

32/uu6(266)z^eex

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

**WATRO: beleidsondersteunend instrument op het gebied van water
en milieu voor de ruimtelijke ordening**

**J.H.A.M. Steenvoorden
A.K. Bregt
B.J. van Bleek**

19 NOV. 1993

Rapport 266

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1993



Ln 588887*

REFERAAT

Steenvoorden J.H.A.M., A.K. Bregt en B.J. van Bleek, 1993. *WATRO: beleidsondersteunend instrument op het gebied van water en milieu voor de ruimtelijke ordening*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 266; 90 blz.; 2 fig.; 6 tab.; 9 kaarten.

Voor de ruimtelijke ordening is een prototype ontwikkeld van een instrument voor de ontwikkeling van een ruimtegebruiksscenario, waarbij rekening is gehouden met geschiktheidseisen van functies en de gevolgen voor de kwaliteit van bodem en water. Het is een menugestuurde procedure onder ARC-INFO. De functies waarvoor de geschiktheid van de bodem kan worden nagegaan, zijn: bos, natuur, grasland en akkerbouw. De uitgewerkte milieuthema's zijn: verdroging, vermessing, bestrijdingsmiddelen en verzuring. Het ontwikkelde instrument is toegepast op het gebied Noord-west Veluwe. Voor de tweede fase van het onderzoek is aanbevolen om WATRO uit te breiden tot meer ruimtegebruiksfuncties, de mogelijkheden te verbeteren om scenario's voor het ruimtegebruik door te rekenen en te vergelijken, de mogelijkheden te verbeteren voor de bepaling van de geschiktheid voor functies en de omvang van milieu-effecten en om WATRO landsdekkend toe te passen.

Trefwoorden: watersysteem, ruimtelijke ordening, ruimtegebruiksfuncties, milieu-effecten, geschiktheid

ISSN 0927-4499

©1993 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)

Postbus 125, 6700 AC Wageningen

Tel.: ~~08370-74200~~; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

0317-474200

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
1.1 Doel van het onderzoek	11
1.2 Ruimtelijke ordening	11
1.3 Vergelijking watersysteembenaderingen	13
1.4 Opbouw van het rapport	16
2 OPZET VAN WATRO	17
2.1 Uitgangspunten	17
2.2 Begrippen	18
2.3 Functies van WATRO	18
2.4 Inhoud van WATRO	21
2.4.1 Districtsafhankelijke gegevens	23
2.4.2 Districtsonafhankelijke gegevens	24
2.5 Mogelijkheden en beperkingen	24
3 INHOUD VAN WATRO	27
3.1 Basisbestanden	27
3.1.1 Waterhuishoudkundige schematisering	27
3.1.2 Bodemfysische schematisering	27
3.1.3 Bodemchemische schematisering	28
3.1.4 Grondwaterstand	28
3.1.5 Kwel en wegzijging	30
3.1.6 Grondgebruik	31
3.2 Bepaling van geschiktheid	35
3.2.1 Geschiktheid voor bos	35
3.2.2 Geschiktheid voor natte natuur	35
3.2.3 Geschiktheid voor grasland	36
3.2.4 Geschiktheid voor akkerbouw	37
3.3 Bepaling van milieu-effecten	38
3.3.1 Verdroging	38
3.3.2 Vermesting	38
3.3.3 Bestrijdingsmiddelen	41
3.3.4 Verzuring	43
4 VOORBEELD GEBRUIK VAN WATRO	47
5 VERDERE ONTWIKKELING VAN WATRO	55
5.1 Technische aspecten	55
5.2 Inhoudelijke aspecten	56

LITERATUUR	59
AANHANGSELS	
1 Indeling grondgebruik volgens de Landelijke Grondgebruiksdatabank Nederland, het Basisbestand Ruimtelijke Structuren en geclusterde bodemgebruikseenheden	63
2 Indeling in bodemfysische eenheden	67
3 Indeling in bodemchemische eenheden	69
4 Bodemkundige indeling in grondwaterklassen	71
5 Vertaaltabellen voor de geschiktheidsbepaling	73
6 Vertaaltabel voor het emissierisico van bestrijdingsmiddelen	75
7 Indicator voor verzuring: methode-ontwikkeling en toepassing	77
8 Vertaaltabellen voor vermesting	83
FIGUREN	
1 Functie-decompositie-diagram van WATRO	19
2 Datamodel van WATRO	22
TABELLEN	
1 Toetsing van de watersysteembenaderingen op relevante criteria voor de ruimtelijke ordening	14
2 Combinatie van basisbestanden en vertaaltabellen om voor een thema de toestand te kunnen bepalen	25
3 Het procentuele aandeel per grondgebruiksvorm op de totale oppervlakte bij verschillende eliminatiegrootten	33
4 Procentuele aandelen per combinatie van grondgebruiksvorm met grondwaterklasse op de totale oppervlakte bij verschillende eliminatiegrootten	34
5 De omvang van het bestrijdingsmiddelengebruik voor de verschillende landbouwsectoren en areaal per grondgebruiksvorm	43
6 Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in 1988 en 2000 (beleidsdoelstelling) per teeltsector	43
KAARTEN	
1 Huidig grondgebruik van PAWN-district 29	50
2 Grondgebruik van PAWN-district 29 na omzetting cultuurgrasland in natuur (lage vegetatie)	50
3 Grondwatertrappen van PAWN-district 29 in huidige situatie	51
4 Grondwatertrappen bij 50% extra grondwateronttrekking	51
5 Huidige geschiktheid voor natte natuur	52
6 Geschiktheid voor natte natuur bij 50% extra grondwateronttrekking	52
7 Verdroging bij 50% extra grondwateronttrekking	53
8 Stikstofbelasting oppervlaktewater bij het huidige grondgebruik	54
9 Stikstofbelasting oppervlaktewater na omzetting van cultuurgrasland in lage natuur	54

WOORD VOORAF

DLO-Staring Centrum (SC-DLO) heeft het beleidsondersteunend instrument WATRO ontwikkeld in opdracht van de Rijksplanologische Dienst. Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en SC-DLO hebben dit onderzoek mede mogelijk gemaakt door gegevensbestanden ter beschikking te stellen.

Het onderzoek, uitgevoerd in de periode februari 1992 tot april 1993, is begeleid door een commissie, waarin de volgende personen van externe diensten zitting hadden: drs. P. Smeets, voorzitter; Rijksplanologische Dienst; drs. ing. Y. van de Laan, Rijksplanologische Dienst (v.a. september '92); dr. H. van Lanen; Landbouwwuniversiteit, Vakgroep Waterbeheer; dr. C. Kwakernaak; INRO-TNO (v.a. juni '92); drs. R. Reiling; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne; ir. H. van Waveren; Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling; drs. F. ter Welle; Rijks Planologische Dienst.

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectteam in samenwerking met specialisten.

Het projectteam was als volgt samengesteld:

ir. J.H.A.M. Steenvoorden, projectleider;

dr. A.K. Bregt;

ir. B.J. van Bleek.

De betrokken specialisten bij het onderzoek waren:

dr. M. Leistra (bestrijdingsmiddelen);

dr. E.P. Querner (hydrologie);

ir. C.W.J. Roest en ing. J. Kroes (vermesting);

ing. F. de Vries (bodempartering);

ir. W. de Vries en J.C.H. Voogd (verzuring);

drs. J.M.J. Farjon (landschapsecologie);

ir. H.A.M. Thunnissen (remote sensing, grondgebruik).

SAMENVATTING

In opdracht van de Rijksplanologische Dienst heeft DLO-Staring Centrum, voor de 'WATersysteembenadering voor de Ruimtelijke Ordening', het beleidsondersteunend instrument WATRO (prototype) ontwikkeld in de periode februari 1992 tot april 1993. Het instrument kan worden gebruikt om tot een ruimtegebruiksscenario te komen, waarbij rekening is gehouden met geschiktheidseisen van functies en de gevolgen voor de kwaliteit van bodem, grond- en oppervlaktewater. Het is een menugestuurde procedure onder ARC/INFO. De omvang van het instrument is in deze fase van het onderzoek beperkt gehouden door de uitwerking te richten op een beperkt aantal functies en milieuthema's. Uitgangspunt bij het ontwerp van het kennissysteem is geweest om slechts gebruik te maken van de huidige gegevensbestanden van ruimtelijke informatie of eenvoudig te genereren gegevensbestanden en de beschikbare proceskennis. Vanwege het prototyparakter is aan de gebruikersvriendelijkheid nog niet veel aandacht besteed.

De ruimtegebruiksfuncties, die in WATRO in beschouwing zijn genomen, zijn: bos, natuur, grasland en akkerbouw. De uitgewerkte milieuthema's zijn: verdroging, vermessing, bestrijdingsmiddelen en verzuring. Met WATRO kan worden nagegaan in welke mate de bodem geschikt is voor één van deze ruimtegebruiksfuncties en wat de verandering is in de kwaliteit van bodem, grond- of oppervlaktewater bij functiewijziging of bij wijziging van de hydrologische situatie.

Bij de bepaling van de geschiktheid en de milieubelasting wordt gebruik gemaakt van (digitale) basisbestanden voor ruimtelijke gegevens en vertaaltabellen. De ontwikkelde basisbestanden hebben betrekking op: de indeling van een gebied in bodemfysische en bodemchemische eenheden, de grondwaterstand, de intensiteit van kwel/wegzijging en het grondgebruik door functies. De vertaaltabellen dienen voor de vertaling van basisbestanden naar de geschiktheid voor functies en de omvang van milieu-effecten. De geschiktheid voor een functie is uitgesplitst in drie klassen (geschikt, matig geschikt en niet geschikt). Veranderingen in geschiktheid en milieubelasting worden in de huidige versie visueel in beeld gebracht op een kaart of op het beeldscherm.

Bij het uitwerken van het 'waterspoor' (waterkwantiteit en waterkwaliteit) voor de ruimtelijke ordening in dit project heeft de RPD gekozen voor de watersysteembenadering zoals deze is toegepast voor de Derde Nota Waterhuishouding van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, de zogenaamde PAWN-schematisering. Voor de meeste vraagstukken op het gebied van de ruimtelijke ordening zijn met name de processen in de toplaag van de bodem van groot belang. Een belangrijk kenmerk van de PAWN-benadering is dat met de regionale samenhang van het grond- en oppervlaktewater rekening wordt gehouden, zowel voor de waterkwantiteit als de -kwaliteit. Tevens wordt de PAWN-schematisering toegepast voor beleidsanalyses op het gebied van water en milieu.

In deze fase van het onderzoek is het ontwikkelde instrument toegepast op het gebied

Noord-west Veluwe (PAWN-district 29). Hiertoe zijn gegevens ter beschikking gesteld door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne en SC-DLO. Voor de Noord-west Veluwe is een interactief kennissysteem (prototype) beschikbaar voor de ontwikkeling van ruimtegebruiksplannen waarbij de mate van geschiktheid voor de functies en de gevolgen voor de milieukwaliteit van functiewijzigingen in beeld kunnen worden gebracht.

Voor de tweede fase van het onderzoek is aanbevolen om:

- WATRO uit te breiden tot meer ruimtegebruiksfuncties;
- de mogelijkheden te verbeteren voor het doorrekenen en vergelijken van scenario's voor het ruimtegebruik;
- de mogelijkheden te verbeteren voor de bepaling van de geschiktheid voor functies en de omvang van milieu-effecten;
- WATRO landsdekkend toe te passen.

Voor de aanpassingen zal zoveel mogelijk worden aangesloten bij de beschikbare gegevens en ontwikkelingen bij RIVM en RIZA en de stand van zaken in het onderzoek.

1 INLEIDING

1.1 Doel van het onderzoek

In de ruimtelijke ordening gaat het om het toekennen van functies aan gebieden, rekening houdend met de actuele functies, de geschiktheid voor functies en de effecten van functies op de milieukwaliteit. In opdracht van de Rijksplanologische Dienst heeft DLO-Staring Centrum, voor dit doel een beleidsondersteunend instrument WATRO (een prototype) ontwikkeld in de periode februari 1992 tot april 1993. Aan de hand van een voorbeeld dat zich voor kan doen bij de realisering van de ecologische hoofdstructuur zal dit worden toegelicht. Bij de invulling van de ecologische hoofdstructuur kunnen er alternatieve plannen zijn voor het gebied waar landbouwgrond uit gebruik zal worden genomen om het areaal natuurterrein uit te breiden. Bij de afweging welk gebied de voorkeur verdient, moet rekening worden gehouden met de belangen van natuurontwikkeling, landbouw en het milieu. De alternatieve gebieden kunnen een verschillende geschiktheid hebben voor de landbouwkundige functie. Naarmate de geschiktheid voor landbouw minder is, zijn de maatschappelijke kosten minder. Verschillen tussen gebieden in bodemtype, voedselrijkdom, kwel en grondwater leiden vanuit natuuroverwegingen tot andere preferenties. Vanuit het milieubeleid is de vraag welke oplossing de grootste bijdrage levert aan de vermindering van bijv. de vermisting, de verzuring en de verdroging van het milieu. Daartoe dient een methodiek ontwikkeld te worden die met de beschikbare kennis de voor- en nadelen van alternatieve ruimtelijke plannen snel en kwantitatief in beeld brengt. Bij de ontwikkeling van het beleidsondersteunende instrument zal een selectie moeten worden gemaakt uit de gebruiksfuncties en de milieu-aspecten in deze fase van de ontwikkeling. Het kennissysteem zal, vanwege de schaal (nationaal) globaal van aard moeten zijn en dient bijv. geen modules te bevatten die zeer veel rekentijd vergen.

Het doel van het onderzoek is een methode te ontwikkelen om ruimtegebruiksscenario's te toetsen op de geschiktheidseisen van functies en hun effecten voor watersystemen. Hierbij dient gebruik gemaakt te worden van de beschikbare ruimtelijke gegevensbestanden of eenvoudig te genereren gegevensbestanden en de beschikbare proceskennis. In de opdracht van de RPD voor dit onderzoek is aangegeven dat de te ontwikkelen methodiek zo goed mogelijk rekening dient te houden met de ontwikkelingen bij de PAWN-methodiek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Omdat het in deze fase van het onderzoek om de ontwikkeling van een prototype gaat, wordt het aantal ruimtegebruiksfuncties en milieu-aspecten beperkt gehouden.

1.2 Ruimtelijke Ordening

Als hoofddoelstelling voor de ruimtelijke ordening is in de Vierde Nota geformuleerd: 'het bevorderen van zodanige ruimtelijke condities dat de wezenlijke strevingen van

individuen en groepen zo goed mogelijk tot hun recht komen en de diversiteit, samenhang en duurzaamheid van het fysiek milieu zo goed mogelijk worden gewaarborgd'. De strevingen van individuen en groepen worden via de ruimtelijke ordening vertaald in een beleid voor de ruimtelijke inrichting voor functies, zoals: wonen, verkeer, natuurbescherming, drinkwatervoorziening, bosbouw, landbouw en recreatie. De vele raakvlakken tussen de ruimtelijke ordening en het water- en milieubeleid en de ontwikkelingen op deze terreinen maken het nodig dat de beleidsafstemming wordt geïntensiveerd om te voorkomen dat op een (te) laat tijdstip de beperkingen die het ene beleidsterrein oplegt aan het andere beleidsterrein merkbaar worden, maar ook om te bevorderen dat de potenties van een wederzijdse ondersteuning van het ruimtelijk ordeningsbeleid en het waterhuishoudkundig beleid tijdig worden herkend (Kuijpers, 1991).

In de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening-extra (VROM, 1991) is een nieuw beleid ontwikkeld voor het landelijk gebied. In tegenstelling tot voorgaande nationale ruimtelijke ordeningsnota's is de ontwikkeling van de verschillende ruimtegebruiksfuncties in sterke mate gebaseerd op de fysische structuur van Nederland en is getracht een koppeling te leggen met het water- en milieubeleid. Op basis van een watersysteembenadering zijn per fysisch-geografische eenheid uitspraken gedaan over de gewenste ontwikkeling van het ruimtegebruik. Met de introductie van de watersysteembenadering in de ruimtelijke ordening is een belangrijke stap voorwaarts gezet op de weg naar een betere afstemming van de ruimtelijke ordening en het water- en milieubeleid. Dit neemt niet weg dat de ontwikkelde aanpak kan worden verbeterd. Op basis van de inspraak en het bestuurlijk overleg heeft de RPD geconcludeerd, dat nader aandacht nodig is voor:

- de onderverdeling in fysische systeemeenheden;
 - de uitwerking van de gevolgen van het ruimtegebruik voor het watersysteem.
- Een watersysteem wordt in dit verband beschouwd als een samenhangend geheel van de bodem, het grond- en het oppervlaktewater, gekarakteriseerd door zowel fysische als chemische eigenschappen.

De wenselijke ruimtelijke condities kunnen worden nagestreefd door bij de functie-toekenning rekening te houden met:

- de eisen die een functie aan de locatie stelt: hierbij gaat het om de *geschiktheid* van een gebied voor een bepaalde vorm van ruimtegebruik;
- de invloed van een functie via waterkwaliteit en waterkwantiteit op de *milieu-kwaliteit*.

Voor de afstemming van de ruimtelijke ordening op de waterhuishoudkundige en milieukundige randvoorwaarden dient een kennissysteem ontwikkeld te worden waarmee deze opgave kan worden gerealiseerd. Het kennissysteem zou zo goed mogelijk aan moeten sluiten op methoden die op de beleidsterreinen worden toegepast of in ontwikkeling zijn.

De methode moet gebruikt kunnen worden ter ondersteuning bij de taak van het Rijk bij de ruimtelijke ordening, namelijk:

- het sturen op hoofdlijnen en het ontwikkelen van nieuwe strategieën voor de ruimtelijke inrichting;
- het aanbieden van een instrumentarium aan uitvoerende lagere overheden voor de

toepassing bij regionale vraagstukken in de ruimtelijke ordening.

1.3 Vergelijking watersysteembenaderingen

Het gevolg van een ingreep in het watersysteem is in belangrijke mate afhankelijk van de ruimtelijke samenhang in de waterhuishouding via het grond- en oppervlaktewatersysteem. Om de gevolgen van ingrepen te kwantificeren en in beeld te brengen moet een ruimtelijke schematisering van het watersysteem worden doorgevoerd. De PAWN-schematisering, waar de RPD voor dit project bij de opdracht voor gekozen heeft, is één van de ontwikkelde of in ontwikkeling zijnde watersysteembenaderingen. Een praktische eis voortvloeiend uit de gewenste landelijke toepassing is dat de benodigde gegevens voor de watersysteembenadering landsdekkend beschikbaar zijn. Daarnaast moet een watersysteembenadering alle elementen bevatten die nodig zijn om een beleid te voeren dat gericht is op integraal waterbeheer. Er zijn vier watersysteembenaderingen die voldoen aan de eis van landsdekkendheid:

- de VINEX-benadering van de RPD;
- de Landelijke Hydrologische Systemanalyse (LHS) en het REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS) van IGG-TNO;
- de Landelijke Grondwater Model-benadering (LGM) van het RIVM;
- de PAWN-benadering van RIZA.

Als algemene beschrijving van het begrip 'integraal waterbeheer' geeft de Derde Nota Waterhuishouding (Ministerie VW, 1989): "Een werkwijze van waaruit de zorg voor de waterhuishouding wordt benaderd en waarbij wordt uitgegaan van de samenhang binnen de waterhuishouding en die van de waterhuishouding met zijn relevante omgeving". Een verder uitgewerkte definitie van integraal waterbeheer in dezelfde Derde Nota luidt: "Een samenhangend beleid en beheer dat de verschillende overheidsorganen met strategische taken en beheerstaken op het gebied van het waterbeheer voeren in het perspectief van de watersysteembenadering. Hierbij wordt rekening gehouden met zowel de interne functionele samenhangen (de relaties tussen kwantiteits- en kwaliteitsaspecten van het oppervlaktewater en grondwater) als de externe functionele samenhangen (de relatie tussen waterbeheer en de andere beleids-terreinen als milieubeheer, ruimtelijke ordening en natuurbeheer)". Uit deze definitie kan de conclusie worden getrokken dat de watersysteembenaderingen van de verschillende overheidsorganen op elkaar afgestemd moeten zijn.

Waterhuishoudkundige aspecten van een watersysteem zijn o.a.: grond- en oppervlaktewater zowel voor kwantiteit en kwaliteit, waterbodem, oevers, technische infrastructuur en de biologische component. Belangen bij integraal waterbeheer zijn o.a. die van: landbouw, scheepvaart, drinkwatervoorziening, industrie en huishoudens (lozingen), recreatie, visserij en de electriciteitssector. De relevante omgeving van een waterhuishouding is probleemafhankelijk.

Uit het voorgaande zijn voor een "watersysteembenadering voor de ruimtelijke ordening" twee eisen af te leiden:

- de watersysteembenadering moet *aansluiten bij die van andere overheids-organen*;

- de voor de *ruimtelijke ordening* relevante factoren moeten worden meegenomen. Vraagstukken op het gebied van de ruimtelijke ordening spelen in belangrijke mate aan het aardoppervlak. Het gaat daarbij om de toekenning of wijziging van het grondgebruik door bijv. de functies: landbouw, bosbouw, natuur, stedebouw, recreatie, wegen, enz. Voor de interne functionele samenhangen (grond- en oppervlaktewater, kwantiteit en kwaliteit) is voor de ruimtelijke ordening dus vooral het topsysteem van bodem en grondwater van belang. Vanwege de problematiek van de drink- en industriewatervoorziening is het diepe grondwater echter ook van belang. Bij de beoordeling van de verschillende watersysteembenaderingen (tabel 1) vanuit het perspectief van de ruimtelijke ordening zal daarom veel gewicht worden toegekend aan de compleetheid van de systeembenadering voor het topsysteem.

Hierna zal een korte karakteristiek worden gegeven van de vier watersysteembenaderingen aan de hand van criteria voor de beleidsmatige aansluiting, systeemkenmerken en relevantie met betrekking tot de effectbepaling voor functies. Het gaat daarbij om de vraag of aan het betreffende onderdeel aandacht wordt geschonken, niet of bij de methodiek methematische modellen worden gebruikt. De watersysteembenaderingen zijn in ontwikkeling zodat in de tijd de beoordeling zal wijzigen.

Tabel 1 Toetsing van de watersysteembenaderingen op relevante criteria voor de ruimtelijke ordening relevante criteria

Criteria	VINEX	LHS/REGIS	LGM-plus	PAWN
<i>Beleidsmatige:</i>				
aansluiting Derde Nota	-	n.v.t.	-	+
aansluiting NMP/Milieu	-	n.v.t.	+	+
aansluiting VINEX	+	n.v.t.	-	-
<i>Systeemkenmerken:</i>				
oppervlaktewater	o	o	o ¹⁾	+
onverzadigd grondwater	o	+	o ¹⁾	+
verzadigd grondwater	o	+	+	+
kwaliteit oppervlaktewater	o	-	-	+
kwaliteit grondwater	o	o	o ²⁾	+ ³⁾
<i>Effectbepaling functies:</i>				
effectbepaling landbouw	o	o	+	+
effectbepaling natuur	o	o	+	+
grondwateronttrekking	o	+	+	+
<i>Overige:</i>				
beschikbaarheid/afroding	+	'94	'94?	+'94

Beoordeling: + = aan criterium wordt voldaan; o = aan criterium wordt redelijk voldaan; - = aan criterium wordt (in dit stadium) niet voldoende voldaan.

¹⁾ Dit onderdeel krijgt momenteel aandacht;

²⁾ Kwaliteitsprocessen in de toplaag van de bodem en de interactie met het oppervlaktewater zitten er niet in;

³⁾ De '+' geldt alleen voor de processen voor vermessing in de toplaag, niet voor het diepe grondwater.

De vier watersysteembenaderingen zijn onderling vergeleken op hun geschiktheid en compleetheid voor vraagstukken op het gebied van de ruimtelijke ordening. Daarbij

wegen vooral aspecten van het topsysteem (interactie grondwater/oppervlaktewater en onverzadigd/verzadigd, zowel kwantiteit als kwaliteit) wegen. Bij de beoordeling is van belang:

- of de watersysteembenadering reeds wordt toegepast in het beleid;
- of de relevante onderdelen van een watersysteem zijn opgenomen;
- of de gevolgen voor relevante functies kunnen worden gekwantificeerd.

