen voor nalevering van nutriënten. Tevens is er een zuurstofgebruik door de bodem. Daarnaast bezinken stoffen uit de waterpartij naar de waterbodem (sedimentatie) en kunnen slibdeeltjes worden opgewerveld, waardoor de deeltjes als zwevende (organische) stof weer in de waterpartij terechtkomen (resuspensie).

3.3 Referentie-datamodel Waterbodem (submodel)



Figuur 2: Referentie-datamodel Waterbodem

3.3.1 Beschrijving (sub-)entiteittypen model Waterbodem

37 Naam: bovenlaag

BESCHRIJVING
De bovenlaag van de waterbodem is in stilstaande wateren meestal een (vaak waterige) sliblaag, bestaande uit gesedimenteerd materiaal. (De vorming van een sliblaag is een belangrijke stap in het verlandingsproces van stilstaande wateren.) Dit gesedimenteerde materiaal is meestal voor een groot gedeelte van organische aard. In/op de bodem zijn organismen actief die de organische stoffen afbreken. De dan gevormde nutriënten kunnen naar de waterpartij diffunderen, volgens de heersende chemische evenwichten. Volgens die zelfde evenwichten kan de bovenlaag ook nutriënten opnemen uit de waterpartij. Naast deze uitwisseling van nutriënten, kan ook gesedimenteerd materiaal weer resuspenderen naar de waterpartij, onder invloed van beroering van de bovenlaag. Veel heterotrofe en autotrofe organismen huizen in de bovenlaag van de waterbodem. Plantewortels verhogen hierbij de stabiliteit van de waterbodem. Andere heterotrofe organismen woelen de bodem juist om, op zoek naar voedsel. Zij verlagen aldus de stabiliteit van de bodem.

38 Naam: ondergrond

BESCHRIJVING
De ondergrond van de waterbodem is de vaste ondergrond waarop de bovenlaag rust. De ondergrond wisselt stoffen (nutriënten, zuurstof) uit met de bovenlaag. De grondsoort van de ondergrond bepaalt in grote mate die uitwisseling. De ondergrond kan dienen als waterbron voor de waterpartij (kwel), of als afvoer van water (wegzijging). De grondsoort speelt hierbij weer een belangrijke rol (doorlatendheid). Plantewortels verhogen wederom de stabiliteit van de bodem, terwijl heterotrofe organismen (brasems) de bodem omwoelen, op zoek naar voedsel, andere organismen die zich in de bodem ophouden.

3.3.2 Beschrijving relaties model Waterbodem

39 Naam: ao wortelt in bl

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen wortelen in de bovenlaag van de waterbodem. Ze stabiliseren zo de bovenlaag en nemen er nutriënten uit op. In ruil voor positieve ionen staan ze H_3O^+ af en verlagen daarmee de pH. Sommige planten hebben stikstofbindende bacteriën in wortelknolletjes, waardoor de stikstofconcentratie in de bodem stijgt.

40 Naam: ao wortelt in og

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen wortelen soms ook in de ondergrond, die zodoende ook gestabiliseerd wordt.

41 Naam: bl wisselt stoffen uit met og

BESCHRIJVING
De bovenlaag van de waterbodem wisselt stoffen (nutriënten, zuurstof) uit met de ondergrond, afhankelijk van grondsoort, kwel of wegzijging en concentratieverschillen.

42 Naam: ho leeft in/op bl

BESCHRIJVING
Een aantal heterotrofe organismen, vooral uit de afbraakketen, houdt zich vaak op in de bovenlaag van de waterbodem. Ze veranderen daarbij de structuur van de bodem, zowel fysisch als chemisch. Heterotrofe organismen zoals kikkers graven zich in in de bovenlaag om te overwinteren.

43 Naam: ho leeft in og

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen kunnen zich ook ophouden in de vaste ondergrond van de waterbodem, door zich in te graven, of op zoek naar voedsel.

44 Naam: ingr beïnvloedt bl

BESCHRIJVING
Een ingreep op de bovenlaag zal meestal bestaan uit het baggeren van die bovenlaag, of het injecteren met chemicaliën om een bepaald effect teweeg te brengen.

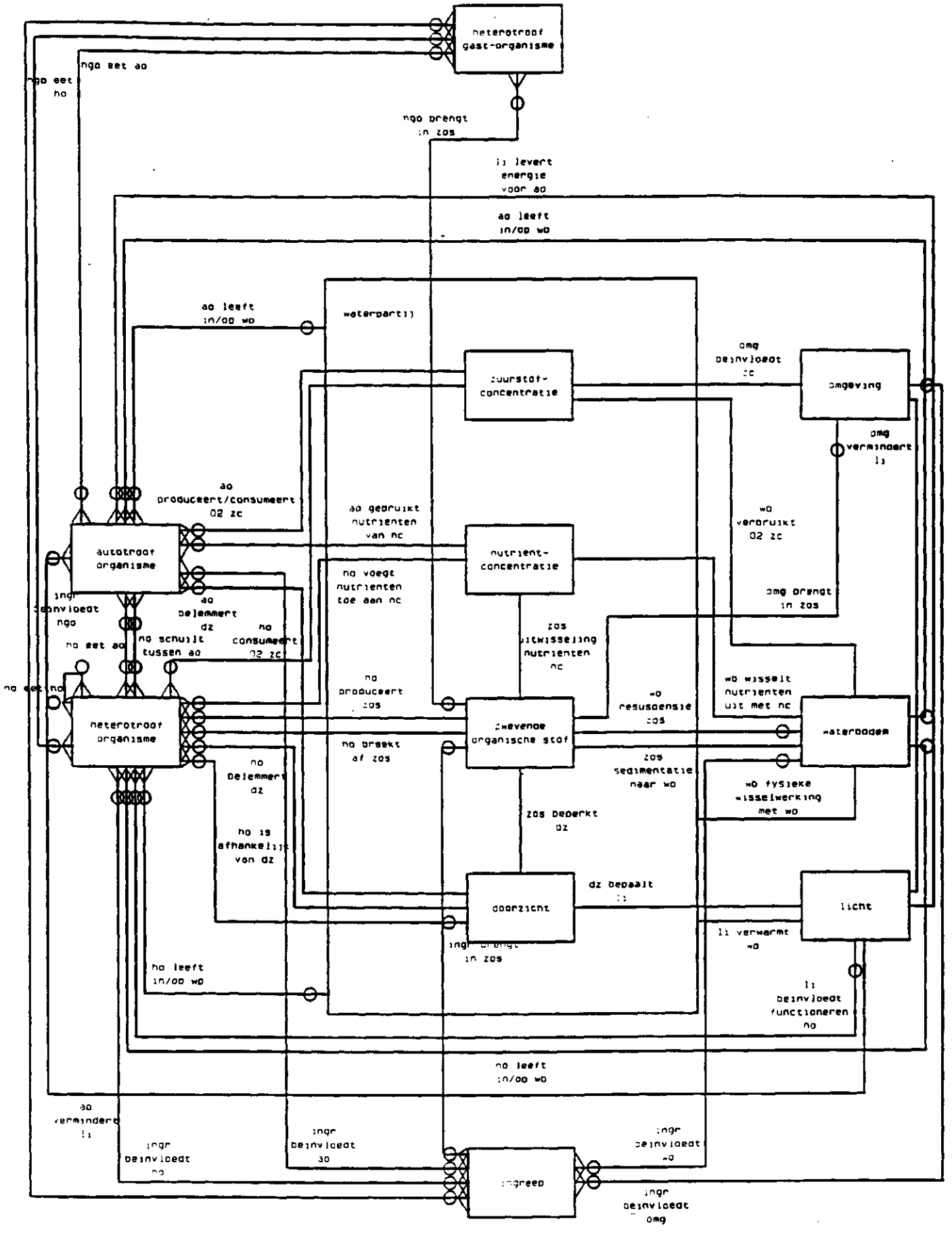
45 Naam: ingr beïnvloedt og

BESCHRIJVING
Een ingreep op de ondergrond kan vorm krijgen in een verandering van de waterdiepte door afgraving of door het storten van nieuw bodemmateriaal.

