

Waterkansenkaarten voor de functie landbouw

Waterkansenkaarten voor de functie landbouw

**Een methode voor het vaststellen van geschiktheden en kwetsbaarheden
van relevante gewasteelten voor Noord Nederland**

**F. Brouwer
H.L. Boogaard
R.C.M. Merkelbach**

Alterra-rapport 692

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2003

REFERAAT

Brouwer, F., H.L. Boogaard & R.C.M. Merkelbach, 2003. *Waterkansenkaarten voor de functie landbouw; Een methode voor het vaststellen van geschiktheden en kwetsbaarheden van relevante gewasteelten voor Noord Nederland*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 692. 92 blz. 13 fig.; 5 tab.; 39 ref.

De applicatie waterkansenkaarten is een belangrijk instrument voor de ruimtelijke ordening. Door pro-actief informatie over het watersysteem in te brengen in de planvorming van gebiedsvisies, provinciale omgevingsplannen of streekplannen en waterbeheersingsplannen, kunnen waterschappen water als ordenend aspect laten meewegen in de functietoekenning en -concretisering. De methode bestaat uit het vaststellen van geschiktheden en kwetsbaarheden van gangbare gewasteelten in de vorm van basiskaarten (thema's) en een relatiematrix. Door opbrengstcijfers uit HELP-tabellen te koppelen aan de Bodemkaart van Nederland zijn opbrengstdepressiekaarten afgeleid. Verder zijn voor het vaststellen van de geschiktheden de basiskaarten, verkaveling, stuifgevoeligheid, stenigheid, oxidatie van organische stof en inundatie, uitgewerkt. Voor het vaststellen van de kwetsbaarheden is gekeken naar uitspoeling van stikstof naar het grondwater, uitspoelen van nutriënten naar het oppervlaktewater, belasting van het milieu door bestrijdingsmiddelen, zware metalen, en de positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies. In een relatiematrix zijn de onderlinge relaties vastgelegd en beschreven. De applicatie waterkansenkaarten is gemaakt door Royal Haskoning en draait als een extensie van ArcView.

Trefwoorden: geschiktheid, HELP-tabel, kwetsbaarheid, opbrengstdepressie, ruimtelijke ordening, waterkansenkaart

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €23,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 692. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

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 Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Summary	7
Woord vooraf	11
Samenvatting	13
1 Inleiding	17
1.1 Aanleiding	17
1.2 Probleem en doelstelling	18
1.3 Opzet van het rapport	21
2 Kennismatrix en basiskaarten	23
2.1 Gewaskeuze	23
2.2 Geschiktheid	24
2.2.1 Opbrengstdepressies	26
2.2.2 Wateraanvoer (kwantiteit en kwaliteit)	29
2.2.3 Relaties opbrengstdepressie en wateraanvoer	37
2.2.4 Verkaveling	40
2.2.5 Stenigheid	41
2.2.6 Stuifgevoeligheid	43
2.2.7 Oxidatie van organische stof	47
2.2.8 Inundatie	48
2.3 Kwetsbaarheid	50
2.3.1 Uitspoeling van stikstof naar het grondwater (nitraatprobleem)	50
2.3.2 Probleem nutriënten oppervlaktewater	52
2.3.3 Belasting van het milieu door bestrijdingsmiddelen	57
2.3.4 Zware metalen	63
2.3.5 Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies	63
3 Bronkaarten	65
3.1 Bodem- en grondwatertrappenkaart	65
3.2 Aanwezigheid oppervlaktewater voor beregenen	67
3.3 Beleid bij gebruik grondwater voor beregenen	69
3.4 Kwaliteit oppervlaktewater (zoutgehalte)	69
3.5 Het landelijk grondgebruiksbestand, versie 4 (LGN4)	70
4 Conclusies en aanbevelingen	73
Literatuur	79
Bijlagen	
1 De relatiematrix van de WKK-Landbouw	83
2 De basiskaarten en de onderliggende bronkaarten van de WKK-Landbouw	85
3 Overzicht van WKK-eisen per gewas	87

Summary

Several water management boards and provincial authorities in the northern Netherlands, together with the consulting firm Royal Haskoning, have developed a methodology for creating a Decision Support System (DSS). DSS maps visualize, from a water perspective, the extent to which an area is suitable for a particular function, along with underlying argumentation and basic information. DSS maps are a useful tool for communication and vision-forming in the field of spatial planning. They are used in creating municipal, regional and provincial development plans as well as water management strategies. DSS maps are developed in a GIS environment, which allows information to be exchanged in an interactive fashion. Though the maps were first created for the functions of building, wetlands and watersheds, the need arose for an additional map component addressing the function of agriculture. This report describes a methodology for creating DSS maps for agriculture. The starting point of the methodology is the need to utilize all available data and information.