Als relevante functies in dit project zijn landbouw, natuur en drinkwater meegenomen.

De volgende criteria zijn gebruikt voor de toetsing:

Beleidsmatige criteria:

- aansluiting bij watersysteembenadering Derde Nota Waterhuishouding;
- aansluiting bij NMP/Milieuverkenningen;
- aansluiting bij VINEX;

Systeemkenmerken:

- oppervlaktewater opgenomen in systeembenadering;
- onverzadigd grondwater opgenomen;
- verzadigd grondwater opgenomen;
- kwaliteit oppervlaktewater opgenomen;
- kwaliteit grondwater opgenomen;

Effectbepaling functies:

- voor landbouw mogelijk;
- voor natuur mogelijk;
- voor grondwateronttrekking mogelijk;

Overige:

- beschikbaarheid/jaar van afronding.

Voor de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra is gebruik gemaakt van een watersysteembenadering die hier 'VINEX' zal worden genoemd. Voor het hoge deel van Nederland is een onderverdeling aangebracht in eenheden op basis van het diepere grondwater en in afwaterings- en stroomgebieden. Voor laag Nederland is een onderverdeling aangebracht op basis van bodemkundige eenheden en zijn veenweidegebieden onderscheiden in droogmakerijen en niet vergraven gebieden. De basis voor de indeling in watersysteemeenheden is voor hoog en laag Nederland dus verschillend.

In opdracht van de Ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Verkeer en Waterstaat en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer wordt LHS/REGIS ontwikkeld. REGIS is een interactief (geo)hydrologisch informatie-systeem dat beschikt over relevante gegevens voor het waterbeheer. De LHS maakt hiervan gebruik voor de kartering en karakterisering van zowel de natuurlijke als de door menselijke ingrepen beïnvloede grondwaterstromingsstelsels. De nadruk ligt op de regionale en bovenregionale systemen. De LHS/REGIS is tot nu toe met name gericht op het verzadigde grondwater, zodat de systeemeenheden die daaruit voortvloeien dat ook zijn. Minder aandacht krijgen het oppervlaktewater en de onverzadigde zone. De resultaten van de LHS van de schematisering in watersysteemeenheden zullen ongetwijfeld in beleidsanalytische studies als PAWN en LGM worden verwerkt. In feite is LHS/REGIS potentieel toeleverend aan LGM, PAWN en VINEX zodat de vergelijking op basis van beleidsmatige criteria niet aan de orde is.

RIVM heeft het LGM ontwikkeld om het Beleidsplan Drink- en Industrierwatervoorziening te onderbouwen. Het model is een grondwatermodel voor de verzadigde zone, waarin via eenvoudige relaties het topsysteem is meegenomen. LGM is wat betreft de huidige toepassingsmogelijkheden vergelijkbaar met het PAWN-model voor de verzadigde zone NAGROM. Het wordt onder andere ingezet bij de komende Milieuverkenningen en de Evaluatie-Nota Water. Er zijn bij het RIVM plannen om LGM uit te breiden tot 'LGM-plus', waarbij ook andere modellen aan LGM gekoppeld zullen worden tot een meer samenhangend geheel voor de beschrijving van een watersysteem. Momenteel is het RIVM betrokken bij de verdere ontwikkeling van het model DEMGEN, dat Rijkswaterstaat gebruikt in de PAWN-methodiek.

Om de Tweede en Derde Nota Waterhuishouding te onderbouwen heeft Rijkswaterstaat het PAWN-instrumentarium ontwikkeld. Volgens de schematisering in dit onderzoek is Nederland verdeeld in districten op basis van een overeenkomstige wateraanvoer en -afvoer van of naar grote oppervlaktewateren. De districten zijn vervolgens onderverdeeld in subdistricten op basis van grondsoort en een overeenkomstige combinatie van peilbeheersing, hoogteligging en grondwaterstand (Abrahamse e.a., 1982). Deze ruimtelijke schematisering is uitgevoerd voor de berekening van effecten van ingrepen in de waterhuishouding met modellen en de benodigde invoergegevens. Het instrumentarium is toegepast voor de milieuverkenningen en het Nationaal Milieubeleids-Plan.

Bij deze vergelijking valt o.a. op dat PAWN voor grondwaterkwaliteit beter scoort dan LGM-plus. Dit dient te worden beoordeeld vanuit de inperking dat met name processen in het topsysteem van belang zijn voor de ruimtelijke ordening. De processen in het topsysteem zitten vooralsnog completer in PAWN dan in LGM-plus.

1.4 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt het ontwikkelde beleidsondersteunende instrument voor de 'WATersysteembenadering voor de Ruimtelijke Ordening, WATRO, in het kort beschreven. De inhoud van WATRO wordt toegelicht in hoofdstuk 3 voor achtereenvolgens de gebruikte gegevensbestanden, de bepaling van de 'geschiktheid' voor functies en de kwantificering van milieu-effecten bij functiewijziging of wijziging van de hydrologische situatie. Een illustratie van het gebruik van WATRO wordt gegeven in hoofdstuk 4 aan de hand van de toepassing in PAWN-district 29 (Noordwest Veluwe). De huidige versie van WATRO is een prototype, dat in een vervolgfase zal worden verder ontwikkeld. Aanbevelingen hiervoor worden gegeven in hoofdstuk 5.

2 OPZET VAN WATRO

2.1 Uitgangspunten

Het kennisysteem WATRO is ontwikkeld om beleidsmakers in de ruimtelijke ordening te ondersteunen bij:

- het ontwikkelen van nieuwe strategieën voor de ruimtelijke ordening;
- regionale vraagstukken in de ruimtelijke ordening door lagere overheden.

Om binnen de randvoorwaarden (budget en ontwikkelingstijd) te kunnen komen tot een optimaal gereedschap zijn vooraf de volgende randvoorwaarden geformuleerd waaraan WATRO moet voldoen:

- het wordt ontwikkeld met huidige databestanden van ruimtelijke informatie en de beschikbare proceskennis;
- het sluit aan bij de kennis en werkwijze op relevante beleidsterreinen;
- het toepassingsgebied bepaalt mede de opzet van het kennisysteem: het zal globaal van aard zijn en bijvoorbeeld geen modules bevatten die op dynamische wijze processen simuleren;
- voor de schematisering van de watersystemen wordt in principe uitgegaan van de fysische gebiedsschematisering zoals ontwikkeld voor de Vierde Nota Waterhuishouding;
- de uitwerking dient primair plaats te vinden voor grondgebonden functies, zoals:
 - * bos;
 - * natuur;
 - * grasland;
 - * akkerbouw;
- het geheel dient zo goed mogelijk afgestemd te zijn op de opbouw en werking van het fysisch systeem en de gevoeligheid van het systeem voor activiteiten samenhangend met ruimtegebruiksfuncties, zoals landbouw, natuur en drinkwaterwinning. Afhankelijk van de functie, de daarbij behorende activiteit en de stof gaat het daarbij om de effecten op het gehele watersysteem of een onderdeel daarvan: bodem, grondwater of oppervlaktewater. De effecten op watersystemen betreffen de emissie van stoffen (bijv. in verband met vermisting) en de invloed op de waterhuishouding (bijv. in verband met verdroging);
- het systeem dient de geschiktheid voor een functie aan te kunnen geven, zowel bij functieverandering als bij wijziging van de hydrologische situatie voor de functies:
 - * bosbouw;
 - * natuur;
 - * grasland;
 - * akkerbouw.
- de volgende milieu-effecten moeten bepaald kunnen worden:
 - * verdroging;
 - * vermisting (stikstof- en fosfaatbelasting van het grond- en oppervlaktewater);
 - * belasting door bestrijdingsmiddelen;

- * bodemverzuring.
- de invalshoek voor zowel de geschiktheidsbepaling als de milieu-effecten is de gebruiksfunctie in combinatie met de hydrologische situatie (wijzigingen in de hydrologische situatie worden aangeleverd door RIZA). Daarnaast speelt het bodemtype veelal een rol;
- bij de vergelijking van de verschillende gebruikscenario's dient informatie beschikbaar te komen over de huidige situatie en over de toekomstige situatie na de ingreep, dat wil zeggen na wijziging van de gebruiksfunctie;
- het kennisstelsel dient zo gebruiksvriendelijk als mogelijk te worden gemaakt;
- het geheel moet flexibel zijn, zodat in een latere fase aanpassingen en/of aanvullingen mogelijk blijven.

2.2 Begrippen

In deze paragraaf worden essentiële begrippen voor het systeem nader toegelicht.

Een kennisstelsel is een informatiesysteem waarin kennis expliciet is vastgelegd. Het is een instrument ten dienste van de gebruiker bij de uitvoering van taken in het specifieke werkveld waarvoor het is ontwikkeld. Met het kennisstelsel beschikt de gebruiker over de noodzakelijke expertise voor de uitvoering van zijn taak op de plaats en op het moment dat dit gewenst is, zonder dat de gebruiker hierbij direct afhankelijk is van experts.

Het kennisstelsel WATRO is:

een onder ARC/INFO, met ARC Macro Language (AML) ontwikkelde menugestuurde procedure, die met huidige databestanden met ruimtelijke informatie en beschikbare proceskennis als gereedschap dient bij het samenstellen van ruimtegebruikscenario's en deze kan toetsen op de gevolgen voor het watersysteem (zowel kwantitatief als kwalitatief), om hiermee de keuzes die worden gemaakt in de ruimtelijke ordening kwantitatief te kunnen onderbouwen.

Onder basisbestanden worden bestanden verstaan die ruimtelijk relateerde gegevens bevatten.

Onder vertaaltabellen worden bestanden verstaan die de basisgegevens door middel van expertkennis vertalen in geschiktheden voor grondgebruiksvormen en milieu-effecten.

2.3 Functies van WATRO

Het functie-decompositie-diagram (zie figuur 1) geeft de functies van WATRO weer. Het systeem moet worden gezien als een dynamische opeenstapeling van functies, waarbij de volgorde waarin deze functies afgehandeld kunnen worden, variabel is. Algemene bewerkingen als plotten, printen, exporteren, zijn na elke handeling

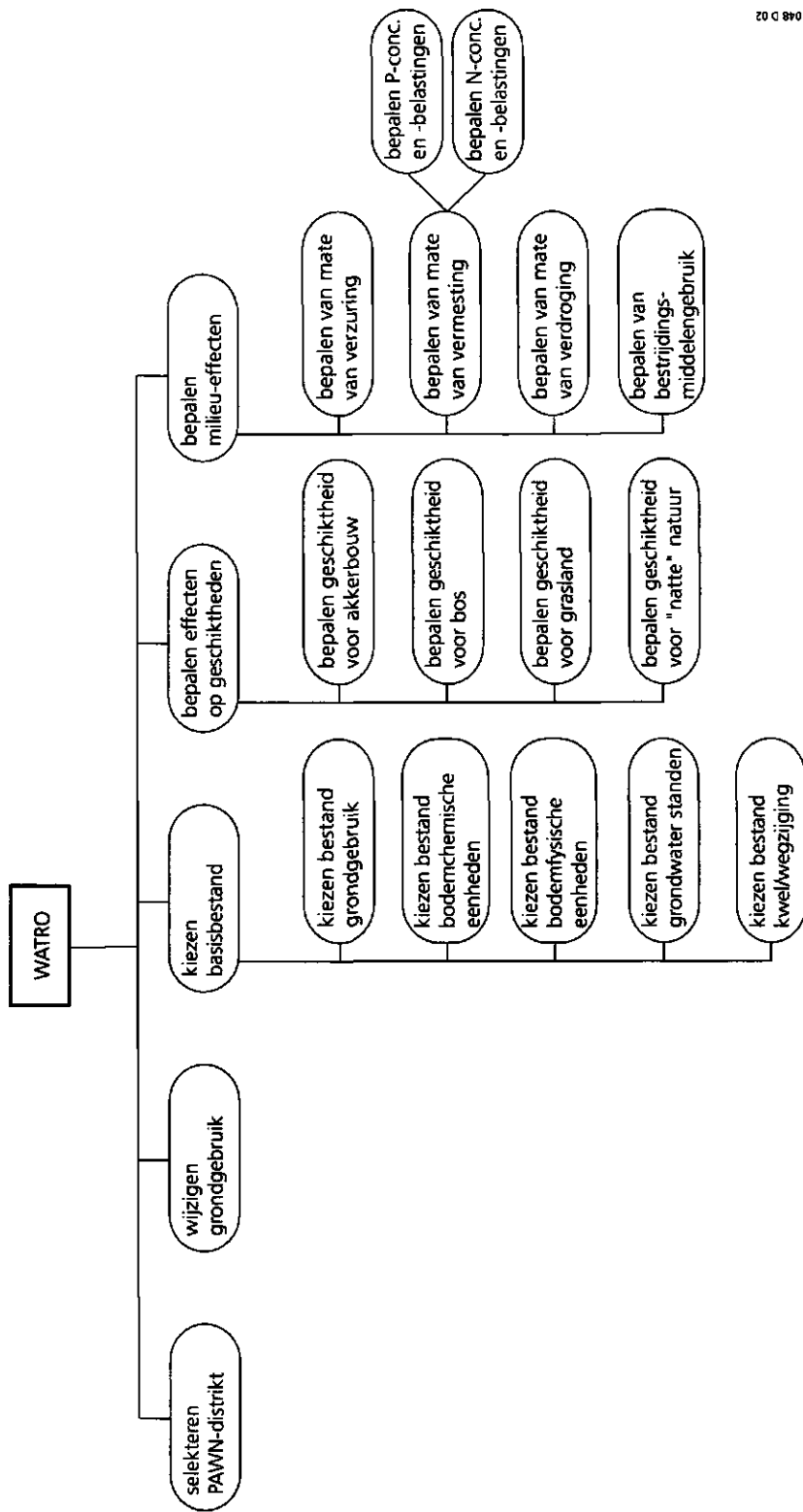


Fig. 1 Functie-decompositie-diagram van WATRO

mogelijk. De volgende hoofdfuncties staan in het model weergegeven:

1. *selecteren PAWN-district;*
2. *wijzigen grondgebruik;*
3. *kiezen basisbestanden;*
4. *bepalen geschiktheden;*
5. *bepalen milieu-effecten.*

Selecteren PAWN-district

Nederland is verdeeld in 80 PAWN-districten. Na de keuze van één van deze PAWN-districten worden voor het betreffende gebied de basisgegevens (zie hoofdstuk 5) geselecteerd. Alle verdere bewerkingen worden verricht voor het gekozen district. In fase I zijn alleen de gegevens voor PAWN-district 29 beschikbaar.

Wijzigen grondgebruik

Het grondgebruik kan door de gebruiker van WATRO worden gewijzigd. Hierbij wordt naast het basisbestand, dat een beschrijving geeft van het huidige grondgebruik, een alternatief grondgebruiksbestand aangemaakt.

Kiezen basisbestanden

De basisgegevens waarmee de verdere bewerkingen zullen worden uitgevoerd, moeten worden gekozen (dus: basisbestand of een alternatief bestand). Voor de bestanden met informatie over grondwaterklasse, grondwatertrap, gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG/GLG) en kwel/wegzijging kunnen wel alternatieve bestanden worden aangemaakt, maar niet door de eindgebruiker van het systeem. De alternatieve hydrologische bestanden worden samengesteld en geleverd door RIZA. Wanneer deze bestanden de juiste opbouw hebben en voldoen aan de naamgevingseisen kunnen ze als alternatief worden toegevoegd (of het verouderde bestand vervangen). Van de basisbestanden met de bodemchemische eenheden, de bodemfysische eenheden (en de PAWN-districten) kunnen geen alternatieven bestaan. Deze bestanden dienen alleen vervangen te worden wanneer door nieuwe inzichten een gewijzigde bodemkaart is ontstaan. Van deze onderdelen is er dus altijd maar één bestand: het bestand dat de meest actuele beschrijving van de bodem geeft.

Bepalen geschiktheden

Van een gebied kan worden nagegaan welke delen geschikt zijn om een bepaalde nieuwe functie (grondgebruik) te krijgen. Ook na wijziging van de hydrologische situatie is de vraag aan de orde of nog steeds aan de eisen van de functies in het gebied wordt voldaan. Aan de hand van een geschiktheidsbepaling kan het grondgebruik (gedeeltelijk) worden gewijzigd. Bijvoorbeeld wanneer besloten wordt landbouwareaal om te zetten in natuur kan door een geschiktheidsbepaling worden onderzocht welk gedeelte van het landbouwareaal hiervoor het meest geschikt is. Bij de keuze van het gebied spelen natuurlijk ook andere factoren een rol, zoals bijvoorbeeld aansluiting op grote landschappelijke eenheden.

Bepalen milieu-effecten

De effecten van het grondgebruik op de kwaliteit van bodem en water kunnen met vertaaltabellen in WATRO worden bepaald. Door de milieu-effecten van het huidige grondgebruik te vergelijken met een gewijzigd grondgebruik kan inzicht worden

verkregen in de te verwachten milieu-effecten van de grondgebruikswijziging.

Resultaten

Met het kennisstelsel kunnen de volgende (tussen)resultaten worden verkregen:

- een overzicht van de ligging van de PAWN-districten in Nederland;

Voor een geselecteerd district:

- een overzicht van de basisgegevens: grondgebruik, bodemfysische eenheden, bodemchemische eenheden, grondwaterstanden (in de vorm van trappen, klassen en GHG/GLG) en kwel/wegzingsintensiteit;
- een overzicht van alternatieve bestanden die van buitenaf in WATRO zijn ingevoerd (grondgebruik, grondwaterstanden, kwel/wegzingsintensiteit), of die door de gebruiker zelf zijn aangemaakt (grondgebruik);
- indeling van het district in geschiktheidsklassen voor het wijzigen van een grondgebruik (wijzigen van functie) in bos, natte natuur, grasland of akkerbouw. Hiervoor kunnen zowel de basis- als alternatieve bestanden worden gebruikt;
- de effecten in de huidige situatie (basisbestanden) of in een gewijzigde situatie (alternatieve bestanden) op bodemverzuring, op vermisting, op het emissierisico van bestrijdingsmiddelen voor het milieu en op verzuring;
- keuze van het meest aantrekkelijke ruimtegebruiksscenario, door handmatige vergelijking van de uitkomsten van de milieu-effectenberekening na verschillende functiewijzigingen en wijzigingen van de hydrologische kenmerken.

Het kennisstelsel heeft de volgende beperkingen:

- de bewerkingen en presentaties worden steeds voor één district uitgevoerd; ¼ er wordt geen gebruik gemaakt van dynamische modelberekeningen;
- wijzigen van basisgegevens kan alleen door of het hele bestand te vervangen, of door nieuwe waarden aan bestaande vlakken toe te kennen. Er kunnen geen nieuwe vlakjes worden gecreëerd;
- sommige milieu-effecten kunnen niet voor elk willekeurig jaar worden bepaald, maar alleen voor enkele vaststaande jaren;
- de resultaten van bewerkingen bestaan uit kaarten en tabellen. Deze resultaten kunnen alleen "handmatig" worden vergeleken.

2.4 Inhoud van WATRO

Het gegevensmodel (figuur 2) beschrijft de structuur van de in WATRO opgeslagen gegevens. Hierbij is onderscheid te maken in:

- * districtsafhankelijke gegevens;
- * districtsonafhankelijke gegevens.

Hierna wordt enige beperkte informatie gegeven over de inhoud van WATRO. Een uitvoeriger beschrijving van de gegevensbestanden en de wijze waarop zij zijn verkregen, wordt gegeven in hoofdstuk 3.

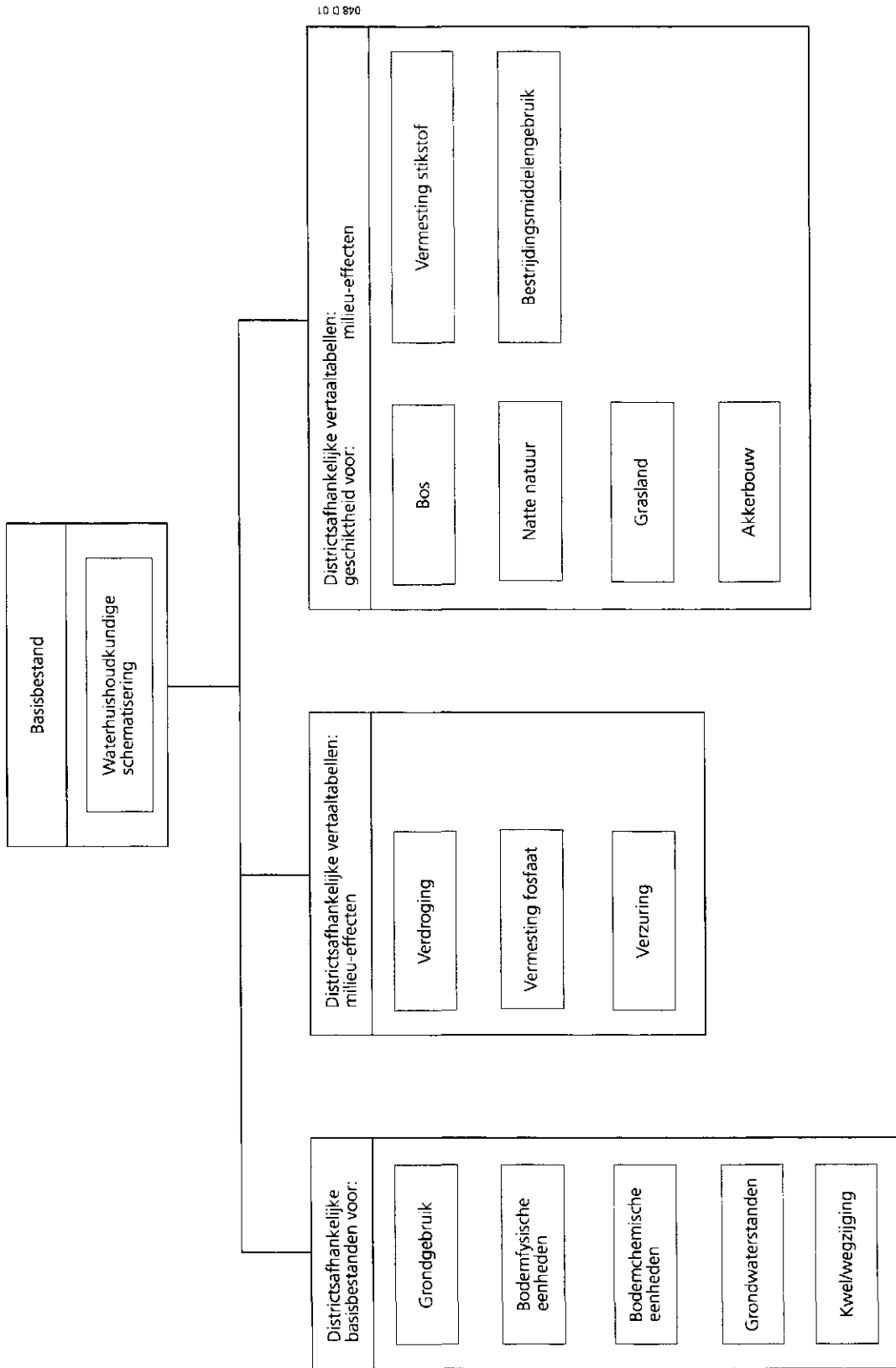


Fig. 2 Datamodel van WATRO

2.4.1 Districtsafhankelijke gegevens

Onder de districtsafhankelijke gegevens vallen alle basisbestanden en de vertaaltabellen voor verzuring, vermesting-fosfaat en verdroging. Een vertaaltabel bevat geaggregeerde kennis over de wijze waarop basisgegevens in geschiktheden of milieueffecten worden vertaald. De volgende basisbestanden zijn in WATRO opgenomen:

- PAWN-districtsgrenzen;
- grondgebruik:
samengesteld uit een combinatie van LGN en BARS (aanhangsel 1);
- bodemfysische eenheden:
generalisatie en bodemfysische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000, voor de PAWN-studie (aanhangsel 2);
- bodemchemische eenheden:
generalisatie en bodemchemische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000, voor dit project (aanhangsel 3);
- grondwaterstanden:
dit bestand bevat de grondwatertrappen zoals weergegeven in de bodemkaart 1 : 50 000, de gecombineerde grondwaterklasse-indeling van deze grondwatertrappenkaart (aanhangsel 4) en de GHG/GLG;
- kwel en wegzijging:
berekend met NAGROM en DEMGEN.