46 Naam: wp wisselt stoffen uit met bl

BESCHRIJVING
Naast sedimentatie en resuspensie, waarbij zwevende stof uitzakt naar de bodem, of juist weer opgewerveld wordt naar de waterpartij, worden ook rechtstreeks stoffen als zuurstof en nutriënten uitgewisseld, als gevolg van concentratieverschillen en bindingskrachten.

3.4 Referentie-datamodel Waterpartij (submodel)



Figuur 3: Referentie-datamodel Waterpartij

3.4.1 Beschrijving (sub-)entiteittypen model Waterpartij

47 Naam: doorzicht

BESCHRIJVING
Het doorzicht is een maat voor de hoeveelheid zonlicht die tot een bepaalde diepte in het water doordringt. Het is derhalve een weergave van de helderheid van het water. Doorzicht is van belang voor het leven in de waterkolom, door de noodzaak van licht voor autotrofen en voor het zichtvermogen (jaagvermogen) van ziende heterotrofen. Het doorzicht wordt belemmerd door in de waterkolom aanwezige zwevende stof en organismen, zoals zwevende organische stof, algen en waterplanten.

48 Naam: nutriënt-concentratie

BESCHRIJVING
Nutriënten komen in het water in bepaalde concentraties voor. De nutriënt-concentratie geeft weer hoeveel mol of gram er van een bepaalde stof per liter of per m^3 in het water aanwezig is. Nutriënten zijn van belang voor de groei van autotrofe organismen. Dode organismen worden in een optimale situatie via de afbraakketen weer tot nutriënten afgebroken. Per nutriënt verschillen de grenzen waarbinnen de concentratie bij voorkeur moet liggen.

49 Naam: zuurstof-concentratie

BESCHRIJVING
De zuurstof-concentratie geeft aan hoeveel zuurstof in het water opgelost is. De zuurstof-concentratie is enerzijds een maat voor de produktie van autotrofe organismen, anderzijds is het een maat voor de levensmogelijkheden van heterotrofe organismen. Bovendien is zuurstof van belang voor de afbraak van organische stof.

50 Naam: zwevende organische stof

BESCHRIJVING
Zwevende organische stof bestaat uit allerlei deeltjes van organische oorsprong, zoals uitwerpselen van heterotrofe organismen en watervogels en dode resten van organismen. Vanaf een bepaalde grootte en gewicht zakken de deeltjes uit naar de bodem (sedimentatie). Bij opwerveling van op de bodem liggende sliblagen kan organische stof weer in suspensie komen in de waterpartij (resuspensie).

3.4.2 Beschrijving relaties model Waterpartij

51 Naam: ao belemmert dz

BESCHRIJVING
Het voorkomen van autotrofe organismen in de waterpartij beperkt het doorzicht. Dit geldt zowel voor algen als voor hogere waterplanten.

52 Naam: ao gebruikt nutriënten van nc

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen gebruiken als bron van voedsel onder andere de in het water aanwezige nutriënten.

53 Naam: ao produceert/consumeert O_2 zc

BESCHRIJVING
Autotrofe organismen produceren overdag meer zuurstof dan ze consumeren, waardoor de zuurstof-concentratie tijdens de lichtperiode toeneemt. 's Nachts consumeren de autotrofen zuurstof, zodat de zuurstof-concentratie dan afneemt.

54 Naam: dz bepaalt li

BESCHRIJVING
Het doorzicht bepaalt in welke mate licht doordringt tot diepere waterlagen.

55 Naam: hgo brengt in zos

BESCHRIJVING
Heterotrofe gast-organismen brengen zwevende organische stof in het systeem door middel van hun ontlasting, of door de waterpartij te verrijken met organische stof uit de omgeving.

56 Naam: ho belemmert dz

BESCHRIJVING
De aanwezigheid van heterotrofe organismen belemmert het doorzicht, ondanks het feit dat ze meestal niet plaatsgebonden zijn. Een "wolk" watervlooien of een rustende kikker zullen hun invloed hebben op onderliggende bladeren of algen.

57 Naam: ho breekt af zos

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen uit de afbraakketen breken zwevende organische stof af tot kleinere deeltjes of tot nutriënten.

58 Naam: ho consumeert O^2 zc

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen consumeren zuurstof, zodat de zuurstofconcentratie negatief beïnvloed wordt. Bij een te lage zuurstofconcentratie wordt leven voor heterotrofe organismen onmogelijk.

59 Naam: ho is afhankelijk van dz

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen kunnen afhankelijk zijn van het doorzicht van het water, indien ze hun gezichtsvermogen nodig hebben bij het zoeken van voedsel (snoek) of om het ten prooi vallen aan predatoren te voorkomen.

60 Naam: ho produceert zos

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen produceren zwevende organische stof door middel van uitscheiding van faeces of bij het overlijden van het organisme.

61 Naam: ho voegt nutriënten toe aan nc

BESCHRIJVING
Heterotrofe organismen uit de afbraakketen verwerken organische stof tot nutriënten, die vervolgens weer beschikbaar worden voor de stofkringloop in de waterpartij.

62 Naam: ingr brengt in zos

BESCHRIJVING
Het kan voorkomen dat er direct op het water organische stof geloosd wordt. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij riooloverstorten, na heftige regenbuien of bij opzettelijke lozingen van bijvoorbeeld gier door boeren. De lozingen door rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn ook ingrepen, ondanks hun vaak continue karakter. Het belangrijkst hierbij is dat de mens direct verantwoordelijk is voor de lozingen.

63 Naam: omg beïnvloedt zc

BESCHRIJVING
Via uitwisseling met de atmosfeer wordt de zuurstofconcentratie van de waterpartij aangevuld of verlaagd. Aanvulling wordt bevorderd door wind, golven, neerslag en stroming. Verlaging treedt op als relatieve concentratie in het water te groot wordt in verhouding tot de concentratie in de lucht.

64 Naam: omg brengt in zos

BESCHRIJVING
Organische stof uit de omgeving kan terechtkomen in het water. De uitwerpselen van watervogels maken het water op die manier guanotroof. In de herfst of met stormen zal een deel van de gevallen bladeren en takken terecht kunnen komen in het water. Organische mestgiften van boeren, die afspoelen naar de waterpartij, dragen ook bij aan deze vorm van inbreng van organische stof.

65 Naam: wb resuspensie zos

BESCHRIJVING
Door fysische factoren (waterbewegingen, activiteit van heterotrofen) kan de bovenste laag (sliblaag) van de waterbodem worden omgewoeld, waardoor bezonken (gesedimenteerd) materiaal weer in suspensie raakt in de waterkolom van de waterpartij.