The methodology for developing a Decision Support System for agriculture (DSS land use suitability for agriculture) is based on the determination of potentials (production capacity) and vulnerabilities (negative impacts on surroundings) associated with the cultivation of common crops on particular parcels of land. These potentials and vulnerabilities take the form of basic maps (themes) and a knowledge matrix. The potentials and vulnerabilities, most of which are strongly water-related, are elaborated per component (theme). From the themes the base maps for the DSS land use suitability for agriculture are formed. The relations between the base maps and the cultivation of various crops are described in the knowledge matrix (appendix 1).

Up to now, in the DSS methodology the choice has been made to elaborate the production characteristics of individual crops instead of rotation cultivation systems. The advantage of this approach is that individual characteristics are specified for each crop. At a later stage, these individual crop specifications can be combined to assess the impacts of a mixed or rotated planting scheme. The relevant crops in the northern Netherlands are grass, consumption and industrial potatoes, grains, maize, sugar beet, flower bulbs (especially lilies and tulips), full-ground horticulture (summer and winter vegetables) and tree cultivation.

To determine the agricultural value (the potentials) of a parcel of land, information is needed about the land's soil composition and its water economy. This is because every crop has its own distinct requirements regarding soil and growing conditions. The Soils Map of the Netherlands, scale 1:50,000, provides information about soil patterns and groundwater levels for the whole of the country. Average crop yield figures (or yield-loss percentages) for various crops in differing soil types and for various groundwater levels are provided by the 1987 land-use re-evaluation tables by Brouwer and Huinink (2002) – also known by the acronym 'HELP' tables, from their name in Dutch. By linking information from the HELP tables with the Soils Map of

the Netherlands, an area's suitability for cultivation to a particular type of crop can, to a large extent, be determined. In addition to these yield potentials, still other themes are distinguished that directly or indirectly influence the suitability of an area for crop production. These themes are, in the order in which they are discussed below, water supply, land parceling, stoniness, wind erosion, oxidation of organic matter (subsidence) and inundation danger.

To determine the possibilities for water supply on a piece of land, it is important to first know where there is adequate water of sufficient quality from which can be irrigated/infiltrated. This may be either surface water or groundwater, though there is a distinct preference for use of surface water. Policy is often a limiting factor in the use of groundwater for irrigation. Moreover, the cost of using groundwater for irrigation is higher and the temperature of the water tends to be far from ideal. Regarding the land parceling theme, main areas of attention are the size and the form of the different parcels. Stoniness is the only theme in the DSS maps that is unrelated to water. Yet it is nonetheless an important factor, for example, determining producers' ability to harvest potatoes and flower bulbs. The chance of wind erosion is evaluated based on soil composition and the occurrence of forests. The theme oxidation of organic matter plays a major role in peat-type soils and on boggy lands. Where peat-type soils are split or plowed and drained, the ground level can sink substantially (by some 1–3 cm per year). Finally, inundation will play an increasingly important role in agriculture in the coming years. Areas expected to flood on average once every ten years are known to the water management boards and these areas have been mapped for the DSS land use suitability for agriculture.

In the practice of agriculture, a number of substances can – often detrimentally – enter into the water system. These are the side effects of agricultural production that are dealt with under the term 'vulnerabilities'. Under vulnerabilities, we list four themes: nitrogen seepage into the groundwater, sub-surface runoff of nutrients into surface water, environmental strain caused by use of chemical agents and heavy metals. Current laws and regulations provide the framework for the base maps related to vulnerabilities. Further, a map depicting fragile water systems was used, because the fragility of a water system can play a role in how the severity of any negative effects are interpreted.

Nitrogen enters the water system from manure spread as fertilizer onto croplands. The problem of nitrogen seepage into groundwater is expected to soon be solved, especially in view of current pressure from the European Union in the form of its nitrate guideline. In the Netherlands, this guideline has led to certain soils being singled out for more stringent nitrogen-loss standards (Decree on Sand and Loess Soils, *Staatsblad* 201 No. 579 2001). To establish the impact of different crops on nitrogen and phosphorous concentrations in surface water, rules of thumb were applied based on calculations using the national nutrients emissions model (acronym 'STONE' from the model's name in Dutch). The STONE model is used to determine the environmental effects of various loss norms for the Dutch Fertilizer Act. For the DSS land use suitability for agriculture, results were taken from Schoumans (2002), pertaining to the Dutch mineral registration system policy

(‘MINAS’ policy, loss norms 2003) in which nitrogen and phosphorous seepage over the years balance with the amount of nutrients applied.