De volgende districtsafhankelijke vertaaltabellen komen in WATRO voor:

- verdroging:
de mate van verdroging wordt bepaald door de vergelijking van het huidige grondwaterniveau met die van een gewijzigde situatie, bijvoorbeeld na een toename van de grondwateronttrekkingen. De mate van verdroging is districtsafhankelijk omdat de waterhuishoudkundige situatie (bijv. grondwateronttrekking) per district verschilt. Er is geen vertaaltabel voor verdroging (zie 3.3.1)
- vermesting-fosfaat:
de vermestingssituatie voor fosfaat kan worden weergegeven met de volgende tabellen (aanhangsel 8):
 - * fosfaatbelasting van het oppervlaktewater (kg P per ha afwateringsgebied per jaar);
 - * fosfaatconcentratie van het oppervlaktewater (g P per m³);
 - * fosfaatconcentratie van het diepere grondwater (g P per m³).De vermesting-fosfaat is districtafhankelijk omdat de situatie van de fosfaatverzadiging van de bodem sterk verschilt tussen de districten en een belangrijke invloed heeft op de P-belasting.
- verzuringsindexen:
de indexen geven aan of er zich verzuringsproblemen voordoen wanneer landbouwgronden de functie bos of natte natuur krijgen (aanhangsel 7). De vertaaltabel voor verzuring is districtsafhankelijk, omdat de mate van verzuring onder meer afhangt van de atmosferische depositie.

2.4.2 Districtsonafhankelijke gegevens

Onder deze districtsonafhankelijke gegevens vallen de vertaaltabellen voor de bepaling van de geschiktheden en de vertaaltabellen voor de milieu-effecten vermisting-stikstof en bestrijdingsmiddelenemissie.

- geschiktheden:

de geschiktheid voor een bepaald grondgebruik wordt bepaald op basis van de bodemfysische eenheid en de grondwaterklasse. Het resultaat is een bestand met een indeling in de klassen "geschikt", "matig geschikt" of "niet geschikt" (aanhangsel 5). De geschiktheid wordt bepaald voor de volgende functies:

- * bos;
- * 'natte' natuur;
- * grasland;
- * akkerbouw.

De milieu-effecten van het grondgebruik op de kwaliteit van het watersysteem wordt als volgt met de vertaaltabellen bepaald:

- vermisting-stikstof (aanhangsel 8):

- * stikstofbelasting van het oppervlaktewater (kg N per ha afwateringsgebied per jaar);
- * stikstofconcentratie van het oppervlaktewater (g N per m³);
- * nitraatconcentratie van het diepere grondwater g N per m³).

De vermisting-stikstof is districtsonafhankelijk omdat de nitraatuitspoeling in hoge mate bepaald wordt door algemene factoren (bijv. bodemgebruik, grondsoort, Gt) en in veel mindere mate door specifieke regionale invloeden zoals de atmosferische depositie en zoute kwel.

- bestrijdingsmiddelen:

aan de hand van het bestrijdingsmiddelengebruik (als kg werkzame stof per ha per jaar) voor de verschillende landbouwsectoren, waarbij het bestrijdingsmiddelengebruik indicatief is voor het emissierisico (aanhangsel 6).

In tabel 2 staat weergegeven op welke wijze de gegevens gecombineerd worden om voor de verschillende thema's (geschiktheid en milieu-effecten) de toestand te kunnen bepalen. De naam van het resulterende bestand staat tussen haakjes weergegeven.

2.5 Mogelijkheden en beperkingen

Vanwege de beschikbare tijd en het ontwikkelingskarakter van het project is de omvang van WATRO in deze versie beperkt gehouden. Voor de geschiktheidsbepaling is het instrument beperkt tot de ruimtegebruiksvormen voor de bodem en zijn die voor het oppervlaktewater buiten beschouwing gebleven. In het Basisbestand Ruimtelijke Structuren (BARS) van de RPD worden zeer vele ruimtegebruiksvormen onderscheiden die echter voor dit project niet allemaal relevant zijn. Voor bepaalde functies zoals wegen, sportvoorzieningen en niet-agrarische bedrijven, speelt de geschiktheidsvraag niet omdat de bodem geschikt kan worden gemaakt als deze niet voldoet. Het milieu-effect is veelal heel beperkt, omdat de omvang van de oppervlakte of

Tabel 2 *Combinatie van basisbestanden en vertaaltabellen om voor een thema de toestand te kunnen bepalen*

Thema	Basisbestand	Vertaaltabel	Resultaat
geschikthe- den voor gebruiks- omzettingen	grondwaterklassen + bodempysische eenheden	geschiktheid-a geschiktheid-b geschiktheid-g geschiktheid-n	bestand met de geschiktheden voor akkerbouw, bos, gras en "natte" natuur
verdroging	grondwaterstanden - alternatieve grondwaterstanden	-	bestand met de verschillen in grondwaterstanden tussen huidige en nieuwe situatie
verzuring	bodemchemische eenheden	verzurings- indexen	bestand met de verzuringsindexen in de jaren 2000, 2010 en 2050
vermesting fosfaat	bodempysische eenheden + grondgebruik	P-conc. opper- vlakte- en grond- water, P-belas- ting opp.water	bestand met P-conc. voor opper- vlakte- en grondwater en P-be- lasting van opp.water, in de jaren 1985, 2000 en 2045
vermesting stikstof	bodempysische eenheden + grondgebruik + grondwatertrappen	N-conc. opper- vlakte- en grond- water, N-belas- ting opp.water	bestand met N-conc. voor opper- vlakte- en grondwater en N-belasting van opp.water, in de jaren 1988, 2000, 2045
bestrij- dingsmidde- lengebruik	grondgebruik	bestrijdingsmid- delengebruik	bestand met het bestrijdings- middelengebruik in de jaren 1988 en 2000

activiteit betrekkelijk gering is en het milieu-effect voor het bodem- en watersysteem niet van belang is. De voor de bodem in beschouwing genomen functies zijn: bosbouw, natuur, grasland en akkerbouw. De gevolgen van drinkwaterwinning op de waterkwantiteit en -kwaliteit worden meegenomen. De beperkte bruikbaarheid voor vraagstukken rond natuurontwikkeling en drinkwaterwinning zal hierna en in het volgende hoofdstuk worden toegelicht.

Milieu-aspecten die meegenomen zijn in de huidige versie van WATRO, hebben vooral betrekking op milieuproblemen die samenhangen met de activiteiten van de hiervoor geselecteerde functies: verdroging, vermesting, het gebruik van bestrijdingsmiddelen en verzuring. De gevolgen van wijzigingen van functies en/of de hydrologische situatie voor de geschiktheden en/of milieu-effecten kan worden onderzocht door vergelijking van de geschiktheid en de milieu-effecten van voor de wijziging met die van na de wijziging van de functies en/of de hydrologische situatie.

De resultaten van berekeningen kunnen worden gepresenteerd in de vorm van kaarten en tabellen. De eenheden waarvoor de geschiktheden en milieu-effecten worden berekend, ontstaan door combinaties van vertaaltabellen en basisgegevens. Gedurende de berekeningen wordt niet geaggregeerd, om informatieverlies te voorkomen. Het niveau van de presentatie ontstaat door combinatie van de basisgegevens en de

agregatieslag daarna tot x klassen. Deze indeling in klassen zal vrij grof zijn, enerzijds omdat de toepassing geen grote nauwkeurigheid vereist, anderzijds om een schijfnauwkeurigheid te voorkomen.

3 INHOUD VAN WATRO

3.1 Basisbestanden

Onder de term basisbestand wordt verstaan een geografisch informatiebestand, dat de situatie van een gebied karakteriseert en dat voor een nader aangegeven periode kan dienen als uitgangsbestand voor de bepaling van de geschiktheid van de bodem voor functies en de milieu-effecten. Drie van de basisbestanden betreffen de ruimtelijke indeling van Nederland, namelijk: de waterhuishoudkundige, de bodemfysische en de bodemchemische. De overige basisbestanden beschrijven de grondwaterstanden, de kwel/wegzijingssituatie en het grondgebruik. Het karakter van de genoemde basisbestanden verschilt sterk voor het soort gegevens en de schaal waarop de gegevens beschikbaar zijn. Hierna zal achtereenvolgens op de inhoud van de genoemde basisbestanden worden ingegaan.

3.1.1 Waterhuishoudkundige schematisering

Het uitgangspunt voor de waterhuishoudkundige indeling van Nederland is de indeling in 80 districten die gemaakt is voor het PAWN-onderzoek. Een beschrijving van de PAWN-schematisering is gegeven in hoofdstuk 1. Momenteel werkt RIZA aan een wijziging van de modellen en de ruimtelijke schematisering om eveneens over een bruikbaar instrumentarium te kunnen beschikken voor de problemen verdroging en vermessing. Als studiegebieden voor deze wijzigingen is PAWN-district 29 (Noordwest Veluwe) gekozen. De aanpassing van de ruimtelijke schematisering betreft alleen de onderverdeling van de districten in fysische eenheden en niet de grenzen van de districten zelf.

3.1.2 Bodemfysische schematisering

Voor ruimtelijke informatie over bodemfysische kenmerken is de bodemfysische schematisering gebruikt zoals voor de PAWN-studie is uitgevoerd door Wösten e.a. (1988). De schematisering zal hierna worden toegelicht. Uit de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 250 000 (Steur e.a., 1985), is de bodemfysische kaart 1 : 250 000 afgeleid, waarbij de onderscheiden bodemkundige eenheden zijn ggeneraliseerd tot 23 bodemfysische eenheden op grond van verwantschap in bodemkundige en bodemfysische kenmerken (aanslag 2). Wösten e.a. (1988) hebben met een oppervlaktecriterium eenheden met een kleine oppervlakte samengevoegd met verwante grotere eenheden. Aan de bodemhorizonten in de profielschetsen van de 23 eenheden zijn bodemfysische eigenschappen (de $k(h)$ -relatie en de vocht karakteristiek) uit de Staringreeks toegekend. Hierbij zijn verschillende horizonten die zich fysisch identiek gedragen, samengevoegd tot een bodemfysische horizont. Elk van de 23 bodemfysische typen heeft dus een gestandaardiseerde opbouw van bodemfysische

horizonten en bodemfysische karakteristieken uit de Staringreeks.

In WATRO wordt deze bodemfysische vertaling van de bodemkaart 1 : 250 000 gebruikt. De vertaling houdt in dat het digitale vectorbestand met bodemkundige eenheden wordt vertaald naar een digitaal vectorbestand met bodemfysische eenheden. Voor de hydrologische berekeningen (zie 3.1.4 en 3.1.5) heeft RIZA ook het vectorbestand met de bodemfysische schematisering gebruikt.

3.1.3 Bodemchemische schematisering

Uitgaande van de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 250 000) heeft een bodemchemische classificatie plaats gevonden. De code van de bodemkaart is daarbij omgezet in een code voor de bodemchemische kaart, waarbij bodemeenheden met een bodemchemische verwantschap zijn geclusterd (aanhangel 3). De bodemchemische schematisering is afgeleid voor de laag van 0 tot 40 cm - mv.. Dit sluit aan op het onderzoek naar de verzuringsgevoeligheid van Nederlandse gronden (De Vries et al., 1989a). In de schematisatie zijn de volgende aantallen bodemchemische eenheden onderscheiden: 19 voor zandgrond, 2 voor klei (kalkrijk, kalkarm), 1 voor löss en 1 voor veen. Maar weinig bodemchemische eenheden zijn onderscheiden voor klei, löss en veen omdat bij deze gronden niet snel een verzuringsprobleem zal optreden. De bodemkaart met schaal 1 : 250 000 is dus via een chemocode omgezet in 23 bodemchemische typen met een gestandaardiseerde opbouw van bodemchemische horizonten en bodemchemische eigenschappen. In district 29 komen de volgende 17 bodemchemische eenheden voor: 15 voor zandgrond, 1 voor klei en 1 voor veen (aanhangel 7).

3.1.4 Grondwaterstand

De grondwaterstand is een belangrijke grootheid voor de verdrogingsproblematiek en voor de effectbepaling bij milieuthema's. Bodemkaarten verschaffen hierover informatie door grondwatertrappen (Gt's). Een grondwatertrap geeft in klassen de diepte weer van de gemiddeld hoogste grondwaterstand in de winterperiode (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand in de zomerperiode (GLG). De grondwatertrappenindeling is onlangs op onderdelen aangepast (De Vries en Van Wallenburg, 1990). Aanhangel 4 geeft een overzicht van de oude en de nieuwe indeling. De informatie over grondwatertrappen van de bodemkaart 1 : 50 000 is als digitaal basisbestand opgenomen in het kennissysteem.

De informatie over grondwatertrappen op de bodemkaart is bruikbaar zolang er geen belangrijke veranderingen in de waterhuishouding optreden. Voor velerlei doeleinden hebben ingrepen in het watersysteem plaats gevonden en voor de verdrogingsbestrijding zal dat ook voor de toekomst in hoge mate opgaan. De huidige informatie over grondwatertrappen van de bodemkaart is daarom ten dele verouderd. Het gevolg van een ingreep in de waterhuishouding is in belangrijke mate afhankelijk van de ruim-

telijke samenhang in de waterhuishouding via grond- en oppervlaktewater. Een kennissysteem voor de kwantitatieve waterhuishouding dient daarom ook gebruik te maken van een methode, die gebaseerd is op kwantificering van deze ruimtelijke samenhang.

De grondwaterstand en de intensiteit van kwel en wegzijging worden berekend met de hydrologische modellen NAGROM en DEMGEN. NAGROM is een stationair model voor de verzadigde grondwaterstroming. DEMGEN is een model voor waterstroming in de onverzadigde zone. De koppeling van NAGROM en DEMGEN is tot stand gebracht door een gewogen verdeling van de grensflux volgens een verdeelsleutel die gerelateerd is aan de grondwaterstand en de fluctuatie daarin. RIZA heeft hiertoe de grondwatertrappen geclusterd tot 6 grondwaterklassen (aanhangel 4). Per simulatie-eenheid kunnen door de modellen resultaten worden berekend, zoals: grondwaterstand en kwel/wegzijging. In de PAWN-modellen wordt het oppervlaktewatersysteem van het landelijk gebied meegenomen door een oppervlaktewaterpeil in te voeren, de (ontwaterings)relatie tussen grond- en oppervlaktewater te definiëren en aan- en afvoer van water te kwantificeren.

Bij de gebiedsschematisering voor het waterhuishoudingsmodel DEMGEN is uitgegaan van de volgende aanpak:

- Nederland is verdeeld in districten op basis van aan- en afvoer van water naar grote wateren (rivieren);
- een district is onderverdeeld in sub-districten op basis van grondsoort en waterhuishouding;
- een sub-district is onderverdeeld in plots op basis van bodemgebruik.

Districten zijn geografisch bepaald en daarmee op een topografische kaart aan te wijzen, sub-districten en plots niet. Op het ogenblik wordt bij RIZA gewerkt aan het project 'Redesign DEMGEN'. In dat verband wordt de onderverdeling van een district in sub-districten en plots veranderd. Een nieuwe onderverdeling van districten wordt ontworpen op basis van combinaties van grondsoort, grondwaterklassen en bodemgebruik. Elk deelgebied krijgt dan een geografische aanduiding. Bij de hydrologische berekeningen voor district 29 voor dit project is al gebruik gemaakt van deze nieuwe indeling. Voor de berekening van de N- en P-emissie is de nieuwe indeling nog niet gebruikt. De bedoeling van de nieuwe aanpak is om te komen tot een beter onderbouwde indeling in simulatie-eenheden (Vermulst, 1991).

Voor PAWN-district 29, de noordwestelijke Veluwerand, is een volledig geografisch gebonden invoer voor het hydrologisch model DEMGEN gecreëerd door met het Geografisch Informatiesysteem ARC/INFO de volgende databestanden te combineren: 4,13

- 1) een bestand met de grenzen van PAWN-district 29;
- 2) een bestand met de 33 NAGROM-eenheden van district 29;
- 3) een bestand met de vijf grondwaterklassen, bestaande uit combinaties van elf grondwatertrappen op de 1 : 50 000 kaart;
- 4) een bestand met de 23 bodemfysische eenheden van de gegeneraliseerde bodemfysische kaart 1 : 250 000;
- 5) een bestand met 15 landgebruikstypen, afgeleid uit de databank van Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN), waarbij het landgebruik van cellen van

25 m x 25 m is geaggregeerd tot die van cellen van 250 m x 250 m op basis van het meest voorkomende landgebruik.

In district 29 leidt de overlay-procedure tot 1011 unieke simulatie-eenheden. Omdat het grote aantal eenheden lange rekentijden veroorzaakt is door eliminatie van vlakken kleiner dan 25 ha het aantal eenheden gereduceerd tot 203 (Van der Voet en Witte, 1991).

Vanwege de interactie tussen diverse maatregelen en hun effecten op de regionale waterhuishouding is het niet mogelijk om via een eenvoudige vertaaltabel de effecten van bijv. de omzetting van landbouwgrond in natuur aan te geven. Daartoe moeten complexe modellen gebruikt worden die voldoende rekening houden met de waterhuishoudkundige processen. Vanwege de omvangrijke rekentijden kunnen slechts een beperkt aantal waterhuishoudkundige scenario's worden doorgerekend. Per scenario resulteert een nieuwe situatie van grondwaterstand en kwel/wegzijing. Voor deze studie heeft RIZA een berekening uitgevoerd voor:

- de huidige waterhuishoudkundige situatie;
- de huidige situatie, maar de grondwateronttrekking is verminderd met 100%;
- de huidige situatie, maar de grondwateronttrekking is vermeerderd met 100%.

In WATRO zijn per waterhuishoudkundige situatie de volgende digitale bestanden met informatie over de grondwaterstand aanwezig:

- de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG);
- de grondwatertrap;
- de grondwaterklasse.

De gegevens van een waterhuishoudkundige situatie (grondwaterstand, kwel/wegzijing) worden in het kennissysteem op twee manieren gebruikt. Allereerst fungeert een dergelijk gegevensbestand als een basisbestand, dat kan worden gebruikt voor de bepaling van geschiktheden en effecten op vermessing. De invloed van een hydrologische maatregel op de verdroging wordt vastgesteld door de resultaten van twee waterhuishoudkundige scenario's van de grondwaterstand met elkaar te vergelijken. Hiervoor is vooral de informatie over GHG en GLG goed bruikbaar.

3.1.5 Kwel en wegzijing

Wegzijing is de neerwaartse stroming van grondwater. Kwel betreft het uitreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogten van het grondwater buiten het beschouwde gebied. Het uitreden van water, dat binnen het gebied aan het oppervlak is toegevoerd, valt dus buiten deze term. Het uitreden kan onder meer geschieden direct aan het grondoppervlak, in sloten, via drains of via capillaire opstijging (CHO-TNO, 1986).

Kwel en wegzijing zijn voor natuurontwikkeling belangrijke processen vanwege de invloed op de vochthuishouding, de omzettingsprocessen in de bodem en de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater. Via kwel kunnen stoffen worden aangevoerd, die de standplaats beïnvloeden. De aanvoer van ijzer-,

aluminium- en calciumzouten beïnvloeden bijvoorbeeld de fosfaatbeschikbaarheid en daarmee de vegetatieontwikkeling (SWNBL, 1988; Klijn, 1989; Steenvoorden e.a., 1991).

De enige bron voor landsdekkende digitale informatie over de 'huidige' situatie van kwel en wegzijging is de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN), een project dat uitgevoerd wordt door het Centrum voor Milieukunde Leiden en SC-DLO. Het woord huidige is tussen haakjes geplaatst, omdat bij de vulling van het databestand gebruik is gemaakt van ten dele verouderde informatie. Op basis van zeer diverse bronnen is een digitaal databestand opgebouwd, dat per oppervlakte van 1 km bij 1 km o.a. informatie geeft over (Klijn, 1989):

- De grondwaterbewegingsrichting verticaal, waarbij drie klassen zijn onderscheiden:
 - 1) overwegend naar beneden: wegzijging;
 - 2) overwegend naar boven: kwel;
 - 3) overgangsgebied: weinig verticale beweging of binnen de cel een ruimtelijk heteroog patroon.
- De kwaliteit van het kwelwater, waarbij vier klassen zijn onderscheiden:
 - 1) atmo-lithoclien: een mengtype, beïnvloed door grond- en regenwater;
 - 2) lithoclien: grondwater met een relatief lange verblijftijd in het grondwatersysteem;
 - 3) atmo-thalassoclien en litho-thalassoclien: brak water, dat beïnvloed is door menging met regenwater of grondwater;
 - 4) thalassoclien: zout water.

Dit LKN-bestand geeft op basis van de beschikbare informatie een zo compleet mogelijk overzicht van de 'huidige' situatie. Een sterk punt van het bestand is dat het informatie bevat over het grondwatertype. Een zwak punt van het LKN-bestand is dat het in situaties waarbij de waterhuishoudkundige situatie verandert, geen antwoord geeft op de vraag in welke mate kwel en wegzijging veranderen. Omdat dit kennissysteem met name ontwikkeld wordt om effecten van mogelijke wijzigingen bij de planvorming in beschouwing te nemen, sluit het LKN-bestand niet aan bij de gekozen benadering. Voor WATRO is daarom gekozen voor toepassing van de resultaten van de PAWN-modellen. In par. 5.1.5 is reeds een beschrijving van de daarin gebruikte hydrologische modellen opgenomen. De gegevens over kwel- en wegzijgingsfluxen hebben betrekking op een diepte nabij het freatisch grondwaterniveau.

3.1.6 Grondgebruik

Voor de bepaling van de geschiktheid en de berekening van de milieu-effecten zijn de volgende grondgebruiksvormen onderscheiden:

- 1 Bebouwd gebied;
- 2 Natuur (laag);
- 3 Natuur (hoog);
- 4 Glastuinbouw;
- 5 Overige tuinbouw;
- 6 Fruitteelt;
- 7 Akkerbouw;

- 8 Cultuurgrasland;
- 9 Overig grasland;
- 10 Open water.

De ruimtelijke gegevens hiervoor worden gehaald uit het Basis Bestand Ruimtelijke Structuren (BARS) van de RPD en de Landelijke Grondgebruiksdata van Nederland (LGN) van SC-DLO en DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV. Het BARS-bestand is een landsdekkend vectorbestand, dat voornamelijk tot stand is gekomen op basis van gegevens die door gemeenten zijn verstrekt. Aanhangsel 1 geeft de vormen van grondgebruik in dit bestand. Categorie 51 is de restcategorie "overig grondgebruik". Deze categorie omvat het agrarisch gebied met uitzondering van glastuinbouw, boomgaard en boomkwekerijen. Het LGN-bestand is een rasterbestand dat ontstaan is door interpretatie en classificatie van satellietbeelden. In het LGN-bestand wordt juist het landbouwkundig grondgebruik nader gespecificeerd (aanhangsel 1), de restcategorie in BARS. De satellietbeelden die als basis hebben gediend voor het LGN-bestand, hebben een pixelgrootte van 25 m x 25 m. Door foutjes bij de classificatie van de pixels en doordat satellietbeelden slechts een momentopname zijn, ontstaat enige onnauwkeurigheid. Bij de validatie van het LGN-bestand is gebleken dat het bij toepassing op landelijke schaal (1 : 100 000 en kleiner) een vrij hoge betrouwbaarheid heeft. Op regionale schaal (1 : 50 000) varieert de nauwkeurigheid en is de bruikbaarheid afhankelijk van de toepassing (Thunnissen e.a., 1992). Door de combinatie van LGN en BARS in dit project wordt de kwaliteit van de informatie uit LGN verder verhoogd, doordat de bodembedekking en het gebruik ervan beter zijn te onderscheiden. Gras is uit oogpunt van bodembedekking eenduidig, maar het kan bijv. worden gebruikt als cultuurgrasland, sportveld of park. Het LGN-bestand onderscheidt alleen grasland. BARS onderscheidt 'sportvoorziening' en 'parkplantsoen'. Voor WATRO moeten 'cultuurgrasland en overig grasland' onderscheiden worden. Wanneer een polygoon in LGN de waarde 'grasland' heeft en in BARS de waarde 'sportvoorziening', dan wordt deze polygoon geclassificeerd als 'overig grasland'. Gezien de doelstelling van dit project is LGN, in combinatie met BARS, voor het te ontwikkelen kennissysteem zonder beperkingen bruikbaar. Recent zijn verdere verbeteringen in de methodiek voor LGN aangebracht (Thunnissen e.a., 1993), o.a. door combinatie van LGN en BARS, echter alleen voor de provincie Noord-Brabant. De komende jaren zal het LGN-bestand voor heel Nederland worden geactualiseerd met de verbeterde classificatiemethodiek.