66 Naam: wb verbruikt O_2 zc

BESCHRIJVING
In de bovenlaag van de waterbodem wordt organische materiaal afgebroken, waarbij zuurstof benodigd is. De bovenlaag van de waterbodem is dan ook vaak anaëroob. Dit resulteert in een zuurstoftransport van de waterpartij naar de waterbodem. De hoeveelheid zuurstof die de bodem verbruikt noemt men het Bodem Zuurstof Verbruik (BZV), of in het Engels: Sediment Oxygen Demand (SOD).

67 Naam: wb wisselt nutriënten uit met nc

BESCHRIJVING
De concentraties van nutriënten in de waterbodem zullen vaak anders zijn dan die in de waterpartij. Ten gevolge hiervan zal een transport optreden in de richting van de lagere concentratie.

68 Naam: zos beperkt dz

BESCHRIJVING
Zwevende organische stof beperkt de hoeveelheid licht die doordringt naar diepere waterlagen, en beperkt aldus het doorzicht.

69 Naam: zos sedimentatie naar wb

BESCHRIJVING
Zwevende organische stof zal, als de dichtheid groter is dan die van water, uitzakken naar de bodem. Dit proces heet sedimentatie.

70 Naam: zos uitwisseling nutriënten met nc

BESCHRIJVING
Ten gevolge van chemische evenwichten kan transport optreden van nutriënten tussen de nutriënten in de waterpartij en de aan zwevende organische stof gehechte nutriënten.

4 Workshop "referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen

4.1 Inleiding

In het kader van dit onderzoek is op 4 mei 1994 een workshop gehouden in het congrescentrum van KEMA N.V., het Elektrum te Arnhem. Het doel van deze workshop was het toetsen van de ontwikkelde modellen aan de mening van een aantal deskundigen. De aanwezigen waren afkomstig van de Landbouwuniversiteit Wageningen (vakgroep Informatica en vakgroep Waterkwaliteit en Aquatische Ecologie), van KEMA N.V. (KEMA Environmental Services en KEMA Procesautomatisering en Informatietechnologie) en van STOWA. De toetsing vond plaats aan de hand van de in hoofdstuk 3 gepresenteerde beschrijvingen en figuren. Per beschrijving werd onder leiding van professor A. Udink ten Cate een korte discussie gehouden en werd een cijfer van 1 tot 5 gegeven. De betekenis van de cijfers is:

1: moet sterk verbeterd worden
2: voor verbetering vatbaar
3: voldoende
4: goed
5: zeer goed

De gemiddelde scores per beschrijving staan vermeld in tabel 2 t/m 4. Algemene opmerkingen over de modellen (beschrijvingen en entiteit-relatiediagrammen) staan vermeld in paragraaf 4.2. Opmerkingen en mijn commentaar daarop staan in tabelvorm in paragraaf 4.3.

De volgende personen (met de in de tabellen gebruikte coderingen) hebben deelgenomen aan de validatie van de uiteindelijke modellen. Een van hen was niet aanwezig op de workshop (drs. Frans Koops), de overigen wel. De scores van dhr. Koops zijn dan ook niet in de beoordelingstabellen opgenomen. Zijn commentaar en opmerkingen zijn wel verwerkt in de tabel in paragraaf 4.3.

GB ir. G. Blom, Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Waterkwaliteit en Aquatische Ecologie
MD ir. M. van Donk, KEMA Environmental Services
PE drs. P. Eisinga, KEMA PCL IBS
FK drs. F. Koops, KEMA Environmental Services
EP ir. E. Peeters, Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Waterkwaliteit en Aquatische Ecologie
HS drs. H. Scholten, Landbouwuniversiteit Wageningen, vakgroep Informatica
LW ir. L. Wentholt, STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer)

Tabel 2: Beoordeling van de beschrijvingen van het model "aquatisch ecosysteem"

aqua eco	beschr nr.	GB	MD	PE	EP	HS	LW	gem.	st. afw.
ent. typen	1	2	4	4	4	3	4	3,5	0,8
	2	5	2	4	4	4	2	3,5	1,1
	3	2	3	2	3	2	5	2,8	1,1
	4	5	3	3	5	4	4	4,0	0,8
	5	4		4	2	2	4	3,2	1,0
	6	4	4	4	4	4	4	4,0	0,0
	7	5	1	4	2	3	3	3,0	1,3
	8	5	3	3	5	4	4	4,0	0,8
	9	4	3	3	4	3	4	3,5	0,5
rela-ties	10	4	3	3	3	2	4	3,2	0,7
	11	3	2	2	4	1	2	2,3	0,9
	12	4		3	1	3	4	3,0	1,1
	13	4		3	4	3	3	3,4	0,5
	14	4	2	3	2	2	3	2,7	0,8
	15	3	2	3	1	2	4	2,5	1,0
	16	3	3	3	4	2	4	3,2	0,7
	17	4	2	3	2	3	4	3,0	0,8
	18	4	2	3	4	4	4	3,5	0,8
	19	5	4	3	5	5	4	4,3	0,8
	20	4	3	3	3	4	4	3,5	0,5
	21	3		3	1	3	3	2,6	0,8
	22	3	2	3	4	3	4	3,2	0,7
	23	4		3	1	1	2	2,2	1,2
	24	3	2	4	4	3	4	3,3	0,8
	25	3	3	3	3	3	3	3,0	0,0
	26	2		3	3	3	2	2,6	0,5
	27	2		3	3	2	3	2,6	0,5
	28	3		2	3	2	4	2,8	0,8
	29	4		4	3	3	4	3,6	0,5
	30	5		4	4	4	4	4,2	0,4
	31	5		3	5	4	4	4,2	0,8
	32	2	1	2	1	1	3	1,7	0,8

	33	3	3	2	2	2	4	2,7	0,8
	34	3		3	3	4	3	3,2	0,4
	35	5		2	1	4	4	3,2	1,5
	36	4	2	3	3	3	4	3,2	0,7
gem.		3,7	2,6	3,1	3,1	2,9	3,6		
st. afw.		1,0	0,8	0,6	1,3	1,0	0,7		

Tabel 3: Beoordeling van de beschrijvingen van het model "Waterbodem"

water bodem	beschr nr.	GB	MD	PE	EP	HS	LW	gem.	st. afw.
ent. typen	37	3	3	3	3	1	3	2,7	0,8
	38	3		4	3	4	3	3,4	0,5
rela-ties	39	4		3	4	3	4	3,6	0,5
	40	2		3	3	3	3	2,8	0,4
	41	4		3	4	4	4	3,8	0,4
	42	4		3	3	4	4	3,6	0,5
	43	4		3	5	3	4	3,8	0,8
	44	3		3	1	3	2	2,4	0,8
	45	4		3	3	3	4	3,4	0,5
	46	4		4	4	4	4	4,0	0,0
gem.		3,50	3,0	3,2	3,3	3,2	3,5		
st. afw.		0,70	0,0	0,4	1,0	0,9	0,7		