Except for organic cultivation, the use of chemical agents such as pesticides is standard in Dutch agriculture. In the Netherlands in 2003, more than 200 active ingredients are allowed in various formulations. The toxicity of the ingredients and the extent to which they are used differ substantially per crop. The chemicals used can enter groundwater and surface water – inadvertently and often without anyone’s knowledge – during and after their application. The best known emissions routes are drift (spray droplets being blown during application) and runoff. In addition, chemicals enter the environment due, for example, to atmospheric deposition and erosion. A number of policy factors reduce the chance of such emissions. Moreover, it is not necessarily given that certain chemicals will be used in a particular measure for the cultivation of specific crops, nor how the substances will be applied. This is strongly dependent on crop management. For this reason, no base map is provided for this theme in the DSS land use suitability for agriculture.

Regarding the heavy metals theme, at this point, there is no adequate methodology or well-grounded rationale for incorporating this theme into the maps. Therefore, this theme will be given more attention in a subsequent project phase.

Currently the theme ‘water system fragility’ is combined only with the theme ‘sub-surface runoff of nutrients into surface water’. The fragile water systems are known to the water management boards. This combination of themes doesn’t capture the negative effects of intensive cultivation in upstream, non-fragile water systems on fragile water systems situated downstream. The idea here is that waters from upstream are likely to be diverted through the fragile areas. The DSS land use suitability for agriculture makes the initial assumption that this will occur. Incorporation of a positioning principle in the map has been postponed to a later phase.

To create the base maps for the DSS land use suitability for agriculture, one or more source maps were needed per theme. The following theme maps were used: the map of soils and groundwater levels in the Netherlands, scale 1:50,000; KNMI districts; presence of surface water for irrigation; policy on use of groundwater for irrigation; quality of surface water (salt content); national land-use data, both historical and contemporary (LGN 1–4); top-10 vector; forests; actual height model of the Netherlands (AHH); gauging points; Decree on Sand and Loess Soils; fragile water systems.

These source maps must be both current and accurate. The map used regarding soils and groundwater levels in the Netherlands is the digital version of the Soils Map of the Netherlands, scale 1:50,000. This map was incorporated per sheet. The period of record for the map is quite long however, the first map sheet having been produced in 1961 and the last sheet having appeared only in 1995. Groundwater levels, in particular, changed in many places over this period due to a great variety of interventions (e.g., land-use and development projects, drinking water withdrawal

and changes in policy on surface water levels). As a result, especially the oldest map sheets could be outdated. Some (parts of) map sheets have been updated. Also, during the recording period the classification system for groundwater levels (Gt-classes) was revised, with more sub-groups added. As a result, the Gt-classification in some instances differs per map sheet. Finally, physical changes have occurred in many peat soils and on boggish lands because of the diminishing thickness of the peat layer.

Woord vooraf

In opdracht van de gezamenlijke waterschappen en provincies van Noord Nederland (Groningen, Friesland, Drente en een deel van Overijssel) heeft Alterra een methodiek ontwikkeld voor waterkansenkaarten ten behoeve van landbouw. Voor het ontwikkelen van de methodiek is in eerste instantie gekozen voor het verzamelen, uitwerken en bij elkaar brengen van bestaande kennis. De resultaten van deze werkwijze (19 basiskaarten en een relatiematrix) zijn door Royal Haskoning ingebracht in de reeds bestaande applicatie waterkansenkaarten voor de functie bouwen. Dit rapport doet verslag van de methode van waterkansenkaarten voor de functie landbouw.

Het onderzoek is uitgevoerd door F. Brouwer en H.L. Boogaard van Alterra. Zij zijn hierin intensief bijgestaan door de leden van de werkgroep waterkansenkaarten voor de functie landbouw: M. de Vries en M. Bootsma van de Friese Waterschappen, H. van Norel van het waterschap Hunze en Aa's, J. Esenkbrink van het waterschap Reest en Wieden, Th. de Meij van het waterschap Velt en Vecht en M. Swenne van het waterschap Noorderzijlvest. R.C.M. Merkelbach van Alterra heeft de paragraaf over bestrijdingsmiddelen samengesteld. Onze dank gaat uit naar J.T.M. Huinink van EC-LNV (Expertise Centrum van het Ministerie van LNV) en P.J.T. van Bakel van Alterra voor het commentaar op de methodiek. Ook willen wij de volgende collega's bedanken: A.J.W. de Wit voor zijn bijdrage aan het vervaardigen van de basiskaart verkaveling, F. de Vries die de bodemdata beschikbaar stelde, N.H. Heidema voor het verzamelen en rubriceren van literatuur over beregening, en tot slot A.J. van Kekem voor zijn algehele leiding.