Bij de combinatie van LGN en BARS vormt het BARS-bestand de basis voor de herclassificatie. Omdat dit bestand voor het grondgebruik in het landelijke gebied onvoldoende gedetailleerd is, is aanvullende informatie aan LGN ontleend. Om de hoeveelheid data te verminderen zijn na vectoriseren van het LGN-bestand alle polygoontjes kleiner dan 650 m² (dus alle polygoontjes ter grootte van een pixel van 25 m x 25 m) geëlimineerd. Het geëlimineerde polygoontje is toegevoegd aan de polygoon waarmee het de grootste gemeenschappelijke grens deelt. Deze laatste bewerking wordt generaliseren genoemd. Vervolgens zijn de twee bestanden samengevoegd en is aan het nieuwe bestand een code voor het grondgebruik toegevoegd op basis van de onderliggende waarden in BARS en LGN.

Het door combinatie verkregen bestand bevat echter nog zeer gedetailleerde informatie

met veel kleine vlakjes. Om het bestand beter hanteerbaar te maken voor de toepassing in WATRO dient het kleiner te worden. Daarbij verdwijnt echter informatie die een belangrijke invloed kan hebben op de nauwkeurigheid van de te berekenen milieu-effecten. Een voorbeeld is het bodemgebruik glastuinbouw, dat meestal maar een heel gering deel van de oppervlakte inneemt. Het gebruik van meststoffen en de emissie liggen bij deze vorm van grondgebruik echter op een hoog niveau. Nagegaan is hoe het procentuele aandeel per grondgebruiksvorm in PAWN-district 29 verandert onder invloed van de eliminatiegrootte (tabel 3).

De verschuivingen in het procentuele aandeel van het grondgebruik is vrij gering tot en met een eliminatiegrootte van 5000 m². De grootste verschuiving doet zich voor in het percentage akkerbouw: 3,49% bij een eliminatiegrootte van 650 m² tegen 3,17% bij een eliminatiegrootte van 5000 m², een relatieve verandering van zo'n 10%. Dit wordt veroorzaakt door de gespreide ligging van de percelen. Opvallend is de geringe invloed van de eliminatiegrootte op de grondgebruiksvormen met een klein aandeel. Waarschijnlijk hangt dit samen met de aaneengesloten ligging van deze vormen van grondgebruik. Ook is onderzocht hoe de procentuele verdeling van grondgebruikseenheden over de grondwaterklassen veranderen na eliminatie van polygonen < 650, < 5000 m² en < 1 ha (zie tabel 4). Voor een aantal milieuthema's speelt namelijk, naast het grondgebruik, eveneens de grondwaterstand een belangrijke rol in de omvang van de emissie.

Binnen de grondwaterklassen is de invloed van het elimineren gering. Zelfs in klasse A (zeer natte gronden, Gt I) heeft het elimineren, ondanks de zeer kleine oppervlakken per bodemgebruiksvorm, vrijwel geen invloed op het resultaat. De grootste absolute verschuivingen treden op bij cultuurgrasland en akkerbouw. Alleen bij de combinaties grondwaterklasse/grondgebruiksvorm met een zeer klein procentueel aandeel lopen de relatieve verschillen op tot boven de 10%. Een eliminatiegrootte van 0,5 ha is voor district 29 zeer acceptabel.

Tabel 3 Het procentuele aandeel per grondgebruiksvorm op de totale oppervlakte bij verschillende eliminatiegrootten

Grondgebruik	Eliminatiegrootte (m ²)						
	0	650	1000	2500	5000	10 000	100 000
Bebouwd	9,71	9,71	9,71	9,64	9,50	9,29	8,65
Natuur (laag)	12,86	12,86	12,86	12,82	12,78	12,68	11,76
Natuur (hoog)	36,15	36,16	36,17	36,14	36,13	36,18	37,39
Glastuinbouw	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-
Ov. tuinbouw	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	-
Akkerbouw	3,49	3,49	3,48	3,36	3,17	2,83	0,97
Cultuurgrasland	37,08	37,08	37,08	37,35	37,72	38,34	40,86
Ov. grasland	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,21
Open water	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,16

Tabel 4 Procentuele aandelen per combinatie van grondgebruiksvorm met grondwaterklasse op de totale oppervlakte bij verschillende eliminatiegrootten

Gw-klasse	Grondgebruiksvorm	Eliminatiegrootte (m ²)		
		625	5000	10 000
A	Bebouwd	0,24	0,23	0,22
A	Natuur (hoog)	0,01	0,01	0,01
A	Akkerbouw	0,06	0,05	0,04
A	Cultuurgrasland	2,36	2,38	2,40
B	Bebouwd	0,19	0,17	0,15
B	Natuur (laag)	0,06	0,06	0,06
B	Natuur (hoog)	0,47	0,45	0,43
B	Akkerbouw	0,24	0,20	0,14
B	Cultuurgrasland	7,68	7,78	7,89
B	Ov. grasland	0,01	0,02	0,02
C	Bebouwd	1,02	0,97	0,87
C	Natuur (laag)	0,51	0,49	0,46
C	Natuur (hoog)	1,16	1,08	1,01
C	Akkerbouw	0,59	0,55	0,47
C	Cultuurgrasland	7,17	7,38	7,67
C	Ov. grasland	0,04	0,04	0,04
D	Bebouwd	0,20	0,18	0,16
D	Natuur (laag)	0,02	0,02	0,01
D	Natuur (hoog)	0,15	0,14	0,12
D	Ov. tuinbouw	0,01	0,01	0,01
D	Akkerbouw	0,27	0,24	0,20
D	Cultuurgrasland	5,05	5,13	5,21
E	Bebouwd	1,01	0,96	0,85
E	Natuur (laag)	0,16	0,14	0,12
E	Natuur (hoog)	1,18	1,11	1,06
E	Akkerbouw	0,72	0,63	0,55
E	Cultuurgrasland	7,49	7,72	8,01
E	Ov. grasland	0,07	0,07	0,07
F	Bebouwd	2,62	2,59	2,57
F	Natuur (laag)	11,19	11,18	11,11
F	Natuur (hoog)	31,08	31,00	31,00
F	Glastuinbouw	0,01	0,01	0,01
F	Ov. tuinbouw	0,02	0,02	0,02
F	Akkerbouw	1,32	1,30	1,20
F	Cultuurgrasland	5,05	5,26	5,54
F	Ov. grasland	0,39	0,37	0,35

3.2 Bepaling van geschiktheid

3.2.1 Geschiktheid voor bos

Voor de beoordeling van gronden voor de bosbouw is het uitgangspunt gekozen, dat een grond voor bosbouw hoger wordt gewaardeerd naarmate het aantal boomsoorten dat er op kan groeien groter is en de groei van de bomen beter is. Met dit uitgangspunt worden vooral de belangen gediend van de houtproductie en de recreatie, maar veelal niet of niet altijd die van natuur- en landschapsontwikkeling.

De geschiktheidsbeoordeling is gebaseerd op de interpretatieprocedure van STIBOKA zoals deze in het Cultuurtechnisch Vademecum (1988) is vermeld. De beoordelingscriteria zijn: de ontwateringstoestand en de daarmee samenhangende vochtlevering, de zuurgraad en de voedingstoestand van de bodem. De geschiktheidsklassen zijn opgesteld op basis van grondwaterklasse en bodemfysische eenheid (aanhangsel 5). Onderscheid is gemaakt in de geschiktheidklassen:

- goed: gronden met ruime mogelijkheden voor bosbouw ('geschikt');
- matig: gronden met beperkte mogelijkheden voor bosbouw ('matig geschikt');
- slecht: gronden met weinig mogelijkheden voor bosbouw ('niet geschikt');

Een ruimtelijk overzicht van de geschiktheid voor bos voor een district wordt verkregen door combinatie van:

- informatie over wijzigingen in grondgebruik;
- het basisbestand met de grondwaterklassen;
- het basisbestand met de bodemfysische eenheden;
- de vertaaltabel voor de bepaling van de geschiktheid.

De verandering in de geschiktheid komt tot stand door verandering in de waterhuishoudkundige situatie. Voor de waterhuishoudkundige situatie kunnen meerdere basisbestanden aanwezig zijn: de huidige situatie en de situatie na een ingreep.

3.2.2 Geschiktheid voor natte natuur

De problematiek van natuurontwikkeling is zo complex dat de titel van deze sub-paragraaf feitelijk te pretentius is. Toch is in het huidige kennissysteem informatie aanwezig die relevant is voor natuurontwikkeling.

Bij de geschiktheidsbepaling voor natuurontwikkeling dient allereerst de vraag te worden beantwoord wat voor soort natuur gewenst wordt. Bekend zou dus moeten zijn welke de te realiseren natuurdoeltypen zijn en de daarbij behorende abiotische randvoorwaarden. De discussie over de invulling van de Ecologische Hoofdstructuur van Nederland vindt momenteel volop plaats, zodat nog geen landsdekkende informatie beschikbaar is. De geschiktheid van een specifieke locatie voor een terrestrisch natuurdoeltype wordt in sterke mate bepaald door de water- en de stoffenhuishouding. Beide zijn ook sterk gecorreleerd. De waterhuishouding kan worden gekarakteriseerd door het verschijnsel kwel resp. wegzijging en de hoogte en fluctuatie van de grondwaterstand. Voor veel natuurdoeltypen worden nattere condities gewenst,

gepaard gaande met kwel en hogere grondwaterstanden. Er komen echter ook waardevolle vegetaties voor in een wegzijgingssituatie, bijv. heidevegetaties. Bij kwel gaat het niet alleen om de intensiteit van het verticale vochttransport, maar mogelijk ook om de herkomst van het water (chemisch watertype). Het kwelwater dient volgens de huidige inzichten te bestaan uit gebiedseigen grondwater met een voldoende lange transporttijd door de ondergrond. Voor de fauna spelen daarnaast ook ruimtelijke relaties een rol, bijv. in verband met dispersie. Uit het hier geschetste beeld blijkt dat de problematiek van natuurontwikkeling te complex is om in dit kennissysteem in zijn geheel te omvatten. De beschikbare informatie in dit kennissysteem die relevant is voor natuurontwikkeling is die over kwel resp. wegzijging en grondwaterstanden. De beoordeling van de geschiktheid voor natte natuur vindt plaats op basis van de omvang van kwel/wegzijging en de hoogte van de grondwaterstanden. Uitgangspunt is dat het streven in Nederland er vooral op gericht is om natte condities te creëren voor natuurontwikkeling. Bij de beoordeling krijgen daarom situaties met een hoge kwel en hoge grondwaterstanden een gunstige waardering en omgekeerd. Onderscheid is gemaakt in de volgende geschiktheidsklassen voor 'natte' natuur (aanhangel 5):

- goed: gronden met zeer natte condities ('geschikt');
- matig: gronden met matig natte condities ('matig geschikt');
- slecht: gronden met vrij droge condities ('niet geschikt').

Een ruimtelijk overzicht van de geschiktheid voor natte natuur kan worden verkregen door combinatie van de volgende informatie:

- informatie over gewijzigd grondgebruik;
- het basisbestand met de grondwatertrappen;
- het basisbestand met kwel/wegzijging;
- de vertaaltabel voor de bepaling van de geschiktheid voor natte natuur.

De verandering in de geschiktheid komt tot stand door verandering in de waterhuishoudkundige situatie. Voor de waterhuishoudkundige situatie kunnen meerdere basisbestanden aanwezig zijn: de huidige situatie en de situatie na een ingreep.

3.2.3 Geschiktheid voor grasland

De bodemgeschiktheidsclassificatie gaat uit van een intensief weidebedrijf, gericht op melkveehouderij, met weidend vee. Verzorging en onderhoud van het grasland, de winning van ruwvoer en het uitrijden meststoffen worden meestal met zware werktuigen uitgevoerd.

De geschiktheidsbepaling is gebaseerd op de interpretatieprocedure van STIBOKA en is beschreven in het Cultuurtechnisch Vademecum (1988). Belangrijke factoren voor de geschiktheidsbepaling zijn: ontwateringstoestand, vochtleverend vermogen en stevigheid van de bovengrond. Het vochtleverend vermogen en de stevigheid van de bovengrond hangen, behalve van de grondwaterklasse, af van de bodemfysische eenheid. De geschiktheidsklassen zijn daarom opgesteld op basis van grondwaterklasse en bodemfysische eenheid (aanhangel 5). Voor de bodemgeschiktheid is

onderscheid gemaakt tussen:

- gronden met ruime mogelijkheden voor weidebouw ('geschikt');
- gronden met beperkte mogelijkheden voor weidebouw ('matig geschikt');
- gronden met weinig mogelijkheden voor weidebouw ('niet geschikt').

Een ruimtelijk overzicht van de geschiktheid voor grasland voor een district wordt verkregen door combinatie van:

- informatie over gewijzigd grondgebruik;
- het basisbestand met de grondwaterklassen;
- het basisbestand met de bodemfysische eenheden;
- de vertaaltabel voor de bepaling van de geschiktheid voor grasland.

De verandering in de geschiktheid komt tot stand door verandering in de waterhuishoudkundige situatie. Voor de waterhuishoudkundige situatie kunnen meerdere basisbestanden aanwezig zijn: de huidige situatie en de situatie na een ingreep.

3.2.4 Geschiktheid voor akkerbouw

De bodemgeschiktheidsclassificatie gaat uit van een zuiver akkerbouwbedrijf met een bouwplan van hakvruchten (aardappelen, suikerbieten), granen en snijmaïs. De mechanisatiegraad is zodanig, dat met een minimum aan mankracht de werkzaamheden aan bodem en gewas kunnen worden uitgevoerd. De hieruit voortvloeiende hoge eisen aan de draagkracht van de bodem betekenen dat de ontwatering goed dient te zijn.

De toekenning van de geschiktheidsklasse aan een bodemkundige eenheid is gebaseerd op de interpretatieprocedure van STIBOKA en is vermeld in Cultuurtechnisch Vademecum (1988). De geschiktheid is o.a. afhankelijk van de factoren: ontwateringstoestand, vochtleverend vermogen, aard van de bovengrond, stevigheid van de bovengrond, verkruielbaarheid, slempgevoeligheid en stuifgevoeligheid. In het kennissysteem wordt de geschiktheidsklasse afgeleid uit de grondwaterklasse (ontwateringstoestand) en de bodemfysische eenheid. De volgende bodemgeschiktheidsklassen zijn gedefinieerd (aanhangel 5):

- gronden met ruime mogelijkheden voor akkerbouw ('geschikt');
- gronden met beperkte mogelijkheden voor akkerbouw ('matig geschikt');
- gronden met weinig mogelijkheden voor akkerbouw ('niet geschikt').

Een ruimtelijk overzicht van de geschiktheid voor akkerbouw voor een district wordt verkregen door combinatie van:

- informatie over gewijzigd grondgebruik;
- het basisbestand met de grondwaterklassen;
- het basisbestand met de bodemfysische eenheden;
- de vertaaltabel voor de bepaling van de geschiktheid voor akkerbouw.

De verandering in de geschiktheid komt tot stand door verandering in de waterhuishoudkundige situatie. Voor de waterhuishoudkundige situatie kunnen meerdere basisbestanden aanwezig zijn: de huidige situatie en de situatie na een ingreep.

3.3 Bepaling van milieu-effecten

3.3.1 Verdroging

Bij verdroging gaat het in principe om ongewenste veranderingen in ecosystemen, veroorzaakt door grondwaterstandsaling en de daaruit voortvloeiende wijziging in de water- en stoffenhuishouding (Steenvoorden e.a., 1991). Voor terrestrische ecosystemen belangrijke parameters, die met dit kennissysteem in beeld gebracht kunnen worden zijn: de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG/GLG), de grondwatertrap en de omvang van kwel/wegzijging. Belangrijke oorzaken van verdroging zijn o.a.: afwaterings- en ontwateringsmaatregelen voor de landbouw, beregening uit grondwater, grondwateronttrekking voor de drinkwaterbereiding en de industrie en de toegenomen produktie van landbouwgewassen.

De problematiek van de verdroging kan in beeld worden gebracht door combinatie van de volgende informatie:

- Basisbestand grondwatertrappen (of GHG/GLG, of kwel/wegzijging) voor een hydrologisch scenario, bijv. de huidige situatie;
- Basisbestand grondwatertrappen (of GHG/GLG, of kwel/wegzijging) voor een ander scenario.

De veranderingen als gevolg van een 'toekomstscenario' worden kwantitatief in beeld gebracht door berekening van de gemiddelde verandering van de GHG resp. GLG en van de kwel/wegzijging. Het zijn gewogen gemiddelden, waarbij de oppervlakte van de simulatie-eenheden in rekening is gebracht.

3.3.2 Vermesting

Bemesting in de landbouw verdient aandacht in verband met de toevoer van de nutriënten stikstof (N) en fosfaat (P) naar grond- en oppervlaktewater en de gevolgen voor de drinkwaterkwaliteit en de eutrofiëring van het oppervlaktewater. De relevante transportwegen vanuit de landbouw zijn: lozingen, afspoeling en uitspoeling van landbouwgrond. Bij vergelijking van ruimtegebruikscenario's voor de ruimtelijke ordening zijn uitsluitend afspoeling en uitspoeling relevant, omdat deze posten kwantitatief van belang zijn. Factoren die de grootte van de nutriëntenemissie beïnvloeden zijn: grondgebruik, bemestingsniveau, grondsoort en grondwaterstand.

Voor de ruimtelijke ordening is niet alleen de huidige belasting als gevolg van de huidige bemesting interessant, maar ook de toekomstige belasting als gevolg van het huidige bodemgebruik en bemestingsbeleid. Voor de berekening van de N- en P-emissies is gebruik gemaakt van het instrumentarium dat ontwikkeld is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat voor de Derde Nota Waterhuishouding, het zogenaamde PAWN-instrumentarium. De hydrologische modellering is globaal beschreven in 3.1.4. Het vermistingsinstrumentarium (RIZA, 1990; Kroes e.a., 1990; Schoumans en Breeuwsma, 1990) is eveneens gebruikt voor berekeningen voor de Commissie Stikstof om de effecten van beperkingen in de bemesting op de belasting

van grond- en oppervlaktewater te berekenen (Goossensen en Meeuwissen, 1990). De dataset van de Commissie Stikstof is gebruikt om voor landbouwgrond per grondsoort (klei, zand, veen) een tabel af te leiden voor de relatie tussen grondwaterklasse en nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. De wijze waarop dit is gebeurd zal hierna worden toegelicht. De nieuwe emissieberekeningen voor N en P, aansluitend op de nieuwe bodemfysische schematisering, zijn niet uitgevoerd, zodat in deze fase een voorlopige oplossing is gebruikt voor dit project, uitgaande van emissiegegevens uit de oude gebiedsschematisering.

De resultaten van emissieberekeningen voor de Commissie Stikstof met het PAWN-instrumentarium zijn aanwezig per plot, maar deze zijn dus niet geografisch plaatsbaar. Voor een aantal bemestingsscenario's zijn landsdekkende berekeningen uitgevoerd voor de belasting van grond- en oppervlaktewater met N en P tot aan het jaar 2045. Het scenario 'normatief', waarin de regelgeving van 1990 en te verwachten mestregelgeving is verwerkt, is daarvoor het meest aangewezen scenario. De berekeningen zijn uitgevoerd tot het jaar 2045 vanwege de soms zeer lange transporttijd van neerslag door het grondwatersysteem.

Op een wijziging in het bemestingsregime reageren fosfaat- en stikstofuitspoeling geheel verschillend. De nitraatuitspoeling verandert bij wijziging van de bemesting al binnen enkele jaren zeer sterk, terwijl dat bij fosfaat niet het geval is. Om die reden worden de N- en P-problematiek hierna apart behandeld. Achtereenvolgens zal worden ingegaan op P- en N-emissies.

Fosfaatemissies

De fosfaatproblematiek wordt in sterke mate bepaald door uitspoeling van fosfaatverzadigde gronden en afspoeling. Afspoeling wordt in de nabije toekomst een onbelangrijk probleem vanwege de verplichting om mest tijdig in te werken of onder te werken. Uitspoeling van P uit fosfaatverzadigde gronden is nu in delen van de zandgebieden een probleem en zal dat gedurende vele jaren blijven ook al wordt de bemesting gestopt. De verklaring hiervoor is de afgifte door de bodem van geaccumuleerd fosfaat. De omvang van de uitspoeling bij deze gronden zal gedurende vele jaren niet wezenlijk veranderen, ook al verandert de functie van bijv. grasland in natuur. Wijzigingen in de grondwatertrap zullen hier hoogstens een beperkte invloed op hebben. Dit betekent dat de berekende fosfaatuitspoeling naar het grondwater gedurende vele jaren in hoge mate bepaald wordt door de voorgeschiedenis en heel weinig door toekomstige wijzigingen in het bodemgebruik en grondwaterstand. De P-uitspoeling is daardoor zeer gebiedsspecifiek. Daarom dient uitgegaan te worden van de P-emissiegegevens van district 29 zelf. De aanpak voor P is daarom als volgt. De voor P berekende emissie uit grasland, bouwland en natuur in district 29 is zonder verdere differentiatie naar Gt toegekend aan de overeenkomstige bodemgebruiksvormen van de sub-districten van de schematisering volgens 'Redesign DEMGEN'. Gegevensbestanden zijn beschikbaar van de jaren 1985, 2000 en 2045. Bij functie-wijzigingen, bijv. van landbouw naar natuur zal, vanwege de 'geheugenwerking' van de bodem, alleen de lange termijnemissie kunnen worden aangegeven. Hiervoor zal de emissie van het jaar 2045 van de nieuwe functie worden gebruikt.

Stikstofemissies

De N-problematiek wordt deels veroorzaakt door afspoeling, deels door uitspoeling. De uitspoeling betreft zowel de ondiep door de bodem plaats vindende afvoer naar het oppervlaktewater als de uitspoeling naar het grondwater. Afspoeling is in de nabije toekomst relatief een onbelangrijk probleem door de verplichting tot inwerken of onderwerken. De uitspoeling naar het freatisch grondwater van nitraat wordt zeer sterk beïnvloed door de Gt. Hoe hoger de grondwaterstand bij een bepaald bemestingsniveau, hoe belangrijker de denitrificatie en hoe kleiner de nitraatuitspoeling. Het toenemend belang van denitrificatie bij stijgende grondwaterstand is het gevolg van de verminderde bodemaëratie, waardoor een deel van de bacteriepopulatie voor de stofwisseling overschakelt van luchtzuurstof op nitraatzuurstof. De stikstofbelasting van het oppervlaktewater heeft naast een sterk lokale component, veelal ook een regionale component (kwel, wegzijging) die gebiedsspecifiek is. In principe zal ook voor N de lange termijn oplossing moeten zijn dat met een stikstofmodel wordt aangesloten op de fysische schematisering van 'Redesign DEMGEN'. Zolang deze oplossing niet beschikbaar is, is voor deze fase van het project de volgende **voorlopige** oplossing toegepast. Voor de N-emissie is uitgegaan van de landelijke emissieberekeningen voor de Commissie Stikstof voor scenario 'normatief' en voor de jaren 1985, 2000 en 2045:

- per grondsoort (zand, klei en veen);
- naar bodemgebruik (gras, akkerbouw, snijmaïs, natuur);
- per grondwatertrap.

Bij verandering van de grondwatertrap door maatregelen kan van de gevonden relatie gebruik worden gemaakt. Bij de omzetting van de bodemgebruiksvorm, bijv. landbouw in natuur, kan alleen een lange termijn belasting worden aangegeven, uitgaande van de berekende belasting voor 2045 voor in dit geval natuur. Bij de voor stikstof gekozen benadering worden regionale invloeden (kwelbijdrage, verschil in bemestingsniveau) weggemiddeld. Zolang deze invloed niet dominant is, is deze benadering acceptabel. In de huidige situatie en tenminste ook voor de komende tien jaar is de bemesting in de landbouw de dominante factor.