Tabel 4: Beoordeling van de beschrijvingen van het model "Waterpartij"

water partij	be-schr. nr.	GB	MD	PE	EP	HS	LW	gem.	st. afw.
ent. typen	47	2		3	5	2	4	3,2	1,2
	48	3	2	4	4	3	4	3,3	0,8
	49	4		3	5	3	3	3,6	0,8
	50				4	2	4	3,3	0,9
rela-ties	51	2		3	5	4	4	3,6	1,0
	52	5		3	5	4	4	4,2	0,8
	53	4		3	4	4	4	3,8	0,4
	54	3		3	3	4	4	3,4	0,5
	55	3		3	2	3	4	3,0	0,6
	56	1		3	4	2	2	2,4	1,0
	57	5		4	4	3	4	4,0	0,6
	58	3		4	4	2	4	3,4	0,8
	59	4		3	2	2	4	3,0	0,9
	60	3	4	4	3	3	4	3,5	0,5
	61	4		3	4	4	4	3,8	0,4
	62	4		3	3	3	4	3,4	0,5
	63	4	2	4	3	2	3	3,0	0,8
	64	3		3	3	2	4	3,0	0,6
	65	4		4	4	4	4	4,0	0,0
	66	3		3	4	2	3	3,0	0,6
	67	5		4	3	3	4	3,8	0,8
	68	4		3	5	3	4	3,8	0,8
	69	5	2	4	4	3	3	3,5	1,0
	70	5		3	4	3	4	3,8	0,8
gem.		3,6	2,5	3,4	3,8	2,9	3,8		
st. afw.		1,1	0,9	0,5	0,9	0,8	0,5		

4.2 Algemene opmerkingen over het referentie-datamodel

Over een aantal zaken bleek een algemene overeenstemming te bestaan tussen de verschillende deskundigen. Tijdens de workshop werden met name de volgende punten van groot belang geacht:

- Het abstractieniveau van de verscheidene entiteittypen loopt nogal uiteen. Het is aan te raden hiërarchie in de modellen aan te brengen: er moet een meta-model komen voor alle watertypen tezamen. Aan de meta-entiteittypen en meta-relaties die in dat model voorkomen, moeten de enititeittypen en relaties die in de onderliggende modellen voorkomen, voldoen. Die onderliggende modellen moeten per watertype gemaakt worden.

- Het relatieve belang van de relaties komt uit het model niet naar voren. Sommige relaties zijn zeer theoretisch en kunnen beter achterwege gelaten worden. Ook hier geldt het verschil in abstractieniveaus: relaties die zeer specifiek zijn voor bepaalde watertypen, moeten pas beschreven worden op een laag niveau van generalisatie. Relaties die sterk gegeneraliseerd zijn, komen naar voren op het niveau van een meta-model.

- Een model heeft voor beheer weinig nut als er geen "knoppen" aan zitten. Beheerders van wateren vragen van een model dat hen helpt bij het maken van beleidskeuzen. De "knoppen" kunnen echter pas bij de zeer specifieke modellen, gericht op een bepaald type water, naar voren komen. Bij het meta-model is hier nog geen sprake van. Hierin zit al wel de aanzet tot de formulering van de "knoppen", in de vorm van het entiteittype "ingreep", waarin het menselijk handelen ten opzichte van het ecosysteem en de omgeving wordt geformuleerd.

- In de modellen van alle niveaus moeten de dimensies tijd en ruimte duidelijk en consequent doorgevoerd worden. Tussen modellen van verschillend abstractie-niveau kunnen natuurlijk verschillen in die dimensies voorkomen, maar binnen ieder apart model moet sprake zijn van één specifieke schaal in tijd en ruimte.

- Aandacht moet geschonken worden aan de mogelijkheid gradiënten in het beschreven systeem in ruimte en tijd vast te leggen. Zodra ook referentie-modellen voor bodem en lucht worden gemaakt, moet rekening gehouden worden met de principiële verschillen in orde van grootte van gradiënten.

- Bij onderhandelingen over de referentie-modellen tussen de ontwikkelaars zullen attributen vooral aanleiding geven tot discussie, omdat daarin de grootste normerende werking ligt. Het vaststellen van relevante attributen zal vooral bij de specifieke modellen veel reden tot strijd kunnen geven. Daarom moeten door de abstracte meta-modellen reeds duidelijke richtlijnen gedicteerd worden. Van de meta-modellen zal tenslotte de grootste referentie-werking uitgaan.

4.3 Specifieke vragen en opmerkingen, naar voren gekomen tijdens de workshop en uit ingevulde entiteiten/relatie-lijst door afwezige tijdens workshop

Naast de beoordeling middels een cijfer van 1 tot 5, hebben de deskundigen ook bij veel beschrijvingen opmerkingen geplaatst, ter verbetering van de beschrijvingen. Deze opmerkingen en het commentaar van de auteur daarop zijn kort en bondig samengevoegd in tabel 5.

Tabel 5: Opmerkingen bij de beschrijvingen en commentaar van de auteur

nummer beschrijving	vraag/ opmerking	commentaar auteur
1	"de ligging van het water" moet duidelijker! GB	de geografische ligging van het water wordt bedoeld
2	foto-"autotroof organisme" FK	correct
2	voorbeeld geven, concretiseren LW	voorbeelden: algen en waterplanten
2	"bruikbare structuren" -> andere term gebruiken EP	suikers en bouwstoffen
3	onderscheid met ho m.i. niet zinvol GB	bekeken moet worden of er zinvol onderscheid is voor waterbeheerders, grens moet duidelijker
3	"**(dat maakt de wateren guanotroof)**" vervangen door "**(guanotrofie)**" EP	vervanging is goed mogelijk
4	"... in staat tot **produktie van organische stof d.m.v.** fotosynthese"	goede verbetering
5	"interactie (...) **met** het aquatisch ecosysteem" -> beter is: "invloed **op** ecosysteem" HS	"positieve of negatieve beïnvloeding van ecosysteem / omgeving" zou beter zijn
6	"de zon" -> "**zonlicht**" FK	correct
6	"binnendringt" -> ? doorzicht <> extinctiecoëfficiënt GB	"doordringt (tot een bepaalde diepte)" doorzicht is gerelateerd aan extinctiecoëfficiënt
7	veel te complex, er zitten veel te veel aspecten achter EP	"omgeving" moet inderdaad scherper omschreven worden, de grenzen tussen omgeving en ingreep moeten duidelijker omschreven worden, of de twee entiteittypen moeten worden samengevoegd
7	grenzen beter definiëren, bv. wel of niet de oevers meenemen LW	
8	"in de bodem huizen ..." -> "in **en op** de bodem ..." EP	klopt, nuttige verbetering

9	"**waterpartij**" -> "**waterlichaam**" "de wp is **in principe** het medium waarin **alle** ..." -> "de wp is het medium waarin **het grootste deel van het** aquatisch leven ..." EP	"waterlichaam" is inderdaad een betere term, "het grootste deel van" is eveneens een goede verbetering
9	"**waterpartij**" -> "**waterlichaam**" kreet vaag, beschrijving redelijk LW	"waterlichaam" zie boven
10	sessiele organismen EP	inderdaad, de op de bodem liggende/gehechte organismen zijn sessiele organismen
11	"... van de autotrofen **ook** in de ..." -> "... van de autotrofen **ten dele** in de ..." ontwikkeling van stoffen ontbreekt GB	ook -> ten dele is correcte verbetering ontwikkeling van stoffen door autotrofen is nuttige toevoeging
11	allelopatie EP	allelopatie, negatieve beïnvloeding door middel van uitscheiding chemische stoffen ter bestrijding van concurrerende autotrofen, is een goede toevoeging, waardoor in feite een relatie moet liggen tussen ao en ao
11	CO_2 e.d. ontbreekt LW	chemische invloed van autotrofen op waterpartij moet toegevoegd worden
13	meer vermelden, zoals bij "hgo leeft in omg" LW	voorbeelden kunnen worden toegevoegd
14	dubbele formulering EP	
14	"concurrenten" -> van wie? FK	van ho, dus eigenlijk dubbele relatie
14	meer vermelden, zoals bij "hgo leeft in omg" LW	voorbeelden kunnen worden toegevoegd