Samenvatting

Enkele noordelijke waterschappen en provincies hebben in samenwerking met Royal Haskoning een methodiek ontwikkeld voor waterkansenkaarten (WKK). Waterkansenkaarten geven aan in hoeverre, vanuit de wateroptiek, een gebied geschikt is voor een bepaalde functie met achterliggende argumenten en basisinformatie. Het is een belangrijk instrument bij visievorming op het gebied van de ruimtelijke ordening, zoals gebiedsvisies, provinciale omgevingsplannen of streekplannen, en waterbeheersingsplannen. De methodiek van de waterkansenkaarten is ontwikkeld in een GIS omgeving waardoor op een interactieve manier informatie uitgewisseld kan worden. Nadat waterkansenkaarten gemaakt zijn voor de functies bouwen, natte natuur en waterberging, is vervolgens de behoefte ontstaan aan een invulling voor de functie landbouw (WKK-Landbouw). Dit rapport beschrijft de methode voor de functie landbouw, waarbij het uitgangspunt is dat gebruik wordt gemaakt van beschikbare gegevens en kennis.

De methodiekontwikkeling van waterkansenkaarten voor landbouw bestaat uit het vaststellen van geschiktheden (voortbrengend vermogen) en kwetsbaarheden (negatieve beïnvloeding van omgeving) van gangbare gewasteelten in de vorm van basiskaarten (thema's) en een relatiematrix. De geschiktheden en kwetsbaarheden, die meestal sterk watergerelateerd zijn, zijn per onderdeel (thema) uitgewerkt. De thema's vormen de basiskaarten in de WKK-Landbouw. De relaties die de verschillende gewasteelten hebben met de basiskaarten staan beschreven in de kennismatrix (bijlage 1).

Voorlopig is binnen de applicatie WKK-Landbouw gekozen voor het evalueren van individuele gewasteelten in plaats van rotatieteelten. Dit heeft als voordeel dat voor elke teelt afzonderlijk de evaluatie bekend is. In een later stadium kunnen evaluaties van individuele teelten alsnog worden gecombineerd om een bouwplan te beoordelen. De relevante gewassen van Noord Nederland zijn: gras, consumptie- en fabrieksaardappelen, granen, snijmaïs, suikerbieten, bloembollen (met name lilies en tulpen), tuinbouw in de volle grond (zomer- en wintergroenten) en boomteelt.

Voor het vaststellen van de landbouwkundige gebruikswaarde (geschiktheid) van grond is kennis nodig van de bodemopbouw en de waterhuishouding. Elke gewasteelt stelt namelijk zijn eigen specifieke eisen aan de bodemeigenschappen. De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000 geeft gebiedsdekkende informatie over bodem patronen en grondwatertrappen. De HELP-tabellen (Her-Evaluatie van LandinrichtingsPlannen; Werkgroep HELP-tabellen 1987; Brouwer en Huinink 2002) geven gemiddelde opbrengstcijfers (opbrengstdervingpercentages) voor verschillende gewassen op diverse bodemtypes en grondwatertrappen. Door de HELP-tabellen te koppelen aan de Bodemkaart van Nederland kan de geschiktheid van een grond voor een bepaalde gewasteelt al voor een groot deel worden vastgesteld. Naast opbrengstdepressies zijn binnen de waterkansenkaarten echter nog meer thema's onderscheiden die direct of indirect invloed hebben op de geschiktheid

van een grond voor landbouwgewassen. Deze thema's zijn achtereenvolgens: wateraanvoer, verkaveling, stenigheid, kans op verstuiven, oxidatie van organische stof (bodemdaling), en gevaar voor inundatie. Bij het vaststellen van de mogelijkheden voor wateraanvoer is het belangrijk om te weten waar voldoende water van voldoende kwaliteit voorkomt, waaruit kan worden beregenend/geïnfiltreerd. Dit kan zowel oppervlaktewater als grondwater betreffen, hoewel een duidelijke voorkeur bestaat voor oppervlaktewater. Bij onttrekking uit het grondwater kan het beleid een beperkende factor zijn. Verder worden de kosten bij gebruik van grondwater voor beregening hoger en ook is de temperatuur van het beregeningswater vaak verre van ideaal. Bij het thema verkaveling wordt vooral gekeken naar de grootte en de vorm van de verschillende kavels. Stenigheid is als enige thema binnen de waterkanskaarten niet gerelateerd aan water maar is wel een belangrijke factor bij bijvoorbeeld de oogstbaarheid van aardappelen en bloembollen. De kans op verstuiven wordt vastgesteld aan de hand van de bodemsamenstelling van de bouwvoor en het voorkomen van bossen. Het thema oxidatie van organische stof speelt een rol van betekenis bij de veengronden en de moerige gronden. Op plaatsen waar deze gronden worden gescheurd of geploegd en extra ontwaterd kan de bodem aanzienlijk dalen (ca. 1-3 cm/jaar). Inundatie gaat een steeds belangrijkere rol spelen in de landbouw. Gebieden die gemiddeld ca. eens in de 10 jaar kunnen overstromen zijn bij de waterschappen in concept bekend en voor de applicatie WKK-Landbouw op kaart gezet.