Voor emissies gaat het concreet om de volgende informatie:

- voor grondwater betreft het de concentratie in het naar grotere diepte infiltrerende grondwater op ca. 10 m onder maaiveld; voor deze diepte is gekozen vanwege het belang voor de voeding van het diepe grondwater;
- voor oppervlaktewater betreft het de totale jaarlijkse belasting in kg/ha en de daaruit afgeleide concentratie.

Om de resultaten visueel aantrekkelijk te presenteren zijn de concentraties en stofbelastingen onderverdeeld in klassen. Deze klasse-indeling is gemakkelijk te veranderen. Bij de klassegrenzen is ten dele gebruik gemaakt van bestaande waterkwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater, zoals de basiskwaliteitsnorm voor oppervlaktewater van 0,15 g P per m³ en 2 g N per m³ en de norm voor grondwater van 11,3 g N per m³. Voor de berekening van klassegrenzen voor de stoffenbelasting van het oppervlaktewater zijn de gekozen concentratiegrenzen vermenigvuldigd met een afvoer van 300 mm.jaar⁻¹ (= 3 000 m³.ha⁻¹.jaar⁻¹). Bij deze berekeningswijze komt een concentratie van 0,15 g P per m³ overeen met een P-belasting van 0,45 kg.ha⁻¹.jaar⁻¹. De gevolgen van een verandering in het grondgebruik voor

district 29 zijn eveneens kwantitatief gemaakt doordat per scenario een gemiddelde waarde wordt berekend voor de concentratie en stoffenbelasting. Het gemiddelde is een gewogen waarde, waarbij de oppervlakte van de simulatie-eenheden in rekening wordt gebracht.

De situatie voor vermessing kan in beeld worden gebracht door combinatie van de volgende informatie:

- Basisbestand grondgebruik;
- Basisbestand geclusterde bodemfysische schematisatie (zand, klei, veen);
- Basisbestand grondwatertrap;
- Vertaaltabel voor relatie van grondgebruik, bodemfysische eenheid en grondwatertrap met resp. (aanhangel 8):
 - * N- en P-belasting oppervlaktewater (kg per ha per jaar);
 - * N- en P-concentratie in oppervlaktewater (g per m³);
 - * N- en P-concentratie in grondwater op ca. 10 m -m.v. (g per m³).

3.3.3 Bestrijdingsmiddelen

Er zijn vele bestrijdingsmiddelen toegelaten in Nederland die voor verschillende doeleinden worden toegepast onder verschillende condities. Naast de positieve effecten voor het toepassingsdoel, kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen ook ongewenste effecten hebben voor de milieukwaliteit door verliezen naar het milieu. Hierdoor kan de ecologische kwaliteit van oppervlaktewater en de geschiktheid van water voor drinkwater worden aangetast. Bijdragen aan de bodem- en waterbelasting worden geleverd door de landbouw, waterschappen (slootonderhoud), industrie en bebouwd gebied (onkruidbestrijding). De bijdrage door de industrie vindt met name plaats door lozing van afvalwater op Rijkswater. Bij waterschappen en gemeenten is het beleid gericht op het terugdringen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Aan de bijdrage vanuit stedelijk gebied, waterschappen en industrie zal in dit kennissysteem geen aandacht worden besteed. De bijdrage vanuit de landbouw komt in belangrijke mate tot stand via directe verontreiniging, zoals overwaaien en lozing van restanten en spoelwater. Verder treedt uitspoeling op, waarbij bodemprocessen en klimaatfactoren een rol spelen. Ook in de landbouwsector is het beleid gericht op een sterke vermindering van de afhankelijkheid van bestrijdingsmiddelen. Daarnaast wordt voor de glastuinbouwsector gestreefd naar minimale emissies door de ontwikkeling van 'gesloten teeltsystemen'. Voor de lange termijn moet daarom rekening worden gehouden met belangrijke verminderingen in aantal en hoeveelheid van de toegepaste middelen en de daarmee gepaard gaande emissies naar bodem en water. De beleidsdoelstelling voor het middelengebruik is een reductie met ten minste 50% in het jaar 2000. De doelstelling voor de emissiereductie voor het jaar 2000 is voor die naar bodem en grondwater 75% en voor die naar oppervlaktewater 90%, zodat de rest-emissies dan resp. 25% en 10% zullen zijn. Meer informatie over het beleid voor bestrijdingsmiddelen geeft het Meerjarenplan Gewasbescherming (Ministerie LNV, 1991).

Er worden momenteel zeer veel middelen gebruikt in de land- en tuinbouw in verband

met de bescherming van ca. 600 verschillende gewassen tegen de ca. 5000 tot 6000 ziekten en plagen, veroorzaakt door schimmels, bacteriën, virussen, insecten, aaltjes en onkruiden (Ministerie LNV, 1991).

Emissieroutes van bestrijdingsmiddelen naar het milieu zijn o.a.:

- uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater;
- afspoeling van het landoppervlak;
- spuitdrift (overwaaien);
- winderosie van deeltjes;
- lozing restanten en spoelwater van spuitapparatuur;
- schrobputjes in bedrijfsruimten;
- terugloop van beregeningsleidingen;
- lozing via kasgoten of condensgoten, enz.

Vanwege de veelheid aan bestrijdingsmiddelen en de onzekerheden voor de transportroutes is het niet doenlijk om via kwantificering van processen de gevolgen voor het watersysteem mee te nemen in dit project. De meest voor de hand liggende wijze om de risico's van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het milieu aan te geven is via de omvang van het middelengebruik, uitgedrukt in kg actieve stof. Deze benadering is eveneens toegepast in het Meerjarenplan Gewasbescherming. Voor de vollegrondsteelten is geschat dat van de hoeveelheid actieve stof gemiddeld ca. 22 à 27% wordt geëmitteerd naar het milieu, waarvan 20 à 22% naar de lucht, 1 à 2% naar het grondwater en 1 à 3% naar het oppervlaktewater. Bij de kasteelten is uitgegaan van een emissie van ca. 55% van de hoeveelheid actieve stof, waarvan 50% naar de lucht, 0,2% naar het grondwater en 4% naar het oppervlaktewater (Werkgroep Beperking Emissie, 1990).

De meest recente informatie over het middelengebruik is beschikbaar in de Achtergronddocumenten Meerjarenplan Gewasbescherming van het Ministerie LNV. Achtergronddocumenten zijn beschikbaar voor:

- Akkerbouw;
- Groenteteelt vollegrond;
- Bloembollenteelt;
- Boomteelt;
- Fruitteelt;
- Veehouderij;
- Openbaar groen;
- Bloemisterij;
- Groenteteelt glas;
- Eetbare paddestoelen.

Per sector is daarin o.a. het verbruik in kg actieve stof geschat van grondontsmettingsmiddelen, insecticiden/acariciden, fungiciden, herbiciden en overige middelen. In tabel 5 is het gemiddeld verbruik en het areaal grond per teeltsector opgenomen. Meer recente gesommeerde cijfers over de ontwikkeling van de afzet van de chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn beschikbaar via de jaarlijkse overzichten van de Nederlandse Stichting voor Fytofarmacie (NEFYTO).

In tabel 6 is per gebruiksector de gemiddelde waarde voor het totale middelengebruik voor het jaar 1988 en de streefwaarde voor 2000 (beleidsdoelstelling) weergegeven. De teeltsectoren van tabel 5 zijn hierbij geaggregeerd.

Tabel 5 De omvang van het bestrijdingsmiddelengebruik (als kg actieve stof per ha per jaar) voor de verschillende landbouwsectoren en areaal per grondgebruiksvorm (ha in afgeronde cijfers)

Teeltsector	Gebruik (kg/ha)	Areaal (ha)
Akkerbouw:		
- Akkerbouw	19	766 000
- Vollegrondsgroenten	28	45 000
Glastuinbouw:		
- Groenteteelt onder glas	105	4 500
Tuinbouw:		
- Bloembollen	123	18 000
- Bloemisterij	110	6 500
- Boomteelt	76	6 600
- Eetbare paddestoelen	112	100
Fruitteelt:		
- Fruitteelt	20	23 500
Openbaar groen:		
- Openbaar groen	0,2	700 000
Cultuurgrasland:		
- Veehouderij (grasland)	0,6	1 150 000

Tabel 6 Het gebruik van bestrijdingsmiddelen (kg actieve stof per ha per jaar) in 1988 en 2000 (beleidsdoelstelling) per sector

Teeltsector	1988	2000
Akkerbouw	20	10
Glastuinbouw	105	52,5
Tuinbouw	110	55
Fruitteelt	20	10
Cultuurgrasland	0,6	0,3
Openbaar groen	0,2	0,1

Met het kennissysteem kunnen de gevolgen van het bodemgebruik op het emissierisico van bestrijdingsmiddelen in beeld worden gebracht door combinatie van:

- het basisbestand bodemgebruik;
- de vertaaltabel bevattende de relatie bodemgebruik-bestrijdingsmiddelengebruik (tabel 6).

3.3.4 Verzuring

Het probleem van de verzuring speelt potentieel bij alle niet-landbouwgronden die onderhevig zijn aan atmosferische depositie. Landbouwgronden hebben in principe geen last van verzuring omdat bij te lage zuurgraad wordt bekalkt. Zodra landbouwgronden uit gebruik worden genomen, gaat het verzuringsprobleem spelen.

Verder kunnen zich als gevolg van deze omzetting tijdelijk milieuhygiënisch ongewenste processen voordoen, zoals extra mineralisatie en mobilisatie van bepaalde zware metalen, bijv. cadmium. Verzuring kan tot problemen leiden voor de begroeiing, de drinkwaterkwaliteit en het aquatisch leven o.a. doordat beneden een bepaalde zuurgraad het toxische aluminium vrijkomt. In de huidige situatie zijn de bossen en natuurterreinen op zandgrond reeds vrij ernstig verzuurd en zal door omzetting in landbouwgrond de verzuringsproblematiek worden opgeheven (bijv. door bekalking).

Samenvattend vanuit de optiek van de ruimtelijke ordening is de verzuringsproblematiek alleen relevant wanneer grond met de functie landbouw de bestemming natuur krijgt.

Voor het in beeld brengen van die verzuringsproblematiek van de bodem, bij het uit productie nemen van landbouwgrond, zijn de volgende twee aspecten van belang:

- 1) de toevoer van verzurende stoffen vanuit de atmosfeer;
- 2) het zuurbufferend vermogen van de grond.

De verhouding tussen beide aspecten bepaalt of er sprake is van verzuring en de ernst van de verzuring.

ad 1) De toevoer van verzurende stoffen vanuit de atmosfeer

Voor informatie over de toevoer van verzurende stoffen vanuit de atmosfeer is het RIVM-databestand met atmosferische deposities gebruikt. Dit bestand bevat gegevens over deposities van de jaren 1985, 1994 en 2000 per grid van 5 km x 5 km, berekend met het model TREND, waarbij voor de jaren 1994 en 2000 rekening is gehouden met voorgenomen beleidsmaatregelen op het gebied van verzuring. Voor de periode na 2000 is wel een einddoelstelling bekend voor atmosferische depositie, maar geen pakket van maatregelen en fasering in de tijd. Omdat de depositie mede afhankelijk is van de boomsoort heeft SC-DLO zogenaamde filterfactoren afgeleid (De Vries, 1991). Deze zijn verkregen door meetgegevens over zuurdoorval onder bos met berekende deposities te vergelijken. De bodemdeposities voor dit kennisstelsel zijn als volgt tot stand gekomen:

- Voor lage begroeiing, zoals korte natuurlijke vegetaties en landbouwgewassen: directe toepassing RIVM-databestand;
- Voor bos: door vermenigvuldiging van het RIVM-databestand met SC-DLO-filterfactoren voor loofbos en naaldbos.

ad 2) Zuurbufferend vermogen van de grond

Voor dit project wordt als maximaal toelaatbaar niveau van bodemverzuring uitgegaan van het moment waarop aluminiummineralen in oplossing gaan. De in de tijd gesommeerde zuurbelasting waarbij dit optreedt wordt de kritische zuurbelasting genoemd. Het zuurbufferend vermogen van gronden komt tot stand door bijdragen van de volgende processen:

- basen-uitwisseling van het adsorptiecomplex;
- denitrificatie;
- verwerking van bodemmineralen.

Deze processen zijn deels grondsoort- en Gt-afhankelijk. Voor de berekening van het zuurbufferend vermogen is per bodemchemische eenheid (aansluitend 3) en per bodemhorizont in de laag van 0 tot 40 cm - mv. voor landbouwgrond (die immers

omgezet kan worden in natuurterrein of bos) een waarde toegekend voor lutumgehalte, organische stof, dichtheid, kationenuitwisselingscapaciteit en basenbezetting. De toegekende waarde is afhankelijk gesteld van de diepte van de horizont in het profiel.

Of verzuring op termijn een rol speelt bij veranderend bodemgebruik is berekend met een verzuringsindicator. Deze heeft een waarde gelijk aan 1 wanneer de in de tijd gesommeerde overschrijding van de kritische zuurbelasting gelijk is aan de geadsorbeerde basenvoorraad boven een kritische waarde. Als de verzuringsindicator een waarde heeft kleiner dan 1 is er geen verzuringsprobleem, is de waarde groter dan 1 dan treedt er wel verzuring op boven een gewenst niveau. De grens is gelegd bij een basenbezetting van 20% (pH= 4,0 à 4,5) omdat daar aluminium verhoogd in oplossing gaat. De verzuringsindicator is berekend voor de jaren 2000, 2010 en 2050 voor de omzetting van landbouwgrond in respectievelijk naaldbos, loofbos en lage natuur op alle 17 voorkomende bodemchemische eenheden in district 29. Een toelichting op de toegepaste berekeningsmethodiek, gegevens en resultaten wordt gegeven in aanhangsel 7.

De verzuringsproblematiek kan in beeld worden gebracht door combinatie van de volgende informatie:

- Basisbestand bodemchemische indeling;
- Informatie over omzetting landbouwgrond in loofbos, naaldbos of lage natuur;
- Vertaaltabel nieuw grondgebruik-verzuring.

4 VOORBEELD GEBRUIK VAN WATRO

Aan de hand van 9 kaarten van PAWN-district 29 wordt in dit hoofdstuk een voorbeeld gegeven van de werking van WATRO, namelijk:

- 2 basisbestanden:
 - * het huidige grondgebruik;
 - * de huidige grondwatertrappen;
- 2 bewerkte basisbestanden:
 - * het grondgebruik na omzetting van cultuurgrasland in natuur (lage vegetatie);
 - * de grondwatertrappen bij 50% extra grondwateronttrekking;
- 2 geschiktheidsbepalingen voor 'natte natuur' bij:
 - * de huidige grondwatertrappen;
 - * de grondwatertrappen bij 50% extra grondwateronttrekking;
- 3 milieu-effecten:
 - * de verandering van de verdroging na 50% extra grondwateronttrekking;
 - * de stikstofbelasting van het oppervlaktewater in 2045 bij de huidige en voorgenomen mestregelgeving en bij het huidige grondgebruik;
 - * de stikstofbelasting van het oppervlaktewater in 2045 bij de huidige en voorgenomen mestregelgeving na omzetting van cultuurgrasland in natuur (lage vegetatie).

De situaties waar deze kaarten betrekking op hebben staan in dit hoofdstuk vermeld. Voor de inhoudelijke toelichting wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

De kaarten geven de volgende informatie:

Kaart 1: *Huidig grondgebruik*

Deze kaart geeft de meest actuele informatie over de huidige situatie van het grondgebruik. Belangrijke vormen van grondgebruik zijn: natuur-hoog (bos), cultuurgrasland, stedelijk gebied en natuur-laag. De grond die in gebruik is voor akkerbouw ligt versnipperd in het gebied.

Kaart 2: *Grondgebruik na omzetting cultuurgrasland in natuur (lage vegetatie)*

Dit bestand is tot stand gekomen door met WATRO al het cultuurgrasland de functie natuur (lage vegetatie) te geven. Vanwege het grote aandeel van cultuurgrasland is de wijziging in het kaartbeeld dienovereenkomstig.

Kaart 3: *Grondwatertrappen bij het huidige waterbeheer*

Dit bestand beschrijft de huidige grondwatertrappen, die het gevolg zijn van het huidige waterbeheer van oppervlaktewaterpeilen door waterschappen en Rijkswaterstaat en de huidige grondwateronttrekking. Momenteel wordt jaarlijks slechts ca. 100 000 m³ grondwater gewonnen, die als volgt verdeeld is over de diepte:

- * boven 10 m - NAP: ca. 2500 m³ op 4 locaties;
- * tussen 10-80 m - NAP: ca. 16 000 m³ op 16 locaties;
- * >80 m - NAP: ca. 60 000 m³ op 13 locaties.

De omgeving waar de onttrekkingen vooral plaats vinden is aangegeven met een pijl. Een belangrijk deel van PAWN-district 29 behoort tot het gebied van de Veluwe zoals tot uiting komt in de grote oppervlakte met diepe grondwaterstanden (grondwatertrap VII en VII*). In het westelijk

deel van het district en in een strook langs de randmeren komen de wat nattere tot soms zeer natte gronden voor. Het stedelijk gebied is over het algemeen als 'niet gekarteerd' aangegeven.

Kaart 4: *Grondwatertrappen bij 50% extra grondwateronttrekking*

Deze kaart is tot stand gekomen op basis van modelberekeningen door RIZA. Hierbij is uitgegaan van de huidige waterhuishoudkundige situatie, behalve voor de grondwateronttrekking die op dezelfde locatie met 50% is uitgebreid. Met de pijl op de kaart is het gebied aangegeven waar de grondwatertrappen veranderen als gevolg van de toegenomen onttrekking. Omdat de grondwateronttrekking relatief klein is, is de verandering in grondwatertrap als gevolg van de extra onttrekking eveneens gering. In twee parallelle banen is grondwatertrap II overgegaan in grondwatertrap III.

Kaart 5: *Huidige geschiktheid voor natte natuur*

De geschiktheid voor de grondgebruiksvorm 'natte natuur' is nagegaan op basis van basisbestanden voor grondwatertrap en kwel/wegzijging van de huidige situatie en met expertkennis in WATRO voor de geschiktheidsbepaling. De voor natte natuur geschikte gronden komen overeen met de gebieden met grondwatertrap I en II (zie kaart 3). Grote delen zijn niet geschikt in verband met diepe grondwaterstanden.

Kaart 6: *Geschiktheid voor natte natuur bij 50% extra grondwateronttrekking*

De basisbestanden van grondwaterstanden en kwel/wegzijging bij 50% extra grondwateronttrekking zijn als uitgangspunt genomen voor de bepaling van de geschiktheid. Door de extra onttrekking dalen de grondwaterstanden plaatselijk en vermindert de geschiktheid voor natte natuur. De verschuiving van geschikt naar matig geschikt in de omgeving van de onttrekkingslocatie komt overeen met het patroon van wijzigingen in de grondwatertrappenkaart (kaarten 3 en 4).

Kaart 7: *Verdroging bij 50% extra grondwateronttrekking*

De verandering van de verdroging wordt vastgesteld met basisbestanden voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemeten in het vroege voorjaar, en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), gemeten in de zomer. Het gaat om de verandering van de grondwaterstand, uitgedrukt in cm, bij 50% extra grondwateronttrekking ten opzichte van de huidige situatie. WATRO voert de vergelijking uit met bestanden die RIZA heeft aangeleverd. De kaart geeft aan dat de wijziging van zowel GHG als GLG voor het gebied zeer gering is, namelijk vrijwel overal een daling van minder dan 10 cm. Voor enkele kleinere gebiedjes is de daling meer dan 20 cm. De geringe invloed hangt samen met de relatief geringe grondwateronttrekking in dit district. Deze kaart geeft een groter gebied met veranderingen aan dan de kaarten (3 en 4) met de grondwatertrappen. Dit hangt samen met het soms ruime traject van de grondwaterstand dat binnen een grondwatertrap valt, waardoor kleine veranderingen in de grondwaterstand niet tot uiting komen in een verandering van de grondwatertrap. Voor de categorie 'geen verdroging/vernatting' is een marge van $\pm 0,02$ m aangehouden in verband met afrondingsfouten bij de verschilberekeningen.

Kaart 8: *Stikstofbelasting oppervlaktewater (kg/ha/jr) bij het huidige grondgebruik*
De stikstofbelasting van het oppervlaktewater is bepaald voor het jaar 2045

met een vertaaltabel in WATRO, die mede is gebaseerd op berekeningen met de PAWN-modellen voor vermessing. Het jaar 2045 is gekozen voor de vergelijking met kaart 9 (zie toelichting hierna). De omvang van de stikstofbelasting wordt bepaald door de grondsoort, het grondgebruik en de grondwatertrap. In grote delen van het district met gebruiksfunctie natuur is de jaarlijkse oppervlaktewaterbelasting minder dan 6 kg N per ha. De hogere belastingen van het oppervlaktewater komen voor in gebieden met cultuurgrasland en akkerbouw (snijmaïs). De blauwe kleur op de kaart geeft aan dat in het betreffende gebied het stikstofgehalte in het oppervlaktewater zo gering is (minder dan 2 g N per m³) dat er weinig gevaar is voor overmatige algengroei. In een gebied met de gele kleur overschrijdt het stikstofgehalte van het oppervlaktewater de kwaliteitseis die aan drinkwater wordt gesteld (11,3 g N per m³). In WATRO is nu nog geen informatie ingebouwd over waar oppervlaktewater voorkomt. Hierdoor doet zich het probleem voor dat de kaarten 8 en 9 voor sommige delen van district 29 informatie geven over de belasting van het oppervlaktewater, terwijl daar in werkelijkheid geen oppervlaktewater voorkomt. Dit betreft grote delen van het gebied met grondwatertrap VII en VII*.

Kaart 9: Stikstofbelasting oppervlaktewater (kg/ha/jr) na omzetting van cultuurgrasland in lage natuur

De oppervlaktewaterbelasting met stikstof na omzetting van grasland in lage natuurlijke begroeiing is berekend voor het jaar 2045. Dit jaar is gekozen vanwege de lange tijd die nodig is om het diepere grondwater te vervangen door grondwater met een kwaliteit die tot stand is gekomen door het bodemgebruik natuur. De kwaliteit van het oppervlaktewater komt namelijk deels tot stand door voeding met dieper grondwater. Vergelijking met kaart 8 geeft aan dat waar grasland is omgezet in natuur (kaarten 1 en 2) de belasting van het oppervlaktewater zeer sterk is verminderd.

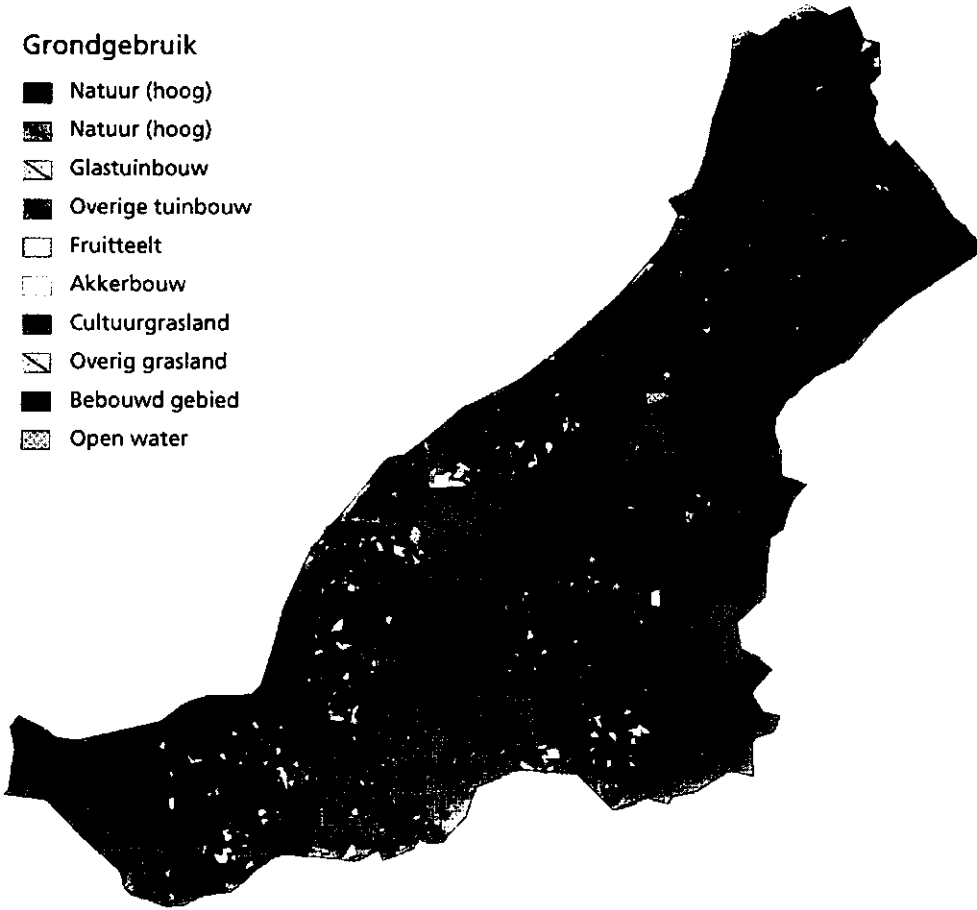
Op basis van de illustratie van het gebruik van WATRO kunnen een aantal opmerkingen worden gemaakt:

- veranderingen over grotere oppervlakken zijn snel te lokaliseren, die over kleine oppervlakken moeizaam. Een oplossing hiervoor kan zijn om een afgeleide kaart te maken waar alleen de gebieden op staan waar iets veranderd is;
- bepaalde veranderingen worden niet zichtbaar als gekozen wordt voor een bepaalde wijze van presenteren (grondwatertrappen i.p.v. grondwaterstanden) of te grote klassegrenzen. De vorm van de presentatie en de grootte van de klassegrenzen dienen daarom te worden gekozen in relatie tot de eisen van de gebruiksfunctie en het milieuprobleem.