15	"terwijl het voorkomen ... weer kan beïnvloeden" -> zinvol? GB	zinvol in zoverre, dat de beïnvloede omgeving weer anders het aquatisch ecosysteem kan beïnvloeden
15	"... om **hun** vissen uit te vangen" -> "... om vissen uit te vangen" PE	natuurlijk
15	libellen zijn niet veel anders dan meerkoeten! EP	hgo en ho zijn soms moeilijk uit elkaar te houden, moeten beter begrensd of samengevoegd worden
15	"hun gehele leven" -> "continu" "trektochten" -> "migratie" FK	beide verbeteringen goed
16	gaat alleen over vogels? GB	ook bijvoorbeeld ratten en dergelijke
17	**structuur** van de waterpartij? GB,PE,EP	de fysieke vorm van de waterpartij (meer/plas/ ...)
17	"... en beïnvloeden op die manier ..." -> beïnvloeden de waterpartij ook! veel te exemplarisch EP	"structuur" kan kennelijk beter weggelaten worden bever-voorbeeld hoort beter bij "hgo leeft in/op wp"
17	**waterpartij** -> kreet anders dan definitie	dit hoort inderdaad bij "hgo leeft in/op wp"
18	"herbivoren en omnivoren zullen **plantaardig materiaal of algen** eten" -> **organisch materiaal** EP	in deze relatie alleen organisch materiaal van plantaardige oorsprong
19	**"zullen ... eten"** -> **"eten"** EP	goede verbetering
21	"... echter **meestal** vrijer ..." -> **"in het algemeen"** PE	goede verbetering
21	dierlijk vrijer dan plantaardig? -> fytoplankton, planktonische diatomeeën EP	ja, die zijn ook beweeglijk, maar in het algemeen zijn dieren meer (bewust) beweeglijk

21	"... afbraakprodukten terechtkomen in .." -> "terecht **kunnen** komen ..." LW	inderdaad, goede verbetering
22	"... organismen gebruiken autotrofe .." -> "gebruiken **sommige** autotrofe ..." GB	goede verbetering
23	veel te summier EP	voor uitbreiding vatbaar
23	meer via waterkwaliteit van ingelaten water of van lozingen LW	inderdaad
26	**"Het water kan ook gezuiverd worden met behulp van een ingreep"** -> ? GB	ingelaten water en lozingen, zie vorige opmerking (LW)
26	kan ook gewoon peilverhoging of -verlaging zijn, dus zonder kwaliteitsaspect WL	inderdaad, dat kan ook, moet toegevoegd worden aan beschrijving
27	**"De lucht kan worden aangetast of juist gezuiverd"** GB	is wel erg ver buiten het systeem natuurlijk, maar kan wel van belang zijn, op globaal / regionaal niveau
27	"... ecosysteem **een** beïnvloed .." -> ecosysteem beïnvloed ..." PE,HS	**"een"** moet weggehaald worden
28	systeemgrenzen? GB	daar moet nog goed naar gekeken worden
31	"... warmte, zorgt ..." -> "... warmte zorgt ..." "... **de** opwarming ..." -> "opwarming" PE	beide opmerkingen nuttig, komma weg, "de" ook
31	"... van **de waterpartij**." -> "... van **het water**." EP	"opwarming van **het waterlichaam**" lijkt mij het best
32	kwel? GB	inderdaad, kwel komt ook uit de omgeving, maar ook door de waterbodem
34	"beïnvloedt" -> "beinvloed" GB,EP	spelfout, verbeteren

34	"... van **de waterpartij** worden ..." -> "... van **het water** ..." EP	"... van het water in het waterlichaam ..."
34	vormgeving waterbodem: hoe staat dit t.o.v. de "onderwateroever"? LW	"onderwateroever" wordt ook tot waterbodem gerekend
35	fout! niet de waterpartij, maar zwevende deeltjes! EP	zwevende deeltjes maken onderdeel uit (zijn subentiteittypen van) waterpartij
36	"... zo kan de **water partij** de bodem ..." -> **"waterpartij"** of **"het waterlichaam"** EP	spatie tussen "water" en "partij" moet weg, vervanging door "waterlichaam" is nog beter
37	dikte? GB	dikte is belangrijk, maar zeer wisselend
37	ruimtelijk aspect PE,HS,LW	is van belang, vooral de "bodemvormen", i.v.m. waterbewegingen
37	"sediment" i.p.v. "bovenlaag" EP	is ook goede term
38	welke dikte/diepte? GB	zo diep als een invloed aantoonbaar is
38	"... die zich in de bodem ophouden." -> "... die zich in/**op** de bodem ophouden." EP	goede verbetering
38	ruimtelijk aspect LW	is zeker van belang
40	**"gestabiliseerd"**? GB,EP of vernield! EP	soms gestabiliseerd, soms juist instabiel gemaakt
40	**"soms" -> "sommige** autotrofe organismen" FK	inderdaad
40	iets meer zoals 39 beschrijven	uitgebreidere beschrijving is nuttig
42	kikkers hebben een aërobe bovenlaag nodig, situatie is ook vaak anaëroob LW	goede opmerking
44	opbrengen van lagen PE	is ook mogelijk
44	te vaag, te exemplarisch EP	moet abstracter, meer omvattend

45	de structuur kan ook veranderen PE	de structuur van de waterbodem (og) kan ook aangepast worden
47	extinctie is een betere entiteit GB,PE,HS	zowel extinctie als helderheid zijn mogelijk vervangende namen voor dit entiteittype, extinctie verdient de voorkeur, omdat dit een veel gemeten, eenduidige waarde geeft
47	helderheid is een betere term EP,LW	
48	"... **optimale** situatie ..." ? GB	de uiterste situatie, dit hoeft niet optimaal te zijn
49	toevoeging aan einde laatste zin: "en wordt daardoor beïnvloedt." GB	goede toevoeging, essentieel
49	zc is ook afhankelijk van reaëratie, dus geen **maat** voor produktie door ao FK	inderdaad, zeer complex entiteittype
49	is voor de beheerder ook een stuurvariabele, eis waaraan de waterkwaliteit moet voldoen LW	inderdaad, dus zeer belangrijk entiteittype
50	refractair, afbreekbaarheid HS	zijn belangrijke kenmerken van zwevende organische stof, moet toegevoegd worden
51	de term "hogere waterplanten" wordt nooit zo gebruikt GB	"macrofyten" is betere term
54	**"doorzicht"** -> **"extinctie"** GB	zie opmerkingen bij 47
54	"Het doorzicht **bepaalt** ..." -> **"beschrijft"** EP	dit pleit voor de naam "helderheid" i.p.v. "doorzicht"
56	niet relevant, wat is het belang GB,EP,FK	gezien het tijdsaspect is deze relatie niet zo relevant
56	tijdsafhankelijkheid is niet consequent doorgevoerd in het model LW	