Bij het uitoefenen van landbouw kunnen –vaak ongewenst- een aantal stoffen in het watersysteem terechtkomen. Dit zijn neveneffecten die we in de waterkanskaarten behandelen onder de term kwetsbaarheid. Het zijn de thema's: uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem), uitspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater, belasting van het milieu door bestrijdingsmiddelen, en zware metalen. Bij het vervaardigen van de basiskaarten die te maken hebben met kwetsbaarheid geldt telkens de huidige regelgeving als randvoorwaarde. Verder is een kaart 'Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies' (of kortweg: kaart met "kwetsbare watersystemen") meegenomen, omdat deze kaart een belangrijke rol speelt bij het interpreteren van de ernst van de negatieve beïnvloeding. Nitraat komt in het watersysteem door bemesting. Verwacht wordt dat de nitraatproblematiek in het grondwater waarschijnlijk wordt opgelost, vooral door de druk vanuit de EU in verband met de nitraatrichtlijn. In Nederland zijn vanwege de nitraatrichtlijn bepaalde gronden aangewezen waarvoor scherpere stikstofverliesnormen gelden (Besluit Zand- en Lössgronden, Staatsblad 201 nr. 579 2001). Voor het vaststellen van de invloed van de diverse gewasteelten op de stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater zijn vuistregels gehanteerd die zijn gebaseerd op de studie van berekeningen met het nationale nutriëntenemissiemodel STONE (samen te ontwikkelen nutriëntenemissiemodel). Dit model is gebruikt om de milieukundige effecten van varianten van verliesnormen aan te geven ten behoeve van de evaluatie van de Meststoffenwet. Voor de WKK-Landbouw zijn de resultaten uit Schoumans (2002) genomen die gelden voor het MINAS beleid (Mineralen Aangifte Systeem; verliesnormen 2003) waarbij de uitspoeling van stikstof en fosfor na verloop van jaren in evenwicht is met de toegediende hoeveelheid nutriënten. Met uitzondering van de biologische teelten is het gebruik van chemische

bestrijdingsmiddelen gangbaar in de Nederlandse land- en tuinbouw. In Nederland zijn anno 2003 ruim 200 werkzame stoffen in verschillende formuleringen toegelaten. De toxiciteit van de stoffen en de mate van gebruik per gewas lopen sterk uiteen. Ook bestrijdingsmiddelen kunnen tijdens en na toepassing onbedoeld en vaak ook onbewust terechtkomen in grond- en oppervlaktewater. De meest bekende emissieroutes zijn drift (verwaaien van spuitdruppeltjes tijdens toepassing) en uitspoeling. Daarnaast kunnen bestrijdingsmiddelen ook in het milieu komen als gevolg van bijv. atmosferische depositie en oppervlakkige afspoeling. Een aantal beleidsfactoren verkleinen de emissiekans. Verder staat niet per definitie vast welke stoffen per gewasteelt worden gebruikt en op welke manier ze worden aangewend. Dit is sterk afhankelijk van het management. Daarom wordt binnen de WKK-Landbouw geen basiskaart voor dit thema opgenomen. Een goede methode en gegronde redenen ontbreken om het thema 'Zware metalen' in dit stadium al in de waterkanskaarten in te bouwen. De afspraak voor dit thema luidt dan ook dat hieraan in een volgende fase meer aandacht moet worden besteed. Het thema 'Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies' is in deze fase alleen gecombineerd met het thema 'Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater'. Bij deze combinatie van thema's speelt dat intensieve teelten in stroomopwaarts gelegen, niet-kwetsbare watersystemen, kwetsbare watersystemen stroomafwaarts nadelig kunnen beïnvloeden. Het is echter mogelijk dat dit water omgeleid wordt langs het kwetsbare gebied. Binnen de WKK-Landbouw wordt in eerste instantie aangenomen dat dit gebeurt. De kwetsbare watersystemen zijn bekend bij de waterschappen. Het inbouwen van het positioneringprincipe in deze kaart wordt uitgesteld tot een latere fase.