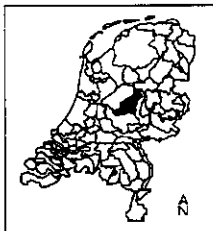
Kaart 1 Huidig grondgebruik van PAWN-district 29

Grondgebruik

- Natuur (hoog)
- Natuur (hoog)
- ▨ Glastuinbouw
- Overige tuinbouw
- Fruitteelt
- Akkerbouw
- Cultuurgrasland
- ▨ Overig grasland
- Bebouwd gebied
- ▨ Open water



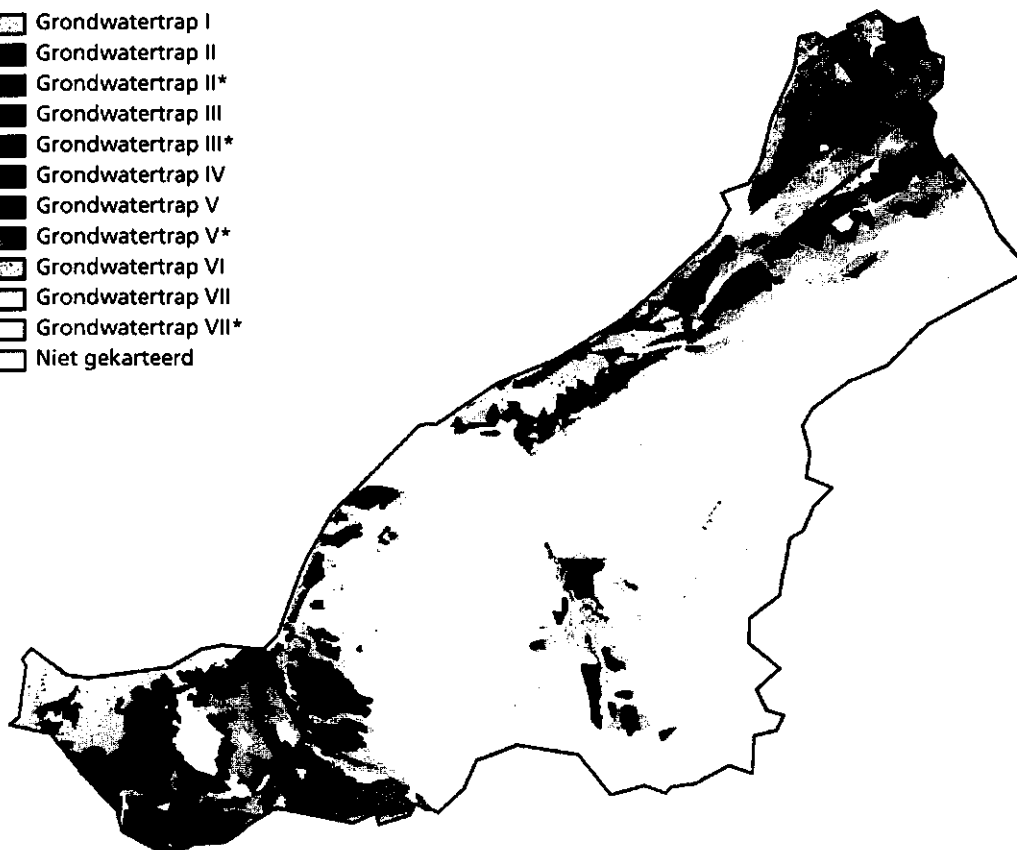
Kaart 2 Grondgebruik van PAWN-district na omzetting cultuurgrasland in natuur (lage vegetatie)



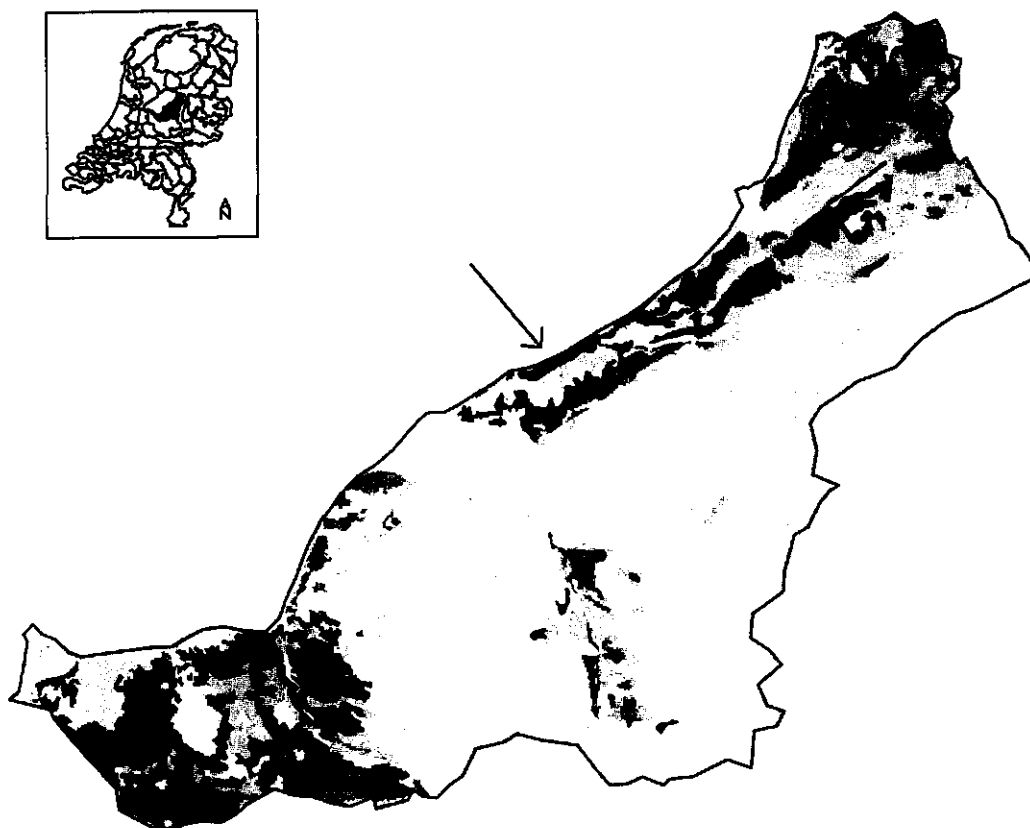
Kaart 3 Grondwatertrappen van PAWN-district 29 in huidige situatie

Grondwatertrap

-  Grondwatertrap I
-  Grondwatertrap II
-  Grondwatertrap II*
-  Grondwatertrap III
-  Grondwatertrap III*
-  Grondwatertrap IV
-  Grondwatertrap V
-  Grondwatertrap V*
-  Grondwatertrap VI
-  Grondwatertrap VII
-  Grondwatertrap VII*
-  Niet gekarteerd



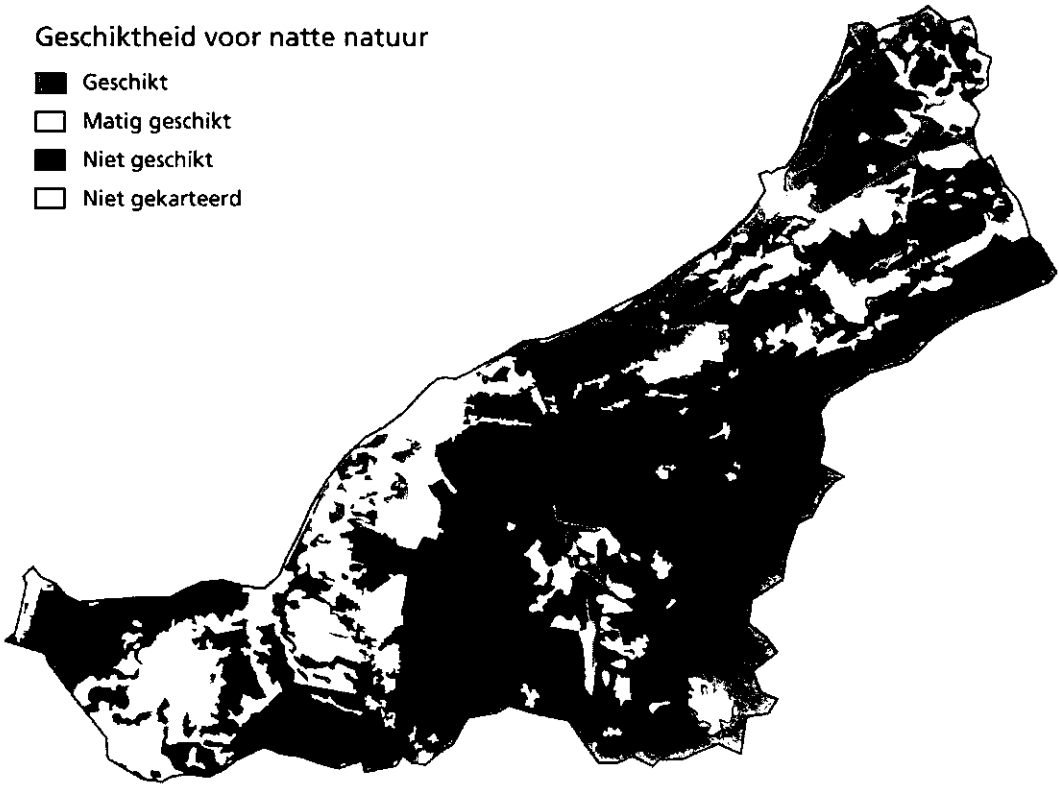
Kaart 4 Grondwatertrappen bij 50% extra grondwateronttrekking



Kaart 5 Huidige geschiktheid voor natte natuur

Geschiktheid voor natte natuur

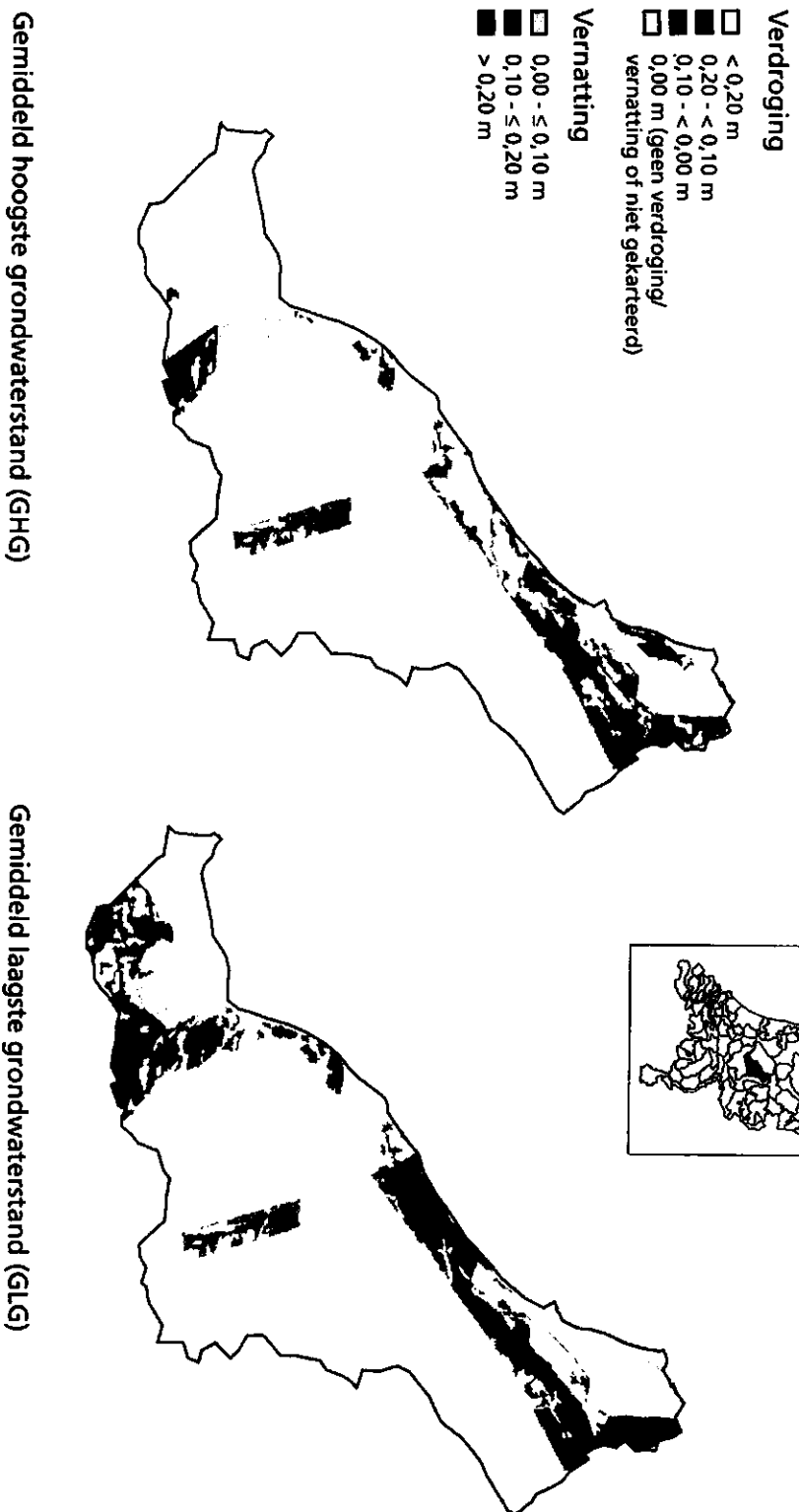
- Geschikt
- Matig geschikt
- Niet geschikt
- Niet gekarteerd



Kaart 6 Geschiktheid voor natte natuur bij 50% extra grondwateronttrekking





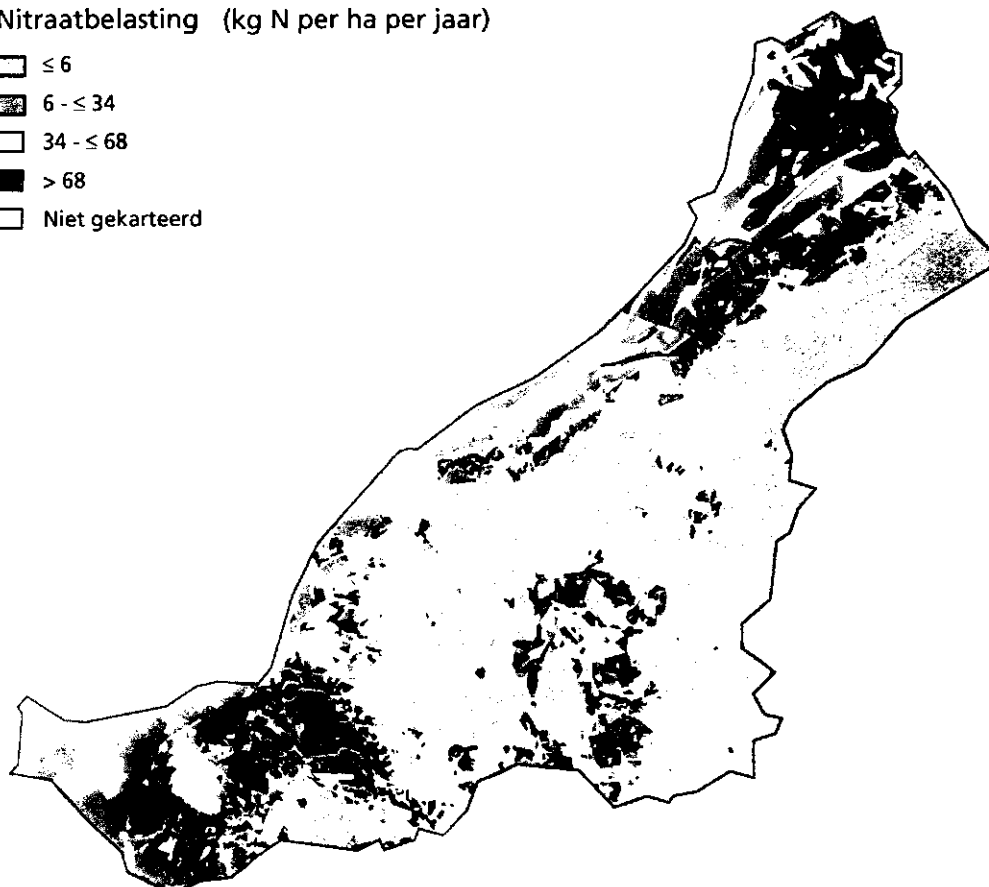
Kaart 7 Verdroging bij 50% extra grondwateronttrekking



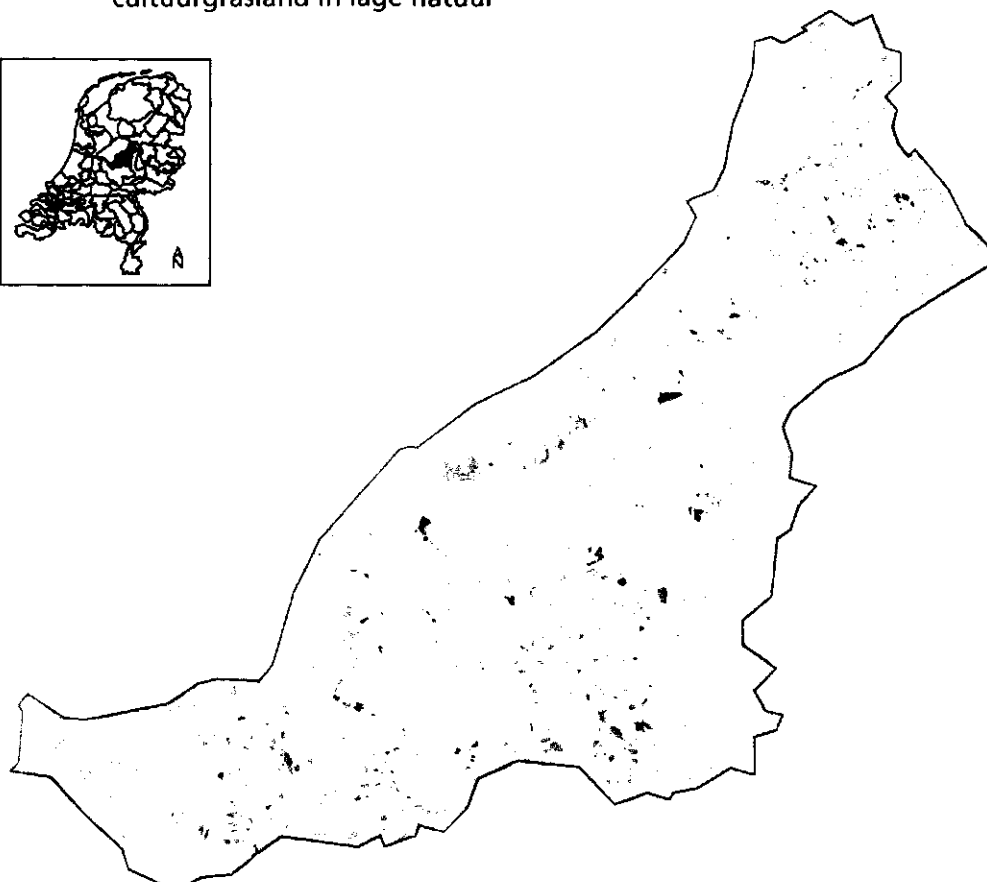
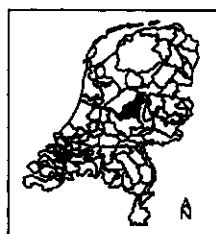
Kaart 8 Stikstofbelasting oppervlaktewater bij het huidige grondgebruik

Nitraatbelasting (kg N per ha per jaar)

-  ≤ 6
-  6 - ≤ 34
-  34 - ≤ 68
-  > 68
-  Niet gekarteerd



Kaart 9 Stikstofbelasting oppervlaktewater na omzetting van cultuurgrasland in lage natuur



5 VERDERE ONTWIKKELING VAN WATRO

De tweede fase van het onderzoek dient zowel te worden gebruikt voor de landelijke toepassing van het prototype als voor de aanpassing van WATRO zowel in technische zin als voor de inhoud. Technisch houdt in: betere mogelijkheden om scenario's door te rekenen en te vergelijken. Inhoudelijk houdt in: aanpassing en uitbreiding van de mogelijkheden om de geschiktheid voor een functie en het milieu-effect van een functiewijziging te bepalen. Aanvankelijk zou de tweede fase alleen gericht zijn op de landelijke toepassing van het prototype en zou in de derde fase WATRO aangepast worden. Omdat bepaalde gegevens, die voor de landelijke toepassing nodig zijn, pas eind 1994 beschikbaar komen, is het beter om in de tweede fase beide activiteiten op te nemen.

Hierna zal worden ingegaan op de wenselijke aanpassingen op het technische (5.1) en het inhoudelijke vlak (5.2). Per onderdeel zal worden vermeld welke werkzaamheden specifiek samenhangen met de landelijke toepassing. Over de prioriteit wordt in dit rapport geen uitspraak gedaan; wel is de landelijke toepasbaarheid van groot belang.

5.1 Technische aspecten

Vanuit de technische hoek kunnen de bewerkingen in fase II in de volgende categoriën worden ingedeeld:

- * functionaliteit;
- * systeem architectuur;
- * tools;
- * testen.

Functionaliteit

- De verandering van het grondgebruik zal een uitgebreidere functionaliteit krijgen. Zo zou het de gebruiker mogelijk gemaakt kunnen worden om zelf nieuwe grenzen in een grondgebruiksbestand toe te voegen en aan de nieuwe vlakken zelf een grondgebruiksfunctie toe te kennen;
- Na de keuze van de basisbestanden kunnen, door een druk op de knop, alle milieu-effecten worden doorgerekend. Door deze procedure te herhalen met verschillende basisbestanden wordt de vergelijking van verschillende scenario's vereenvoudigd;
- Van de basisbestanden en berekende bestanden met geschiktheden en milieu-effecten kunnen getalsmatige overzichten worden verkregen, waarin bijvoorbeeld frequentieverdelingen en oppervakten zijn opgenomen, maar ook een gemiddelde belastingswaarde voor het hele district. Dit geheel zou gekoppeld kunnen worden aan de hiervoor genoemde optie;
- Flexibiliteit in de kaartopmaak. De gebruiker krijgt de mogelijkheid om zelf de lay-out te componeren;
- WATRO moet gevuld worden met de basisgegevens en vertaaltabellen voor heel Nederland, zodat de gebruiker voor elk PAWN-district de WATRO-functionaliteit

- kan benutten (voor landelijke toepassing);
- De uitvoer moet in een zodanige vorm plaats kunnen vinden, dat aansluiting mogelijk is op de multi-criteria analysemethode bij de RPD.

Systeemarchitectuur

Het prototype zal moeten worden omgebouwd naar een volwaardig informatiesysteem.