58	leven bij zeer lage zuurstofconcentratie is niet voor alle heterotrofe organismen onmogelijk GB	goede toevoeging
58	"... **negatief beïnvloedt wordt**" -> "**verlaagd wordt**" EP of "**afneemt**" HS	goede verbetering
62	"... **ondanks hun vaak continue karakter.**" ? GB	bedoeld om aan te geven dat een ingreep niet persé een afzonderlijke actie hoeft te zijn
63	reaëratie EP	reaëratie is een van de mogelijke uitwisselingen tussen water en lucht
64	wat is ingreep, wat is omgeving? GB	belangrijke vraag, grenzen moeten duidelijk gesteld worden
66	de dimensies zijn laag, bovenlaag is (niet altijd) aëroob, onderlaag anaëroob GB	goede opmerking, belangrijk
66	BZV betekent normaalgesproken Biochemisch Zuurstof Verbruik MD,EP	de goede term is SZV: Sediment Zuurstof Verbruik SOD is wel goed
66	"... organische materiaal ..." -> "organisch materiaal" HS	typefout, goede verbetering
66	SOD/BOD verhouding is belangrijker LW	is een belangrijke verhouding, komt uit "zos" en "bl"
68	waar blijft zwevende anorganische stof? GB	beperkt dat het doorzicht sterk?
69	heeft ook met waterbeweging (stroming) te maken LW	inderdaad, stroming in het (stilstaande) water komt uiteraard voor en beïnvloedt de sedimentatie

5 Bevindingen tijdens het onderzoek, conclusies en aanbevelingen

5.1 Bevindingen tijdens het onderzoek

Tijdens het onderzoek zijn een paar zaken naar voren gekomen. Ten eerste is het moeilijk om in een tijdsbestek van vier maanden een diep uitgewerkt, algemeen geaccepteerd referentiemodel te ontwikkelen. Enerzijds ontbreekt een deel van de vereiste materiekennis. Die moet dan van klankbordgroepsleden betrokken worden, of in de literatuur worden opgezocht. Een groter probleem is echter de beschikbaarheid van de klankbordgroepsleden. Ondanks de verheugende bevindingen wat betreft de interesse en de getoonde inzet van de externe deskundigen, werd sterk duidelijk dat men op alle instituten tegenwoordig sterk aan tijd gebonden is. Verstuurde papieren kwamen meestal wel vrij snel per post terug, maar met name de organisatie van de workshop vergde de nodige inspanning, om toch een representatieve opkomst veilig te stellen. Het grote enthousiasme van de externe deskundigen heeft echter zeer stimulerend gewerkt. De opkomst op de workshop beperkte zich tot medewerkers van KEMA, Landbouwuniversiteit Wageningen en Stowa. Desalniettemin is inhoudelijk zeer goed gediscussieerd tijdens en na de workshop. De afwezige klankbordgroepsleden is achteraf en beoordelingslijst toegestuurd met dezelfde inhoud als welke op de workshop gebruikt is. Op deze manier konden zij toch nog aan de validatie bijdragen. Van deze mogelijkheid heeft de heer Koops van KEMA-milieu gebruik gemaakt. Zijn commentaar is verwerkt in tabel 5.

5.2 Conclusies

Aan de hand van dit onderzoek kunnen een aantal conclusies geformuleerd worden. Allereerst kan vastgesteld worden dat het zeer moeilijk is om (in een kort tijdsbestek) tot een goed en algemeen geaccepteerd referentiemodel te komen voor aquatische ecosystemen. Met de nodige inzet en samenwerking tussen de betrokken instanties (onderzoeksinstellingen als Stowa, KEMA, RIVM, TNO, Landbouwuniversiteit Wageningen en gebruikers als waterschappen, zuiveringschappen en provincies) moet het echter zeker mogelijk zijn. De behoefte aan een dergelijk model bij de uiteindelijke gebruikers, met name de waterbeheerders, moet echter eerst grondig gepeild worden, alvorens in een dergelijk project (te-)veel geld geïnvesteerd wordt. De leden van de voor dit onderzoek gebruikte klankbordgroep waren het in ieder geval eens over de reeds genoemde doelen en doelgroepen voor een referentie-datamodel, te weten:

Doel:
- Betere samenwerking tussen waterbeheerders
- Beoordeling van milieu-software
- Basis voor de ontwikkeling van milieu-software
- Bevordering van communicatie tussen waterbeheerders en onderzoekers op het gebied van integraal water(kwali teits)beheer

Doelgroep:
- Waterbeheerders en onderzoekers die met elkaar willen communiceren
- Materiedeskundigen die een oplossing zoeken voor problemen in de aquatische ecologie
- Medewerkers van waterbeheerders of onderzoeksinstellingen die materiekennis moeten vergaren
- Beoordelaars van milieu-modellen en milieu-software

Het belangrijkste aspect van de referentie-datamodellen hierbij is (voor betere communicatie) de gezamenlijk afgesproken formulering van alle begrippen die voor het betreffende milieugebied (hier de aquatische ecosystemen) van belang zijn. De vaststelling van de belangrijke relaties tussen de gedefinieerde entiteittypen is vervolgens met name belangrijk voor het snel en eenvoudig verwerven van materiekennis van het betreffende vakgebied en voor de opstelling van *checklisten* voor de beoordeling van modellen en software.

Bij de verdere ontwikkeling van *milieu-informatiesystemen* en de daarbij behorende referentiemodellen moet het karakter van *metamodel* (voor de referentiemodellen) meer benadrukt worden. Er moet een duidelijke hiërarchie ontstaan tussen de refentiemodellen op het hoogste niveau van generalisatie (de metamodellen) en de meer gespecialiseerde modellen, die toegespitst zijn op specifieke situaties. In deze meer specifieke modellen zullen de "knoppen" opgenomen moeten worden, waardoor de gebruiker van het model kan zien waarop voorgestelde of uitgevoerde beleidsmaatregelen effect zullen hebben.

De entiteittypen en de relaties van het huidige model werden door de deelnemers aan de workshop beoordeeld met een gemiddelde van 3,3. Dit betekent voldoende tot goed. Met de aanpassingen die genoemd zijn in tabel 4 is er dus een basis beschikbaar voor de uitwerking van referentiemodellen voor aquatische ecosystemen. Terugkomend op de in paragraaf 1.2.2 opgestelde onderzoeksvragen kunnen de volgende antwoorden geformuleerd worden.

De objecten (entiteittypen) die van belang worden geacht in aquatische ecosystemen zijn:
- aquatisch ecosysteem
- autotroof organisme
- heterotroof gast-organisme
- heterotroof organisme
- ingreep
- licht
- omgeving
- waterbodem
- waterpartij (beter: waterkolom)
- bovenlaag (van de waterbodem)
- ondergrond (van de waterbodem)
- doorzicht (van de waterpartij)
- nutriënt-concentratie (van de waterpartij)
- zuurstof-concentratie (van de waterpartij)
- zwevende organische stof (van de waterpartij)

De relaties tussen deze entiteittypen die van belang zijn, staan vermeld en beschreven in hoofdstuk 3. De vereiste detaillering van een referentiemodel hangt af van de mate van specialisatie/generalisatie. Duidelijk is, dat op specifieke situaties

toegespitste modellen veel gedetailleerder moeten zijn dan de algemene (abstracte) gegeneraliseerde modellen.