Voor het vervaardigen van de basiskaarten voor de WKK-Landbouw zijn per thema één of meer bronkaarten nodig. De volgende bronkaarten zijn gebruikt voor de WKK-Landbouw:

- Bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 50.000;
- KNMI-districten;
- Aanwezigheid oppervlaktewater voor beregenen;
- Beleid gebruik grondwater voor beregenen;
- Kwaliteit oppervlaktewater (zoutgehalte);
- LGN1 t/m 4 (Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland; historisch en actueel);
- Top10-vector;
- Bossen;
- AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland);
- Peilvakken;
- BZL (Besluit Zand- en Lössgronden)
- Kwetsbare watersystemen.

Bij bronkaarten zijn factoren als actualiteit en nauwkeurigheid van groot belang. De bodem- en grondwatertrappenkaart die voor dit project is gebruikt, is de digitale versie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000. Deze kaart is opgenomen per kaartblad. De opnameperiode is behoorlijk lang geweest (al in 1961 is het eerste kaartblad uitgekomen, terwijl het laatste blad verscheen in 1995). Met

name de grondwatertrap is op veel plaatsen na de opname veranderd door verschillende ingrepen (zoals landinrichtingsprojecten, drinkwateronttrekkingen, veranderde oppervlaktewaterpeilbesluiten), waardoor vooral de eerste kaarten verouderd kunnen zijn. Sommige (delen van) kaartbladen zijn geactualiseerd. Tijdens de opnameperiode is de indeling in grondwatertrappen (Gt-klassen) verder opgesplitst, waardoor de Gt-indeling per kaartblad kan verschillen. Tevens zijn veranderingen opgetreden bij veel veengronden en moerige gronden doordat de veendikte is veranderd.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het waterschap Hunze en Aa's heeft in samenwerking met Royal Haskoning, de provincie Groningen en het waterschap Noorderzijlvest de methodiek voor waterkansenkaarten ontwikkeld. Het gaat nadrukkelijk over methodiek, omdat het verder gaat dan het maken van een kaart. De waterkansenkaarten geven aan in hoeverre een gebied geschikt is voor een bepaalde functie met de achterliggende argumenten en basisinformatie. Centraal staat het communiceren over water met de actoren op het gebied van de ruimtelijke ordening met als doel water als ordenend aspect mee te laten wegen. Voor het waterschap Hunze en Aa's zijn reeds waterkansenkaarten gemaakt voor de functies bouwen, natte natuur en waterberging.

Momenteel werken waterschappen en provincies in Noord Nederland (provincie Groningen, Friesland, Drente en een gedeelte van Overijssel, figuur 1) samen bij het verder ontwikkelen en invullen van de methodiek voor waterkansenkaarten. Dit is van belang bij bijvoorbeeld het opstellen van waterplannen voor gemeenten die in meerdere waterschappen liggen of bij het opstellen van gebiedsvisies over de grenzen van verschillende waterschappen en provincies heen. Voor Noord Nederland zijn waterkansenkaarten voor de functie bouwen inmiddels uitgewerkt.

Bij het verder ontwikkelen van de applicatie waterkansenkaarten is vervolgens de behoefte ontstaan aan een invulling voor de functie landbouw. Dit rapport beschrijft de methode van waterkansenkaarten voor landbouw (WKK-Landbouw) voor Noord Nederland. Met name een snel inzicht in -en overzicht van- de geschiktheid en kwetsbaarheid van verschillende, voor deze regio, relevante gewasteelten zijn hierin mogelijk geworden. Om deze reden is gekozen voor een methodiek in GIS omdat hiermee op een interactieve manier informatie uitgewisseld kan worden. Het middel GIS biedt de mogelijkheid om argumenten en basisinformatie te visualiseren en te combineren. Als bijvoorbeeld een gebied voor een bepaalde gewasteelt landbouwkundig niet geschikt is of te kwetsbaar is voor zijn omgeving, worden in de applicatie niet alleen de contouren van het betreffende gebied zichtbaar, maar tevens de reden(en) van de ongeschiktheid en/of kwetsbaarheid en mogelijke oplossingen voor opheffing van de teeltproblemen via een kennistabel. Verder kan zichtbaar worden gemaakt welke basisinformatie (meta-informatie) hierbij wordt gebruikt. Een ander voordeel van een methodiek in GIS is dat nieuwe informatie en nieuwe inzichten snel kunnen worden opgenomen. Hiermee kan de methodiek voor de waterkansenkaarten altijd aansluiten op de meest actuele informatie en kennis.