Dit houdt onder meer in:

- dat librarian gebruikt gaat worden (voor landelijke toepassing);
- dat de gebruiker niet minder, maar ook niet meer informatie dan nodig via het beeldscherm krijgt aangereikt;
- het creëren van een opslagfunctie voor het bewaren van resultaten om het vergelijken van scenario's mogelijk te maken (voor landelijke toepassing).

Voor het databeheer heeft het de volgende consequenties:

- dat er een duidelijke scheiding komt tussen de privileges van de beheerder en die van de gebruiker;
- dat iedere gebruiker werkt op zijn/haar eigen directory.

Tools

De hoeveelheid aan de beheerder ter beschikking staande tools (in de vorm van aml's) moet worden uitgebreid. Deze tools helpen de beheerder bij de volgende activiteiten:

- het aanpassen (updaten) van classificaties wanneer nieuwe vertaaltabellen worden aangeleverd;
- het wijzigen van look-up-tables (lut's), waarin kleurverwijzingen staan;
- het genereren van basisbestanden.

Testen

De Rijksplanologische Dienst en DLO-Staring Centrum zullen WATRO op volgende punten moeten testen:

- technische zaken ("loopt het?");
- functionaliteit (wat kan WATRO en voldoet het hiermee aan de verwachtingen van de RPD?);
- betrouwbaarheid van de gegevens.

5.2 Inhoudelijke aspecten

Voor aanpassing van de inhoudelijke kant van WATRO is van belang:

- * De landsdekkende toepassing van WATRO;
- * De uitbreiding/aanpassing van WATRO.

De landsdekkende toepassing van WATRO

Het huidige WATRO-prototype dient voor alle aspecten landsdekkend te kunnen worden toegepast. Dat betekent aanvulling van:

- de basisbestanden: grondgebruik, grondwaterstand, kwel/wegzijing. Voor landelijke toepassingen dient nagegaan te worden hoe het grondgebruik kan worden geaggregeerd, omdat de huidige detaillering een adequate toepassing bemoeilijkt;
- de geschiktheidsbepaling: geen;
- de milieu-effectenbepaling: vermesting (P), verzuring.

De mogelijkheid voor een landsdekkende toepassing verschilt per onderdeel. Voor de hydrologische bestanden is dit pas mogelijk na afronding van het RIZA-onderzoek 'Redesign DEMGEN' voor alle PAWN-districten (1994). Het enige onderdeel dat zich op kortere termijn leent voor een landsdekkende toepassing is de milieu-effectbepaling voor verzuring.

Uitbreiding/aanpassing van WATRO

De voorstellen voor uitbreiding/aanpassing van WATRO zijn mede gebaseerd op:

- de activiteiten bij het RIVM voor het project gebiedsgerichte integratie;
- de verdere ontwikkeling van het PAWN-instrumentarium bij RIZA;
- de vorderingen in het onderzoek bij DLO-Staring Centrum en andere instellingen.

Op de volgende terreinen is het wenselijk om aanpassingen/uitbreidingen in WATRO aan te brengen:

- * ruimtegebruiksfuncties;
- * basisbestanden;
- * geschiktheidsbepaling;
- * bepaling milieu-effecten.

Ruimtegebruiksfuncties:

In het prototype van WATRO is alleen aandacht besteed aan de functies: landbouw, bosbouw en natuur. Nagegaan dient te worden voor welke andere functies kennis in WATRO dient te worden opgenomen. Recreatie, wonen en drinkwaterwinning zijn functies waarvoor informatie op landelijke schaal in WATRO wenselijk kan zijn.

Basisbestanden:

- Grondwatertype:

Het grondwater kan op basis van de chemische samenstelling worden getypeerd in 'grondwaterachtig', 'regenwaterachtig', enz.. Deze typering kan, samen met informatie over grondwaterstand en kwel/wegzijing, een rol spelen bij de bepaling van de geschiktheid van een gebied voor natuurontwikkeling. De gegevens in het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit van het RIVM kunnen daarvoor worden gebruikt.

- Schematisering in landschapstypen:

In het NBP wordt onderscheid gemaakt in landschapstypen, zoals: beekdalen, laagveengebieden, duinen, enz. Een dergelijke landschapsecologische indeling is gewenst als ondergrond voor de geschiktheidsbepaling voor natuur.

- Wateraanvoer:

Bij de planning van bepaalde functies is de mogelijkheid van wateraanvoer soms essentieel. Een overzicht van de PAWN-districten waar wateraanvoer tot de mogelijkheden behoort, kan worden gemaakt en kan worden aangeleverd door RIZA. Een nauwkeuriger bestand is te maken met het Waterstaatkundige Informatie-systeem van de Meetkundige Dienst.

Bepaling van milieu-effecten:

- Bepaling verdroging:

Een vertaaltabel is te maken voor kleinschalige hydrologische ingrepen aan het maai-veld, zoals peilverandering, verandering drainage en verandering begroeiing. Deze kan worden afgeleid uit resultaten van het RIVM-SC-DLO-onderzoek naar

- effecten van ingrepen op de grondwatervoeding.
- Bepaling vermisting:
 - Grond- en oppervlaktewater:*
 - De voorlopige vertaaltabellen voor vermisting-fosfaat en vermisting-stikstof moeten worden vervangen door nieuwe na uitvoering van het RIZA-onderzoek 'Redesign DEMGEN'. De emissie voor bijv. glastuinbouw en vollegrondstuinbouw ontbreekt nog, zodat vertaaltabellen hiervoor moeten worden ontwikkeld.
 - Nutriëntenrijkdom van de bodem van natuurterreinen:*
 - Het gaat hierbij om een tabel waar de N- en P-beschikbaarheid in de bodem gegeven wordt als functie van het bodemtype en de grondwaterstand, inclusief verandering in de tijd door afnemende depositie en afnemende mineralisatie van voorheen (zwaar) bemeste gronden.
 - Bepaling emissierisico bestrijdingsmiddelen:
 - De huidige vertaaltabel zal worden vervangen door een nieuwe na afloop van het RIVM-SC-DLO-onderzoek: 'Vervaardiging van een databestand van de ruimtelijke verdeling van het bestrijdingsmiddelengebruik in Nederland'. Gezien het grote aantal gebruikte middelen en de verschillen per gewas dient het databestand in WATRO te worden aangevuld en verbeterd.
 - Bepaling verzuring:
 - Nagaan voor één of twee districten wat de verschillen zijn tussen de uitkomsten van WATRO en het procesbeschrijvende SC-DLO-model SMART.

Geschiktheidsbepaling:

- Bepaling geschiktheid voor bosdoeltypen:
 - De huidige bepaling van de geschiktheid voor bos is afgestemd op produktiebos. In samenwerking met IKC-NBLF is recent voor de bodemkaart 1 : 50 000 een geschiktheidsbepaling voor bosdoeltypen ontwikkeld (De Vries en Al, 1993), zoals voor: populierenbos, eiken-/beukenbos, grove den/berkenbos, grove den/eikenbos, dus een meer landschapsecologische invalshoek. Voor landsdekkende toepassing is dit te gedetailleerd. Een geschiktheidstabel voor bosdoeltypen op schaal 1 : 250 000 kan hieruit worden afgeleid, naast de huidige voor de meer houtproductiegerichte doelstelling.
- Bepaling geschiktheid voor natuurontwikkeling:
 - De wijze waarop de geschiktheid voor natuur wordt bepaald, zal verbeterd moeten worden. De vertaaltabel voor de beoordeling van de geografische kansrijkdom voor natuurontwikkeling zou gebaseerd kunnen worden op de benadering in DEMNAT (gebruikt door RIZA en RIVM) of MOVE (in ontwikkeling bij RIVM). Op basis van de huidige beschikbaarheid voor landelijke toepassing komt alleen DEMNAT in aanmerking.
- Bepaling geschiktheidsbepaling voor grasland en bouwland:
 - Naast de huidige kwalitatieve geschiktheidsbepaling in de klassen goed, matig en slecht is er ook een meer kwantitatieve bepaling mogelijk voor de bepaling van effecten van grondwaterstandsveranderingen op de produktie. Dit kan met de HELP-tabellen zoals die door de Landinrichtingsdienst zijn afgeleid. Ze worden gebruikt bij de schadebepaling voor grondwateronttrekkingen en maken onderdeel uit van het PAWN-instrumentarium. Het kan als output van PAWN worden toegeleverd. Voor de eventuele vertaling van kleinschalige hydrologische maatregelen dient ook een digitaal bestand van de HELP-tabellen in WATRO te worden opgenomen.

LITERATUUR

ABRAHAMSE A.H., G. BAARSE en E. VAN BEEK, 1982. *Policy Analysis of Water Management for the Netherlands*. Delft, RAND, Hydraulics Laboratory. Vol. XII, Model for regional hydrology, agricultural water demands and damages from drought and salinity.

BREEUWSMA, A., J.H.M. WÖSTEN, J.J. VLEESHOUWER, A.M. VAN SLOBBE and J. BOUMA, 1986. 'Derivation of land qualities to assess environmental problems from soil surveys'. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 186-190.

CHO-TNO, 1986. *Verklarende hydrologische woordenlijst*. 's Gravenhage. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO. Rapporten en Nota's no. 16.

CRONAN, C.S., R. APRIL, R.J. BARTLETT, P.R. BLOOM, C.T. DRISCOLL, S.A. GHERINI, G.S. HENDERSON, J.D. JOSLIN, J.M. KELLY, R.M. NEWTON, R.A. PARNELL, H.H. PATTERSON, D.J. RAYNALL, M. SCHAEDELE, C.T. SCHOFIELD, E.I. SUCOFF, H.B. TEPPER and F.C. THORNTON, 1989. 'Aluminium toxicity in forests exposed to acidic deposition'. *Water Air and Soil Poll.* 48: 181-192.

CULTUURTECHNISCH VADEMECUM, 1988. *Cultuurtechnische Vereniging*. Utrecht.

GOOSSENSSEN F.R. en P.C. MEEUWISSEN (red.), 1990. *Advies van de Commissie Stikstof. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek 9*. Wageningen, Dienst Landbouwkundig Onderzoek.

HOEKSTRA, C. en J.N.B. POELMAN, 1982. *Dichtheid van gronden gemeten aan de meest voorkomende bodemeenheden in Nederland*. Wageningen, STIBOKA, Rapport nr. 1582.

KLIJN F., 1989. *Landschapsecologische Kartering Nederland; toelichting bij het databestand "Grondwaterrelaties" van het LKN-project*. Wageningen, STIBOKA-rapport nr. 2107. CML-mededelingen 51.

KROES J.G., C.W.J. ROEST, P.E. RIJTEMA en L.J. LOCHT, 1990. *De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 55.

KUIJPERS C.B.F., 1991. *Naar een samenhangend ruimtelijk en waterhuishoudkundig beleid? Een oriënterend onderzoek naar de relatie tussen ruimtelijke ordening en waterhuishouding op provinciaal (plan)niveau*. Studierapporten Rijksplanologische Dienst 51.

MINISTERIE LNV, 1991. *Meerjarenplan Gewasbescherming*. 's-Gravenhage, SDU Uitgeverij, Regeringsbeslissing.

MINISTERIE VW, 1989. *Derde Nota Waterhuishouding; water voor nu en later.* 's-Gravenhage, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 250, nrs. 1-2. SDU-uitgeverij.

RIZA, 1990. *Beleidsanalyse: af- en uitspoeling meststoffen; gevolgen van bemestingsscenario's voor de fosfor- en stikstofbelasting van het Nederlandse oppervlaktewater door af- en uitspoeling en voor de kosten van de landbouwproductie.* Lelystad, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA. Notanummer 90.050.

SCHOUMANS O.F. en A. BREEUWSMA, 1990. *Methodiek voor de chemische bodemschematisatie van PAWN-districten op basis van de bodemkaart, schaal 1 : 250 000.* Wageningen, Staring Centrum. Rapport 45.

SCHUTTER, M.A.A. en F.A.A.M. DE LEEUW, 1991. *Zure depositie in Nederland: Scenario resultaten voor 1994 en 2000.* Bilthoven, RIVM, Rapport 222101008.

STEENVOORDEN J.H.A.M., L.C.P.M. STUYT, P.J.T. VAN BAKEL, R.H. KEMMERS en J. HOEKS, 1991. *Van verdrogen naar vernatten; verkennende studie naar de huidige kennis en wenselijk onderzoek.* 's-Gravenhage, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. NRLO-Rapport 91/10.

STEUR, G.G.L., F. DE VRIES, en C. VAN WALLENBURG, 1985. *Bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

SWNBL, 1988. *Water boven water.* Zeist, Staatsbosbeheer. Studiecommissie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap.

THUNISSEN H.A.M., R. OLTHOF, P. GETZ en L. VELS, 1992. *Grondgebruiksdatabank van Nederland vervaardigd met behulp van Landsat Thematic Mapper opnamen.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 168.

THUNISSEN H.A.M., H.P.T. ULLENBROECK and P.J. VAN DEN BOOGAARD, 1993. *Operational land cover classification in The Netherlands using satellite images and other geographical information.* Int. Simp. on 'Operationalization of Remote Sensing'. Enschede. 19-23 april 1993.

VERMULST J.A.P.H., 1991; *Redesign DEMGEN: Toetsing van het nieuwe hydrologische concept en generalisatie van de invoer voor PAWN-district 29.* Lelystad, RIZA. Werkdocument 91.160X.

VERMULST J.A.P.H., 1992; *Redesign DEMGEN: Een voorstel tot groepering van grondwatertrappen.* Lelystad, RIZA. Werkdocument 92.038X.

VOET, P. VAN DER en J.P. WITTE, 1991. *Redesign DEMGEN: Hydrologische schematisering van PAWN-district 29 (Noordwest Veluwe) met een geografisch-informatiesysteem; een haalbaarheidsonderzoek.* Lelystad, RIZA. Wageningen, LUW.

VRIES F. DE, C. VAN WALLENBURG, 1990. 'Met de nieuwe grondwatertrappenindeling meer zicht op het grondwater'. *Landinrichting* 30, 1: 31-36.

VRIES F. DE, E.J. AL, 1993. 'ALBOS: een landelijk informatiesysteem met ontwikkelingsmogelijkheden voor bos en natuur'. *Landinrichting* 33, 3: 28-33.

VRIES W. DE, 1991. *Methodologies for the assessment and mapping of critical loads and of the impact of abatement strategies on forest soils*. Wageningen, The Netherlands, DLO Winand Staring Centre. Report 46.

VRIES W. DE, A. BREEUWSMA en F. DE VRIES, 1989a. *Kwetsbaarheid van de Nederlandse bodem voor verzuring*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 29.

VRIES W. DE, M. POSCH and J. KÄMÄRI, 1989b. 'Simulation of the long-term soil response to acid deposition in various buffer ranges'. *Water Air and Soil Pollution*, 48: 349-390.

VRIES W. DE, J.C.H. VOOGD and J. KROS, 1993b. *Effects of various deposition scenarios on the aluminium hydroxide content of Dutch forest soils*. Wageningen, The Netherlands, DLO Winand Staring Centre, Report 68.

VROM, 1991. *Vierde nota over de ruimtelijke ordening extra*. 's-Gravenhage, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Deel III: Kabinetsstandpunt, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21879, nr. 5. SDU-uitgeverij.

WERKGROEP BEPERKING EMISSIE, 1990. *Achtergronddocument Meerjarenplan Gewasbescherming*. 's Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

WÖSTEN J.H.M., F. DE VRIES, J. DENNEBOOM en A.F. VAN HOLST, 1988. *Generalisatie en bodemfysische vertaling van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000 ten behoeve van de PAWN-studie*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 2055.

Niet-gepubliceerde bronnen

VRIES W. DE, J. KROS and J.C.H. VOOGD, 1993a. 'Assessment of critical loads and their exceedance on Dutch forests using a multi-layer steady-state model'. *Water Air and Soil Pollution* (submitted).

WALLENBURG C. VAN, 1988. *De dichtheid van moerige gronden*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Interne mededeling.

AANHANGSEL 1 Indeling grondgebruik volgens de landelijke grondgebruiksdatabank nederland (lgn) (1.1), Het basisbestand ruimtelijke structuren (bars) (1.2) En geclusterde bodemgebruikseenheden (1.3)

1.1 Indeling grondgebruik volgens de landelijke grondgebruiksdatabank nederland (LGN)

- 1 - gras
- 2 - maïs
- 3 - aardappelen
- 4 - bieten
- 5 - granen
- 6 - overige landbouwgewassen
- 7 - kale grond
- 8 - glastuinbouw
- 9 - fruitbomen
- 10 - bollenland
- 11 - boomkwekerijen
- 12 - heide
- 13 - loofhout
- 14 - naaldhout
- 15 - overige natuur
- 16 - water
- 17 - bebouwing en wegen
- 18 - bouwland
- 19 - gemengd bos

1.2 Indeling grondgebruik volgens het basisbestand ruimtelijke structuren (BARS)

- 1 - woongebied bebouwd
- 2 - voorradig bouwterrein
- 3 - bedrijfsterrein bebouwd
- 4 - bedrijfsterrein onbebouwd
- 7 - open water (zoet) X
- 8 - bos
- 9 - woeste grond
- 10 - bos/woeste grond
- 11 - luchtvaartterrein
- 13 - zweefvliegterrein
- 14 - sociaal-culturele voorziening
- 15 - medische voorziening
- 16 - sportvoorziening
- 19 - verblijfsrecreatieve voorziening

- 20 - park-plantsoen
- 21 - dagrecreatieve voorziening
- 22 - jachthaven
- 23 - volkstuin
- 24 t/m 30 - afvalstort/verwerkingsplaats
- 31 - autowrakken/bandenopslagplaats
- 32 - afvalwaterzuiveringsinstallatie
- 33 - delfstofwinning
- 38 - maatschappelijke voorziening
- 39 - begraafplaats
- 41 - onderwijs voorziening
- 45 - glastuinbouw
- 46 - boomgaard
- 47 - boomkwekerijen
- 48 - intensieve (pluim)veehouderij
- 49 - spoorweg emplacement
- 50 - overige openbare voorziening
- 51 - overig grondgebruik
- 52 - zout water
- 99 - buitenland

1.3 Geclusterde grondgebruikseenheden

stap 1:

	LGN
1 bebouwd gebied	17
2 natuur (laag)	12, 15
3 natuur (hoog)	13, 14, 19
4 glastuinbouw	8
5 overige tuinbouw	10, 11
6 fruitteelt	9
7 akkerbouw	2 t/m 7, 18
8 cultuurgrasland	1
10 water	16

stap 2:

	BARS
1 bebouwd gebied	1 t/m 4, 11, 15, 22, 24 t/m 38, 41, 48, 49, 50
2 natuur (laag)	9
3 natuur (hoog)	8
4 glastuinbouw	45
5 overige tuinbouw	23, 47
6 fruitteelt	46
9 overig grasland	20
10 water	7, 52

stap 3:

	LGN	BARS
2 natuur (laag)	≠13, ≠14, ≠19	10
3 natuur (hoog)	13, 14, 19	10
9 overig grasland	≠17	13,16
9 overig grasland	1	19, 21, 39

AANHANGSEL 2 Indeling in bodemfysische eenheden

2.1 Bodemfysische eenheden volgens Wösten e.a. (1988)

- 1 - Veengronden met een veraarde bovengrond (koopveengronden).
- 2 - Veengronden met een veraarde bovengrond en zand in de ondergrond (koopveengronden en madeveengronden).
- 3 - Veengronden met een kleidek (waardveengronden en weideveengronden).
- 4 - Veengronden met een kleidek en zand in de ondergrond (waardveengronden).
- 5 - Veengronden met een zanddek en zand in de ondergrond (meerveengronden).
- 6 - Veengronden en moerige gronden op ongerijpte klei.
- 7 - Stuifzandgronden.
- 8 - Podzolgronden in leemarm, fijn zand.
- 9 - Podzolgronden in zwak lemig, fijn zand.
- 10 - Pozolgronden in zwak lemig, fijn zand op grof zand.
- 11 - Pozolgronden in sterk lemig, fijn zand op keileem of leem.
- 12 - Enkeerdgronden in zwak lemig, fijn zand.
- 13 - Beekeerdgronden in sterk lemig, fijn zand.
- 14 - Podzolgronden in grof zand.
- 15 - Homogene zavelgronden.
- 16 - Homogene, lichte kleigronden.
- 17 - Kleigronden met een zware tussenlaag of ondergrond.
- 18 - Kleigronden op veen (drechtvaaggronden).
- 19 - Klei op zandgronden.
- 20 - Klei op grof zand.
- 21 - Leemgronden.
- 22 - Water.
- 23 - Bebouwing en opgehoogde en afgegraven gronden.

2.2 Geclusterde bodemfysische eenheden (voor nitraatberekeningen):

- 1 - Klei (3,4,15 t/m 21)
- 2 - Veen (1,2,5,6)
- 3 - Zand (7 t/m 14)

AANHANGSEL 3 Indeling in bodemchemische eenheden

De basis voor deze bodemchemische herclassificatie vormt de Bodemkaart van Nederland (1 : 250 000) (CHEMO is de clustercode).

CHEMO	bodemcode	betekenis
Yf	Z5	Holtpodzol fijnzandig
Yg	Z6	Holtpodzol grofzandig
Hnf	Z7, Z8	Veldpodzol fijnzandig
Hng	Z9	Veldpodzol grofzandig
Hdf	Z12	Haarpodzol fijnzandig
Hdg	Z13	Haarpodzol grofzandig
EZf	Z14, Z16	Enkeerdgrond fijnzandig
EZg	Z15	Enkeerdgrond grofzandig
Cf	Z11, Z17, Z18	Cultuurdek fijnzandig
Cg	Z19	Cultuurdek grofzandig
pZg	Z20	Beekeerdgrond (fijnzandig)
pZnf	Z21	Gooreerdgrond fijnzandig
pZng	Z22	Gooreerdgrond grofzandig
Znf	Z23, Z24	Vlakvaaggrond fijnzandig
Zng	Z25	Vlakvaaggrond grofzandig
Zdf	Z27	Duinvaaggrond fijnzandig
Zdg	Z28	Duinvaaggrond grofzandig
ZKL	V13, V14, K4, S1, S2, + ASS.	Zandgronden kalkloos
ZKR	Z1 T/M Z4, Z3/Z4	Zandgronden kalkrijk
L	L1 T/M L5, A6	Lössgronden
KKL	M14 T/M M23, R4 T/M R10, K1, K2, K3, K6, Z10, Z26 + ASS.	Kleigronden kalkloos
KKR	M1 T/M M13, R1, R2, R3, K5 + ASS.	Kleigronden kalkrijk
V	V1 T/M V12, V15 + ASS.	Veengronden

ASSOCIATIES:

1. kalkloos zand

V/Z: V5/Z8, V13/Z8, V13/Z11, V14/Z27, V14/Z2

Z/Z: Z4/Z27, Z8/Z26, Z18/Z26

Z/K: Z5g/K3g

Z/R: Z20/R4

A: A3, A4, A5, A7, A8, A12, A13

2. kalkrijk zand

Z3/Z4

3. löss

A6

4. kalkloze klei

M13/M20, M15/M16

A9, A10, A11

5. kalkrijke klei

M1/M2, M1/M10, M2/M10, M7/M13

6. veen

V5/V13, V6/V14, V8/V14, V11/V14

A1, A2

AANHANGSEL 4 Bodemkundige indeling in grondwaterklassen

Volgens de gecombineerde grondwaterklasse-indeling volgens Vermulst (1992).