In de literatuur is een beperkt aantal verwijzingen gevonden naar (gedateerde) werken over milieu-informatiesysteem-achtige produkten. Met name TNO heeft zich hier al eerder mee bezig gehouden. Een gedegen literatuurstudie naar ontwikkelingen op het gebied van milieu-informatiesystemen is dan ook aan te bevelen.

Bij de vervaardiging van referentiemodellen is de vergaring van kennis over het te modelleren onderwerp uiteraard van groot belang. Samenwerking met onderzoeksinstellingen op het betreffende vakgebied is de meest efficiënte manier om snel en zeker die kennis in een referentiemodel samen te vatten.

5.3 Aanbevelingen

Het is voor KEMA N.V. zeer belangrijk om in ieder geval Stowa sterk bij de ontwikkeling van referentiemodellen voor het aquatisch milieu te betrekken. Als officieel onderzoeksorgaan van de Unie van Waterschappen is Stowa bij uitstek geschikt als medeontwikkelaar van dergelijke modellen. Stowa is namelijk de aangewezen link tussen waterbeheerders en onderzoekers. Bovendien houdt Stowa zich zelf ook bezig met de ontwikkeling van modellen en databases op het vakgebied en met de ontwikkeling van een "Entiteitenmodel van de Unie van Waterschappen". Samenwerking tussen KEMA (ervaren in de methode van modelleren, experts op het gebied van normalisatie en standaardisatie) en Stowa (als belangrijkste instantie tussen beheerders en onderzoekers) biedt een goed vooruitzicht op goede en algemeen geaccepteerde resultaten.

Andere belangrijke onderzoeksinstellingen met ervaring in het modelleren van het aquatisch milieu (ook volgens de *System Development Method*) zijn het RIVM, met name de afdelingen LWD en LAE en het RIZA. Bij RIVM-LAE houdt men zich ook met ER-modellering van het aquatisch milieu bezig. De aldaar geproduceerde decompositie modellen zijn sterk hiërarchisch van aard.

Alvorens zelf het wiel uit te vinden, is het in ieder geval belangrijk eerst bij de genoemde organisaties na te gaan of daar al ontwikkelingen zijn in de richting van milieu-informatiesystemen. Dit geldt niet alleen voor het aquatisch milieu, maar ook voor lucht en bodem/land.

Bij de ontwikkeling van milieu-informatiesystemen voor water, lucht en bodem/land en de daarbij behorende referentiemodellen, moet veel aandacht worden besteed aan de koppeling tussen de modellen van de verschillende milieus. De schalen van tijd en ruimte zijn sterk afhankelijk van het beschouwde milieutype, evenals concentratie-gradiënten en hun *impact* op het milieu.

LITERATUURLIJST

Bots, ir. J.M., ir. E. van Heck, drs. V. van Swede en Prof.dr. ir. J.L. Simons, 1990. Bestuurlijke Informatiekunde. Een praktisch studie- en handboek voor de mondige gebruiker van informatiesystemen. Rijswijk, Cap Gemini Publishing BV

Denzer, R., Geiger, W. en R. Güttler (Hrsg.), 1993. 1. Workshop Integration von Umweltdaten. Karlsruhe, Kernforschungszentrum

Hofstede, ir. G.J., 1990. Datamodel en Database, theorie in praktijk. Muiderberg, Dirk Coutinho

Jansen, L.W., 1991. Referentie-datamodel van een bedrijfsmiddelenregistratiesysteem voor het gasnet. Arnhem: KEMA Onderzoek en Ontwikkeling, 94016-EIO 91-3007

Jansen L.W. en H. Roodhardt, 1992. Referentie-datamodel van een bedrijfsmiddelen-informatiesysteem voor horizontaal geïntegreerde distributiebedrijven. Arnhem: KEMA Onderzoek en Ontwikkeling, 94016-EIO 92-3025
-bijlage B: Referentie-datamodel algemeen
-bijlage C: Referentie-datamodel elektriciteit
-bijlage D: Referentie-datamodel gas
-bijlage E: Referentie-datamodel water

Makkinga, A.A. en R.A. Nieuwenhuis, 1993. Herstelmaatregelen in de Hollands-Ankeveense Plassen. Wageningen, LUW, Vakgroep Natuurbeheer, sectie Aquatische Ecologie

Owen, D.F., 1977. Wat is ekologie? Amsterdam, Ekologische Uitgeverij

Smit, Prof. ir. K. en ir. Th. den Ouden, 1992. RIMTOD, Referentie Informatiemodel voor Technische en Onderhoudsdiensten. Rijswijk: Cap Gemini Publishing. ISBN 90-71996-63-8

Bijlage 1: Vragenlijst voor externe deskundigen ter validatie van het referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen.

22-3-1994

1. Persoonlijke gegevens

   Naam + titel(s): .....

   Organisatie: .....

   Adres organisatie: .....

   .....

   .....

2. Wat is uw functie/taakomschrijving binnen de organisatie?

   .....

   .....

   .....

3. Komt u in uw functie vaak in aanraking met modellen?

   .....

   Op welke manier komt u in aanraking met modellen?

   .....

   .....

   .....

   Met wat voor soort modellen werkt u?

   .....

   .....

   .....

   .....

De volgende stellingen kunnen worden gewaardeerd op een schaal van een tot vijf. Wilt u het nummer omcirkelen dat het meest met uw mening overeenkomt? 1 betekent: zeer mee oneens/zeker niet waar, 5 betekent: zeer mee eens, geheel waar. Opmerkingen bij een stelling kunt u kwijt op de achterkant van dit papier, of op een ander mee te sturen vel.

4. De bedoeling van dit project is me geheel duidelijk, aan de hand van schriftelijke en mondelinge uitleg.

1 2 3 4 5

5. De methode van modelleren (Entiteit-Relatie-diagrammen) is mij reeds bekend.

1 2 3 4 5

6. De uitleg over de methode van modelleren maakt de methode voldoende duidelijk.

1 2 3 4 5

7. De entiteiten worden goed beschreven.

1 2 3 4 5

8. De relaties worden goed beschreven.

1 2 3 4 5

9. Het model steekt tot nu toe goed in elkaar.

1 2 3 4 5

10. De methode van modelleren (Entiteit-Relatie-diagrammen) is geschikt voor het modelleren van aquatische ecosystemen.

1 2 3 4 5

11. Het dynamisch aspect komt goed naar voren in het model.

1 2 3 4 5

12. De voorgestelde aanpak van milieu-referentiemodellen is veelbelovend voor de toekomst.

1 2 3 4 5

De volgende vragen gaan over de beschreven entiteiten uit het Referentie Datamodel Aquatisch Ecosysteem. Wilt u per entiteit aangeven of de omschrijving goed is of niet? De schaal loopt weer van 1 tot 5, van slecht, matig, voldoende, redelijk goed tot goed.