Figuur 1 Ligging van de waterschappen in Noord Nederland

1.2 Probleem en doelstelling

Het uitgangspunt voor dit project is het vervaardigen van waterkansenkaarten voor de functie landbouw op grond van huidige beschikbare gegevens en kennis. De methodiekontwikkeling bestaat uit het vaststellen van geschiktheden (voortbrengend vermogen) en kwetsbaarheden (negatieve beïnvloeding van omgeving) van relevante (gangbare) gewasteelten in de vorm van basiskaarten (thema's) en een relatiematrix.

De methodiek voor de waterkansenkaarten is een belangrijk instrument bij visievorming op het gebied van de ruimtelijke ordening. Door op een pro-actieve manier informatie over het watersysteem in te brengen in de planvorming, kunnen de waterschappen water als mede-ordenend aspect laten meewegen in de functietoekenning. De waterkansenkaarten voor landbouw (WKK-Landbouw) worden toegepast bij het opstellen van gebiedsvisies, provinciale omgevingsplannen of streekplannen en waterbeheersingsplannen. Het interactieve waterkansen-instrumentarium vormt hierbij een belangrijk communicatiemiddel om de waterinformatie “tussen de oren” te krijgen van de plannenmakers.

Tevens heeft het instrumentarium tot doel om de functietoekenning te concretiseren. Dit betekent dat als een gebied de functie ‘landbouw’ heeft toegewezen gekregen, de

methodiek van de WKK-Landbouw aangeeft welke vormen van landbouw mogelijk zijn. De WKK-Landbouw is daarmee een instrument om de bandbreedte van het landbouwkundig grondgebruik binnen een gebied te verkennen. Deze bandbreedte kan variëren van bijvoorbeeld bollenteelt tot graslandgebruik. De WKK-Landbouw helpt bij het, vanuit water geredeneerd, zoeken naar een logische indeling van landbouwkundig grondgebruik binnen een gebied.

Een andere doelstelling is dat de WKK-Landbouw een belangrijke rol gaat spelen bij ruimtelijke inrichtingsprocessen (inrichtingsplannen) waarbij maatwerk ten aanzien van het waterbeheer een essentiële rol speelt. Doorgaans moet binnen een inrichtingsgebied, met vaak veel tegenstrijdige belangen, gezocht worden naar een waterhuishoudkundige inrichting die voor alle partijen min of meer aanvaardbaar is. De WKK-Landbouw kan hierbij een zinvolle bijdrage leveren aan de ontwerpprocessen die aan inrichtingsplannen ten grondslag liggen.

De waterkansenkaarten voor landbouw kunnen dus worden toegepast in:

- Provinciale omgevingsplannen;
- Waterplan/structuurplan/bestemmingsplan;
- Gebiedsvisies;
- GGOR/Peilbesluiten;
- Voorlichting.

Provinciale omgevingsplannen

De WKK-Landbouw wordt als informatiebron ingebracht bij het opstellen van provinciale omgevingsplannen. Voor de afweging tussen verschillende functies is het van belang om inzichtelijk te maken waar goede landbouwgronden liggen. Juist door aan te geven welke gebieden waardevol zijn voor de landbouw kan de landbouw een volwaardige rol spelen in de onderhandelingen op het gebied van de ruimtelijke ordening. Ook het inzicht in het effect van landbouw op de omgeving is van belang bij het voeren van deze onderhandelingen. De gebieden waar landbouw geen hinder ondervindt door beperkende maatregelen i.v.m. eisen van de omgeving zijn waardevol voor een rendabele landbouw in de toekomst.

Gemeentelijke waterplannen/bestemmingsplannen

Waterkansenkaarten worden ingebracht bij gemeentelijke waterplannen. Dit geldt niet alleen voor waterkansenkaarten voor bouwen. Om ook de wensen van landbouw op een evenwichtige manier mee te laten wegen is het van belang dat waterkansenkaarten voor landbouw worden ingebracht in gemeentelijke waterplannen. Via een gemeentelijk waterplan kan de informatie uit de waterkansenkaarten voor landbouw uiteindelijk terecht komen in bestemmingsplannen.

Gebiedsvisies

De waterkansenkaarten vormen een belangrijke basis voor gebiedsvisies. Binnen gebiedsvisies is over het algemeen veel vrijheid om aan te geven welke ontwikkelingen wenselijk zijn op RO gebied (Ruimtelijke Ordening) om tot een duurzame functietoekenning te komen. Gebiedsvisies oefenen uiteindelijk invloed uit

op provinciale omgevingsplannen waarin het beleid ten aanzien van de ruimtelijke ordening wordt vastgelegd.