- A - grondwatertrap I
- B - grondwatertrap II
- C - grondwatertrap III en V
- D - grondwatertrap II*, III* en V*
- E - grondwatertrap IV en VI
- F - grondwatertrap VII en VII*

AANHANGSEL 5 Vertaaltabelen voor de geschiktheidsbepaling

met: I = geschikt
 II = matig geschikt
 III = niet geschikt

5.1 Geschiktheid voor: AKKERBOUW

Bodemfysische eenheid	Grondwaterklasse					
	A	B	C	D	E	F
2	III	III	III	II	II	III
4	III	III	III	II	II	III
5	III	III	III	II	I	III
7	III	III	III	II	II	III
8	III	III	III	II	II	III
9	III	III	III	II	II	III
10	III	III	III	II	II	III
12	III	III	III	I	I	I
13	III	III	III	II	I	III
14	III	III	III	II	II	III
16	III	III	III	II	I	I
18	III	III	III	II	II	III
19	III	III	III	II	II	III
20	III	III	III	II	II	III

5.2 Geschiktheid voor: BOS

Bodemfysische eenheid	Grondwaterklasse					
	A	B	C	D	E	F
2	III	II	II	I	I	II
3	III	II	II	I	I	II
4	III	II	II	I	I	II
5	III	II	II	I	I	II
7	III	II	II	II	II	III
8	III	II	II	I	II	II
9	III	II	II	I	II	II
10	III	II	II	I	II	II
12	III	II	II	I	I	I
13	III	II	II	I	I	I
14	III	II	II	I	II	II
16	III	II	II	I	I	I
18	III	II	II	I	I	I
19	III	II	II	I	I	I
20	III	II	II	I	I	II

5.3 Geschiktheid voor: GRASLAND

Bodemfysische eenheid	Grondwaterklasse					
	A	B	C	D	E	F
2	III	III	II	I	II	III
3	III	III	II	I	II	III
4	III	III	II	I	II	III
5	III	II	II	I	II	III
7	III	II	II	II	III	III
8	III	II	II	II	III	III
9	III	II	II	II	II	III
10	III	II	II	II	III	III
12	III	II	II	I	I	I
13	III	III	II	I	II	III
14	III	II	II	II	III	III
16	III	III	II	I	I	I
18	III	III	II	II	I	II
19	III	III	II	II	I	III
20	III	III	II	II	II	III

5.4 Geschiktheid voor: NATUUR

Kwel/wegziggings-klasse ¹⁾	Grondwatertrap (Gt)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	I	I	II	II	II	III	III
2	I	I	II	II	III	III	III
3	I	I	II	III	III	III	III
4	I	II	III	III	III	III	III

- ¹⁾ kwel/wegziggingsklasse: 1 = kwel $\geq 1 \text{ mm.d}^{-1}$
 2 = kwel $0 \leq < 1 \text{ mm.d}^{-1}$
 3 = wegzijging $-1 \leq < 0 \text{ mm.d}^{-1}$
 4 = wegzijging $< -1 \text{ mm.d}^{-1}$

AANHANGSEL 6 Vertaaltabel voor het emissierisico van bestrijdingsmiddelengebruik

*Omvang van het bestrijdings-
middelengebruik in kg actieve stof
per ha per jaar*

Teeltsector	1988	2000
akkerbouw	20	10
glastuinbouw	105	52,5
ov. tuinbouw	110	55
fruitteelt	20	10
cultuur grasland	0,6	0,3
openbaar groen	0,2	0,1
natuur (laag)	0	0
natuur (hoog)	0	0
water	0	0

AANHANGSEL 7 Indicator voor verzuring: methode-ontwikkeling en -toepassing

7.1 Methodiek, toepassing en resultaten voor PAWN-district 29

7.1.1 Methodiek

Algemeen

Of verzuring op termijn een rol gaat spelen bij veranderend bodemgebruik is berekend met een verzuringsindicator, VI, volgens:

$$VI = \frac{\sum_{i=1}^n PZ_{td}(act) - \sum_{i=1}^n PZ_{td}(krit)}{BK_{ac}(act) - BK_{ac}(krit)} \quad (1)$$

met:

$PZ_{td}(act)$ = actuele totale depositie van potentieel zuur ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

$PZ_{td}(krit)$ = kritische totale depositie van potentieel zuur ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

$BK_{ac}(act)$ = actuele voorraad basische kationen aan het adsorptiecomplex ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1}$)

$BK_{ac}(krit)$ = kritische voorraad basische kationen aan het adsorptiecomplex ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1}$)

Wanneer de actuele depositie van potentieel zuur gelijk is aan de kritische waarde ($VI = 0$) blijft de voorraad aan geadsorbeerde kationen gelijk. De zuurdepositie wordt dan geheel gebufferd door processen als verwerking en denitrificatie (zie verder). Wanneer de actuele depositie van potentieel zuur hoger is dan de kritische waarde ($VI > 0$) neemt de basenvoorraad aan het adsorptiecomplex af, terwijl in de omgekeerde situatie ($VI < 0$) de basen-voorraad toeneemt (momenteel nergens het geval m.u.v. kalkrijke gronden). Bij doorgaande overschrijding van de kritische zuurdepositie zal de basenvoorraad uiteindelijk beneden een kritische waarde, $BK_{ac}(krit)$, dalen. Als richtlijn is hiervoor de waarde aangehouden waarop de aluminium-concentratie in de bodemoplossing sterk gaat toenemen. Dit gebeurt pas bij een lage pH (ca. 4,0-4,5). Deze situatie wordt na een zekere tijdsduur voorspeld als VI groter is dan 1. De gesommeerde overschrijding van de kritische zuurbelasting (de teller in vergelijking) is dan groter dan de geadsorbeerde basenvoorraad boven een kritische waarde (de noemer in vergelijking 1).

Huidige en kritische zuurbelasting

De actuele depositie aan potentieel zuur is berekend op basis van de zwavel en stikstof depositie volgens (De Vries, 1991):

$$PZ_{td}(act) = SO_{x,td}(act) + NO_{x,td}(act) + NH_{x,td}(act) - BK_{nd}^*(act) \quad (2)$$

met:

BK_{nd}^* = natte depositie van basische kationen (zeezout gecorrigeerd) ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

De kritische zuurdepositie, die gebaseerd is op het vermijden van veranderingen in de basenvoorraad aan het adsorptiecomplex, is berekend volgens (De Vries, 1991):

$$PZ_{id}(krit) = BK_{dd}^* + BK_{vw} - BK_{go} + N_{go} + N_{de} + N_{im} + H_{uit} \quad (3)$$

met:

dd = droge depositie ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

vw = verwerking ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

go = groei-opname ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

de = denitrificatie ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

im = immobilisatie ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

uit = uitspoeling ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

Er is geen rekening gehouden met Al uitspoeling omdat dit juist moet worden voorkomen. De landbouwgronden dienen hun relatief hoge orginele basenbezetting en pH te behouden, waarbij Al uitspoeling verwaarloosbaar is.

Huidige en kritische buffervoorraad

De huidige en kritische voorraden aan geadsorbeerde kationen zijn berekend volgens:

$$BK_{ac}(act) = \rho \cdot D \cdot CEC \cdot frBK_{ac}(act) \cdot 10 \quad (4a)$$

$$BK_{ac}(krit) = \rho \cdot D \cdot CEC \cdot frBK_{ac}(krit) \cdot 10 \quad (4b)$$

met:

ρ = dichtheid ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

D = dikte van de bodemlaag (m)

CEC = cation exchange capacity ($\text{mmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$)

$frBK_{ac}$ = fractie basen aan het adsorptiecomplex (-)

De waarde 10 in formule (4a) en (4b) heeft betrekking op de omrekening van $\text{mmol}_c \cdot \text{m}^{-2}$ naar $\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1}$.

7.1.2 Toepassing voor PAWN-district 29

Algemeen

Voor PAWN-district 29 zijn tabellen opgesteld waarin voor elke onderscheiden vorm van nieuw niet-landbouwkundig bodemgebruik (natuur, loofbos en naaldbos) op elke onderscheiden bodemeenheid is aangegeven of op termijn een sterke pH-daling optreedt. Wat de termijn betreft is gerekend met de periode 1990 tot 2050, omdat

tot 2050 prognoses aanwezig zijn van de te verwachten atmosferische depositie. Bovendien sluit dit aan bij de informatie die beschikbaar is over de toekomstige belasting van grond- en oppervlaktewater met stikstof- en fosfaatverbindingen (tot 2045). Het verschil in naaldbos, loofbos en lage natuur is relevant in verband met verschillen in de filterende werking voor droge depositie.

Huidige en kritische zuurbelasting

Op basis van schattingen voor de toekomstige totale depositie van SO_x , NO_x en NH_x tot 2050 en uitgaande van een gelijkblijvende natte depositie voor basische kationen is de potentiële zuurdepositie voor elk jaar tot 2050 berekend. Waarden voor de totale depositie van SO_x , NO_x en NH_x en de natte depositie van BK^* waren aanwezig voor de jaren 1985, 1994 en 2000 voor grids van 10 x 10 km op basis van modelberekeningen met het TREND model (Schutter en De Leeuw, 1991). Waarden voor 1990 zijn berekend via lineaire interpolatie tussen 1985 en 1994. Voor het jaar 2010 is uitgegaan van een gemiddeld kritisch depositie-niveau, dat vervolgens constant is gehouden tot het jaar 2050. Tussen 1990 en 2010 is de depositie voor elk jaar berekend via lineaire interpolatie tussen 1990, 1994, 2000 en 2010. Meer informatie over het scenario en de rekenwijze is gegeven in De Vries et al. (1993b). Door vermenigvuldiging met filter-factoren zijn deze waarden omgerekend naar de depositie op respectievelijk naaldbos, loofbos en lage natuur.

Gegevens voor de berekening van de kritische zuurbelasting zijn gebaseerd op De Vries et al. (1993a) voor wat betreft de droge depositie, verwerking en opname van basen en de stikstofopname en de denitrificatie (zie vergl. 3). Stikstoffimmobilisatie, N_{im} , is verwaarloosd. Dit is de standaardoptie bij de berekening van een kritische zuurdepositie (De Vries, 1991). Na verandering van het bodemgebruik is tijdelijk waarschijnlijk sprake van netto mineralisatie. De zuuruitspoeling, H_{uit} , is berekend door het neeslagoverschot ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$) te vermenigvuldigen met een H-concentratie van $0,01 \text{ mol}_c \cdot \text{m}^{-3}$ (pH = 5).

Huidige en kritische buffervoorraad

De geadsorbeerde basenvoorraad is berekend voor een bodemlaag van 40 cm. Dit sluit aan op het onderzoek naar de verzuringsgevoeligheid van Nederlandse gronden (De Vries et al., 1989a). Aan elke onderscheiden 1 : 250 000 bodemchemische eenheid (zie aanhangsel 3) is een waarde toegekend voor het gehalte aan lutum, organische stof en huidige basenbezetting. (In deze schematisatie zijn klei-, löss- en veengronden geclusterd en is bij de zandgronden onderscheid gemaakt in 18 verschillende bodemtypen. De reden hiervoor is dat op klei-, löss- en veengronden met een redelijke basenbezetting voor 2050 geen verzuringsprobleem te verwachten is. De problematiek is het meest waarschijnlijk op intensief bemeste zandgronden). Als kritische basenbezetting is 20% aangehouden ($\text{frBK}_{ac}(\text{krit})$ is 0,2). Veldgegevens, Cronan et al. (1989), en modelsimulaties (De Vries et al., 1989b), wijzen erop dat boven deze waarde de Al-concentratie in de bodemoplossing gering is. De CEC, die betrekking heeft op de waarde bepaald bij pH = 6,5, is afgeleid via een vertaalfunctie met organische stof en lutum volgens Breeuwsma et al. (1986). Bij de afleiding van de dichtheid is uitgegaan van een relatie met organische stof (en lutum) volgens Hoekstra en Poelman (1982) voor minerale gronden en volgens Van Wallenburg (1988) voor veengronden.

7.1.3 Resultaten

Op basis van bovenstaande gegevens zijn vervolgens in elk 10 km x 10 km grid voor PAWN district 29 de waarden van de verzuringsindicator bepaald en is het gemiddelde berekend. Resultaten hiervan zijn gegeven in onderstaande tabellen, die de zogenaamde verzuringsindex geven, die gelijk is aan de verzuringsindicator min 1. Waarden beneden 0 betekenen dus dat er nog geen sprake is van het bereiken van een kritische basenbezetting in het aangegeven jaar.

Uit de resultaten blijkt dat voor alle niet-landbouwkundige bodemgebruiksvormen op alle gronden in alle jaren tussen 1990 en 2050 geen sprake is van een verzuringsprobleem voor PAWN district 29. Wel is in 2050 bij sommige gronden (met name de holtpodzolgronden, Yf en Yc, en de duinvaaggronden, Zd) de kritische waarde reeds dichtgenaderd, met name waar het natuur en naaldbos betreft. Verder dient te worden bedacht dat een kritische basen-bezetting (c.q. aluminiumconcentratie) op deze termijn waarschijnlijk wel in een dunnere bodemlaag (bv. 0-20 cm - mv.) zal zijn overschreden.

7.2 De verzuringsindex voor loofbos in PAWN-district 29

CHEMO	VI2000	VI2010	VI2050
Yf	-0,7679	-0,6756	-0,4881
Yg	-0,7566	-0,6595	-0,4613
Hnf	-0,7961	-0,7166	-0,5587
Hng	-0,8118	-0,7369	-0,5852
Hdf	-0,8341	-0,7737	-0,6710
Hdg	-0,7978	-0,7171	-0,5547
EZf	-0,8384	-0,7913	-0,7515
Cf	-0,8249	-0,7646	-0,6721
Cg	-0,8181	-0,7506	-0,6303
pZg	-0,8716	-0,8513	-0,9100
pZnf	-0,8679	-0,8427	-0,8811
Zng	-0,7483	-0,6734	-0,6033
Zdf	-0,7438	-0,6407	-0,4290
Zdg	-0,8237	-0,7498	-0,5905
ZKL	-0,8074	-0,7340	-0,5946
KKL	-0,9898	-0,9968	-1,0477
V	-0,9787	-0,9901	-1,0798
KKR	0,0000	0,0000	0,0000
ZKR	0,0000	0,0000	0,0000

7.3 De verzuringsindex voor natuur (laag) in
PAWN-district 29

CHEMO	VI2000	VI2010	VI2050
Yf	-0,7424	-0,6214	-0,3145
Yg	-0,7288	-0,6006	-0,2739
Hnf	-0,7776	-0,6760	-0,4260
Hng	-0,7952	-0,7012	-0,4700
Hdf	-0,8136	-0,7306	-0,5341
Hdg	-0,7791	-0,6773	-0,4276
EZf	-0,8127	-0,7371	-0,5805
Cf	-0,7998	-0,7117	-0,5047
Cg	-0,7951	-0,7021	-0,4772
pZg	-0,8482	-0,8020	-0,7539
pZnf	-0,8419	-0,7882	-0,7103
Zng	-0,7051	-0,5843	-0,3268
Zdf	-0,7175	-0,5853	-0,2540
Zdg	-0,8071	-0,7149	-0,4797
ZKL	-0,7870	-0,6905	-0,4544
KKL	-0,9863	-0,9895	-1,0246
V	-0,9719	-0,9758	-1,0346
KKR	0,0000	0,0000	0,0000
ZKR	0,0000	0,0000	0,0000

7.4 De verzuringsindex voor naaldbos in PAWN-
district 29

CHEMO	VI2000	VI2010	VI2050
Yf	-0,6978	-0,5646	-0,2521
Yg	-0,6828	-0,5422	-0,2115
Hnf	-0,7353	-0,6205	-0,3560
Hng	-0,7589	-0,6548	-0,4180
Hdf	-0,7801	-0,6879	-0,4873
Hdg	-0,7400	-0,6269	-0,3696
EZf	-0,7761	-0,6903	-0,5283
Cf	-0,7628	-0,6641	-0,4502
Cg	-0,7594	-0,6571	-0,4301
pZg	-0,8133	-0,7570	-0,7020
pZnf	-0,8090	-0,7470	-0,6688
Znc	-0,6573	-0,5287	-0,2950
Zdf	-0,6717	-0,5285	-0,2006
Zdg	-0,7747	-0,6732	-0,4333
ZKL	-0,7480	-0,6401	-0,3955
KKL	-0,9807	-0,9822	-1,0159
V	-0,9612	-0,9620	-1,0186
KKR	0,0000	0,0000	0,0000
ZKR	0,0000	0,0000	0,0000

AANHANGSEL 8 Vertaaltabelen voor vermesting

Clustering van het grondgebruik voor de vermestingsberekeningen:

Natuur: grondgebruik 2 en 3 (= natuur laag en natuur hoog)

Gras: grondgebruik 8 en 9 (= cultuurgrasland en overig grasland)

Snijmaïs, bouwland: grondgebruik 7 (= akkerbouw)

Legenda: "-" = komt niet voor

8.1 Fosfaatemissie voor pawn-district 29

8.1.1 Oppervlaktewater P-belasting (kg.ha⁻¹.jr⁻¹) zand

	1985	2000	2045
natuur	0,34	0,35	0,25
gras	0,58	0,45	0,45
snijmaïs	4,40	0,40	0,40
bouwland	-	-	-

8.1.2 Oppervlaktewater P-concentratie (g.m⁻³) zand

	1985	2000	2045
natuur	0,1	0,1	0,08
gras	0,17	0,12	0,12
snijmaïs	1,9	0,17	0,17
bouwland	-	-	-

8.1.3 Grondwater P-concentratie (g.m⁻³) zand

	1985	2000	2045
natuur	0,1	0,1	0,1
gras	0,1	0,1	0,1
snijmaïs	0,1	0,1	0,1
bouwland	-	-	-

8.2 Stikstofemissie

Herclassificatie van de bodemfysische eenheden voor de stikstofemissie

Samengevoegde bodemfysische eenheden:

- 1 - Kleigronden, samenvoeging van de bodemfysische eenheden: 1, 2, 5 en 6.
- 2 - Veengronden, samenvoeging van de bodemfysische eenheden: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 en 14.
- 3 - Zandgronden, samenvoeging van de bodemfysische eenheden: 3, 4, 15, 16, 17, 18, 19, 20 en 21.

Legenda: [-] combinatie die niet voor komt
 () geïnterpoleerde of geëxtrapoleerde waarde

8.2.1 Jaar 1988

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER

Als: N-BELASTING ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$)

A KLEI

	Grondwatertrap								
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*	
natuur	(3)	(3)	5	(5)	5	(5)	(5)	5	
gras	[-	-]	(12)	25	(34)	45	52	(92)	180
bouwland	[-	-	-	-	-]	20	30	(35)	40

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(6)	(8)	10	10	10	[-	-	-]
gras	[-]	(18)	15	(13)	12	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	30	(24)	(18)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(4)	(5)	6	(6)	6	6	6	6
gras	[-]	(20)	20	(40)	60	110	110	110
snijmaïs	[-	-	-]	(40)	40	160	170	260
bouwland	[-	-	-]	7,5	10	50	50	(60)

8.2.2 Jaar: 1988

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER

Als: N-CONCENTRATIE ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(1)	(1)	1,5	(1,5)	1,5	(1,5)	(1,5)	1,5
gras	[-]	(3)	6	(10,5)	15	35	44	53
bouwland	[-	-	-	-]	5	7,5	(11)	14

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(2)	(2,5)	3	(3)	3	[-	-	-]
gras	[-]	(5,5)	4,5	(3,5)	3,5	[-	-	-]
bouwland	[-]	7	6	(5)	(4,5)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(2)	(2,5)	2,5	(2,5)	2,5	2,5	2,5	2,5
gras	[-]	(3)	6	(16)	27	43	43	43
snijmaïs	[-	-	-]	(15)	15	57	61	113
bouwland	[-	-	-]	(2,5)	4	17	17	(20)

8.2.3 Jaar: 1988

Emissie naar: GRONDWATER

Als: N-CONCENTRATIE ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	2	(2)	2	2	(2)	2
gras	[-]	(3)	3	(3)	3	3	(7,5)	12
bouwland	[-	-	-	-]	3	3	(3)	3

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(4,5)	(4,5)	4,5	(4,5)	2	[-	-	-]
gras	[-]	(5)	6	(4)	2	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	6	(4)	(2)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	0,2	(0,2)	0,2	0,2	0,2	0,2
gras	[-]	(0,3)	0,3	(1,5)	3	3	7	27
bouwland	[-	-	-]	(0,5)	0,5	4	11	116
snijmais	[-	-	-]	(0,5)	0,5	0,5	0,5	(0,5)

8.2.4 Jaar: 2000

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER

Als: N-BELASTING (kg.ha⁻¹.jr⁻¹)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(3)	(3)	4,5	(4,5)	4,5	(4,5)	(4,5)	4,5
gras	[-]	(11)	22	(32)	42	48	(106)	165
bouwland	[-	-	-	-]	18	27	(27)	27

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(6)	(8)	8,5	(8,5)	8,5	[-	-	-]
gras	[-]	(18)	14	(12)	10	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	26	(21)	(16)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(4)	(4)	4	(4)	4	4	4	4
gras	[-]	(20)	20	(40)	60	100	100	100
snijmaïs	[-	-	-]	(26)	26	52	52	80
bouwland	[-	-	-]	(6)	8	30	30	(38)

8.2.5 Jaar: 2000

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER

Als: N-CONCENTRATIE (g.m⁻³)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(1)	(1)	1	(1)	1	(1)	(1)	1
gras	[-]	(3)	5	(10)	15	30	(40)	50
bouwland	[-	-	-	-]	4	7	(8,5)	10

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(2)	(2,5)	2,5	(2,5)	2,5	[-	-	-]
gras	[-]	(4,5)	3,5	(3)	2,5	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	5	(4,5)	(4)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(2)	(2)	2	(2)	2	2	2	2
gras	[-]	(7)	7	(16)	25	42	42	38
snijmaïs	[-	-	-]	(10)	10	18	19	30
bouwland	[-	-	-]	(3)	4	10	11	(12)

8.2.6 Jaar: 2000

Emissie naar: GRONDWATER
 Als: N-CONCENTRATIE (g.m⁻³)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	2	(2)	2	(2)	(2)	2
gras	[-]	(3)	3	(3)	2	2,5	(13)	23
bouwland	[-	-	-	-]	3	2	(2)	2

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(4,5)	(4,5)	4,5	4,5	2	[-	-	-]
gras	[-]	(5)	6	(4)	2	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	(6)	(4)	(2)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	0,2	(0,2)	0,2	0,2	0,2	0,2
gras	[-]	(0,3)	0,3	(2,5)	4,5	5,5	10	25
bouwland	[-	-	-]	(4,5)	4,5	25	30	54
snijmais	[-	-	-]	(0,3)	0,3	0,3	1	(5)

8.2.7 Jaar: 2045

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER
 Als: N-BELASTING (kg.ha⁻¹.jr⁻¹)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(3)	(3)	4	(4)	4	(4)	(4)	4
gras	[-]	(11)	22	(32)	42	48	(97)	147
bouwland	[-	-	-	-]	18	23	(24)	24

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(5)	(6)	6	(6)	6	[-	-	-]
gras	[-]	(16)	12	(10)	8	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	18	(16)	(14)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(3,5)	(3,5)	3,5	(3,5)	3,5	3,5	3,5	3,5
gras	[-]	(26)	26	(40)	58	90	90	90
snijmaïs	[-	-	-]	(10)	10	19	19	19
bouwland	[-	-	-]	(9)	9	18	18	(21)

8.2.8 Jaar: 2045

Emissie naar: OPPERVLAKTEWATER

Als: N-CONCENTRATIE (g/m³)**A KLEI**

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(1)	(1)	1	(1)	1	(1)	(1)	1
gras	[-]	(3)	5,5	(10)	14	32	(38)	44
bouwland	[-	-	-	-]	4	6	(7,5)	9

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(2)	(2)	2	(2)	2	[-	-	-]
gras	[-]	(4)	3	(3)	2,5	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	4,5	(4)	(3,5)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(1,5)	(1,5)	1,5	(1,5)	1,5	1,5	1,5	1,5
gras	[-]	(8)	8	(16)	24	35	35	38
snijmaïs	[-	-	-]	4	4	6	7	8
bouwland	[-	-	-]	4	4	6	7	(8)

8.2.9 Jaar: 2045

Emissie naar: GRONDWATER

Als: N-CONCENTRATIE (g.m⁻³)

A KLEI

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	2	(2)	2	(2)	(2)	2
gras	[-]	(0,2)	3	(3)	2	2	(8)	14
bouwland	[-	-	-	-]	3	2	(2)	2

B VEEN

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(3,5)	(3,5)	3,5	3,5	1,5	[-	-	-]
gras	[-]	(4,5)	4,5	4	1,5	[-	-	-]
bouwland	[-	-]	(6)	(4)	(2)	[-	-	-]

C ZAND

	Grondwatertrap							
	I	II(*)	III(*)	IV	V(*)	VI	VII	VII*
natuur	(0,2)	(0,2)	0,2	(0,2)	0,2	0,2	0,2	0,2
gras	[-]	(0,3)	0,3	(2)	3,5	3,5	6	27
bouwland	[-	-	-]	(0,5)	1	1	1	1
snijmaïs	[-	-	-]	(0,5)	1	1	1	(1)