13. AUTOTROOF ORGANISME

1 2 3 4 5

14. HETEROTROOF ORGANISME

1 2 3 4 5

15. INGREEP

1 2 3 4 5

16. INSTRALING

1 2 3 4 5

17. OMGEVING

1 2 3 4 5

18. WATERBODEM

1 2 3 4 5

19. WATERPARTIJ

1 2 3 4 5

20. WATERVOGEL

1 2 3 4 5

Specifieke aanmerkingen/suggesties over de entiteiten kunt u kwijt op de achterzijde van dit vel, of op een ander papier. U kunt ze ook bij de beschrijving van de entiteiten zelf schrijven, en vervolgens (een kopie van) de beschrijvingen terugsturen. De getekende en beschreven relaties kunt u ook becommentariëren op de papieren met de beschrijvingen. Wilt u er dan ook een beoordelingscijfer bij geven van 1 tot 5, net zoals bij de entiteiten? De nu volgende vragen hebben betrekking op de volledigheid van het model, tot nu toe. Toelichting op uw antwoord kunt u weer achterop dit blad geven.

21. Er spelen geen andere entiteiten een belangrijke rol binnen een aquatisch ecosysteem, op dit niveau van het model.

1 2 3 4 5

22. Er zijn geen andere relaties tussen (aanwezige of niet aanwezige) entiteiten in het model.

1 2 3 4 5

Bedankt voor het invullen van deze korte enquête. Stuurt u de papieren alstublieft zo snel mogelijk terug, tezamen met (kopieën van) uw commentaar op de overige stukken.

Plaats: .....

Datum: .....

Bijlage 2: Ledenlijst klankbordgroep en begeleiders

Onderstaande personen hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de gepresenteerde referentiemodellen. Naast de bij de personen vermelde bijdragen (deelname klankbordgroep-rondes en workshop) zijn persoonlijke gesprekken gevoerd met alle leden van KEMA en LUW en met Ir. O.M Knol (RIVM-LAE).

KEMA N.V.
Utrechtseweg 310
Postbus 9035
6800 ET Arnhem

KEMA Proces automatisering en informatietechnologie (PCL)
Sectie Informatie- en Beheerssystemen (IBS)
- Drs. F.L. de Rooy
  Marketing Manager Technische en Administratieve Informatiesystemen
  Organisatorisch begeleider
- Drs. P.J. Eisinga
  Inhoudelijk begeleider

KEMA Milieu Services (KES)
- Drs. F.B.J. Koops
  KEMA interne visie op aquatische ecosystemen
  Beoordeling eindmodellen
- Ir. M. van Donk
  KEMA interne visie op aquatische ecosystemen
  Deelnemer workshop

Landbouwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Informatica
Computechnion
Dreijenplein 2
6703 HB Wageningen

- Prof.dr.ir. A.J. Udink ten Cate
  Supervisor Afstudeervak
  Voorzitter workshop
- Drs. C. Meijs
  Begeleider Afstudeervak
- Drs. H. Scholten
  Deelnemer workshop

Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatisch Ecologie
De Dreijenborch
Ritzema Bosweg 32a
Postbus 8080
6700 DD Wageningen

Sectie Waterkwaliteitsbeheer
- Ir. G. Blom
  Klankbordgroep ronde 1 en 2
  Deelnemer workshop

Sectie Aquatisch Ecologie
- Drs. J. Gardeniers
  Klankbordgroep ronde 1 en 2
- Ir. E. Peeters
  Deelnemer workshop

IBN/DLO
(Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek)
Postbus 23
6700 AA Wageningen
- Dr.ir. P.F.M. Verdonschot
  Klankbordgroep ronde 1 en 2

RIVM
(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne)
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies (LAE)
- Ir. O.M. Knol
  Klankbordgroep ronde 2

Laboratorium voor Water- en Drinkwateronderzoek (LWD)
- Ir. F.G. Wortelboer
  Klankbordgroep ronde 2

RIZA
(Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling)
Postbus 17
8200 AA Lelystad
- Ir. W.E.M. Laane
  Klankbordgroep ronde 2

Stowa
(Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
- Dr. S.P. Klapwijk (watersysteemonderzoek)
  Klankbordgroep ronde 2
- Ir. L.R. Wentholt (informatie- en dienstverlening)
  Klankbordgroep ronde 2
  Deelnemer workshop

Bijlage 3: Agenda voor de workshop
"Referentie-datamodel voor Aquatische Ecosystemen"
te houden op 4 mei 1994 in het Elektrum, congresgebouw van KEMA N.V. te Arnhem, Klingelbeekseweg 45

09.30 u: Ontvangst met koffie
10.00u : Opening door Peter Eisinga / Rob Nieuwenhuis
10.05u : Inhoudelijk deel
1: Introductie deelnemers
2: Uiteenzetting doel workshop / doel referentie-datamodel / doelgroep
3: Methode van modelleren (Entiteit-Relatie Diagrammen)
4: Evaluatie van geproduceerde modellen
5: Evaluatie nut van referentiemodellen in het algemeen / referentiemodellen voor aquatische ecosystemen in het bijzonder
6: Rondvraag
12.55u : Sluiting
13.00u : Lunch

Bijlage 4: Attributen referentie-datamodel voor aquatische ecosystemen

Entiteittype: Aquatisch ecosysteem

Attributen:
- type
- morfologische geschiedenis
- trofie-toestand
- gewenste trofie-toestand
- saprobie-toestand
- gewenste saprobie-toestand
- beheerder
- eigenaar
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijd/tijdvak
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Autotroof organisme

Attributen:
- Wetenschappelijke naam
- Nederlandse naam
- aantal
- grootte
- biomassa
- levensvorm
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijd/tijdvak
- coördinaten
- voorkeur voor voorkomen (bodem/waterkolom/oppervlak)
- milieu-voorkeuren
- ...

Entiteittype: Heterotroof gast-organisme

Attributen:
- Wetenschappelijke naam
- Nederlandse naam
- aantal
- grootte
- biomassa
- levensvorm
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijd/tijdvak
- coördinaten
- voorkeur voor voorkomen (bodem/waterkolom/oppervlak)
- milieu-voorkeuren

- ...

Entiteittype: Heterotroof organisme

Attributen:
- Wetenschappelijke naam
- Nederlandse naam
- aantal
- grootte
- biomassa
- levensvorm
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijd/tijdvak
- coördinaten
- voorkeur voor voorkomen (bodem/waterkolom/oppervlak)
- milieu-voorkeuren
- ...

Entiteittype: Ingreep

Attributen:
- index
- type
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijd/tijdvak
- coördinaten
- omvang
- concentratie
- ingrijper
- ...

Entiteittype: Licht

Attributen:
- lichtintensiteit
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Omgeving

Attributen:
- soort waterkant
- hoogte beschutting (beschaduwing, windbreking)
- windkracht

- windrichting
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Waterbodem

Attributen:
- type
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- doorlatendheid (kwel / wegzijging)
- ...

Entiteittype: Waterpartij

Attributen:
- grootte
- vorm
- diepte
- zoet / zout / brak
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- temperatuur
- pH
- ...

Entiteittype: Bovenlaag

Attributen:
- dikte
- chemische samenstelling
- "bewoners"
- O_2-concentratie
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Ondergrond

Attributen:
- grondsoort
- chemische samenstelling
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Zuurstof-concentratie

Attributen:
- O_2-concentratie
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Nutriënt-concentratie

Attributen:
- nutriënt
- concentratie
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Zwevende organische stof

Attributen:
- organische-stofgehalte
- samenstelling
- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...

Entiteittype: Doorzicht

Attributen:
- Extinctie-coëfficiënt
- Secchi-diepte

- waarnemer
- methode waarneming
- datum
- tijdstip
- coördinaten
- ...