Een voorbeeld van een gebiedsvisie is een streefbeeld voor het watersysteem. De waterkansenkaarten zullen (naast andere informatie) worden gebruikt om een streefbeeld te formuleren voor een duurzaam beheer en inrichting van het watersysteem. Het streefbeeld voor het watersysteem kan worden opgenomen in het waterbeheersplan van het waterschap.

GGOR/peilbesluiten

Bij het opstellen van een GGOR (Gewenst Grondwater- en Oppervlaktewater-regiem) of peilbesluiten komen knelpunten naar voren tussen functies onderling. Zo zullen de wensen van een aardappelteler in een beekdal moeilijk te verenigen zijn met de wensen van natuur of landbouwers op de hogere delen rondom een beekdal. Het is de bedoeling om in het GGOR traject deze knelpunten op te sporen en aan te kaarten bij de provincie. De provincie kan dan in de functietoekenning rekening houden met deze knelpunten. De waterkansenkaarten dienen hiertoe informatie te verschaffen. In de huidige omgevingsplannen is de functietoekenning echter nog erg globaal. Er wordt bijvoorbeeld in het POP (Provinciaal Omgevingsplan) qua functietoekenning geen onderscheid gemaakt in bouwland en grasland. We willen met de waterkansenkaarten voor landbouw wel onderscheid maken in verschillende teelten om inzichtelijk te maken wat de invloed is van verschillende teelten op het watersysteem. Deze inzichten kunnen in de toekomst worden gebruikt om in het POP duidelijker aan te geven welke teelten gewenst zijn op welke plaatsen.

Voorlichting

Waterkansenkaarten voor landbouw kunnen ook gebruikt worden in de landbouwvoorlichting. Aan de hand van de kaarten kunnen teeltadviezen worden gegeven voor landbouwers.

De ontwikkeling van de methodiek en het maken van de basiskaarten is gefaseerd aangepakt. Voordeel van deze werkwijze is dat waterkansenkaarten snel beschikbaar zijn. Binnen dit project zijn twee fases onderscheiden:

- Fase 1 is een verkennende fase en bestaat uit het vaststellen van de relevante gewasteelten voor Noord Nederland en de onderdelen (thema's) die hun geschiktheid en kwetsbaarheid bepalen. De thema's vormen de basiskaarten in de WKK-Landbouw. Deze gegevens zijn uitgewerkt in een kennismatrix waarin per gewasteelt de relaties staan aangegeven met de basiskaarten. Als resultaat van de eerste fase wordt duidelijk welke gewasteelten relevant zijn voor Noord Nederland, welke basiskaarten hierbij nodig zijn, en is de bijbehorende relatiematrix in digitale vorm aangemaakt en ingevuld;
- Fase 2 bestaat uit het vervaardigen van de basiskaarten en dit rapport. De aanbevelingen voor nader onderzoek vormen een uitgangspunt voor de vervolgfase(n). Als resultaat van de tweede fase zijn, voor de relevante gewasteelten voor Noord Nederland, de basiskaarten in digitale vorm aangemaakt. De basiskaarten en de relatiematrix hebben een formaat waarmee ze door Royal Haskoning geïmplementeerd worden in de reeds bestaande applicatie

waterkansenkaarten voor de functie bouwen. Deze applicatie draait onder ArcView (grid-formaat) met Spatial Analyst.

1.3 Opzet van het rapport

In deze rapportage is gepoogd een zo volledig mogelijke verantwoording van het onderzoek te geven. In hoofdstuk 1 is het doel van de methodiek waterkansenkaarten geschetst in relatie tot de toepassing. Per basiskaart (thema) worden telkens de onderlinge relaties met de gewassen en eventueel andere kaarten genoemd. Al deze relaties bij elkaar vormen de kennismatrix (bijlage 1). Paragraaf 2.1 beschrijft de methode om de gangbare gewassen in Noord Nederland vast te stellen. In de paragrafen 2.2.1 t/m 2.2.8 komen alle basiskaarten aan de orde die te maken hebben met de geschiktheid. Paragrafen 2.3.1 t/m 2.3.5 bevatten de gevolgde methodes van de basiskaarten behorend bij de kwetsbaarheid. Hoofdstuk 3 is een opsomming van de belangrijkste bronkaarten met meta-informatie. In hoofdstuk 4 zijn conclusies, kennislacunes en aanbevelingen voor verder onderzoek gegeven.

2 Kennismatrix en basiskaarten

De methodiekontwikkeling van de applicatie waterkansenkaarten voor de functie landbouw (WKK-Landbouw) begint met het vaststellen van geschiktheden (voortbrengend vermogen) en kwetsbaarheden (negatieve beïnvloeding van omgeving) van relevante gewasteelten binnen Noord Nederland. De geschiktheden en kwetsbaarheden, die meestal sterk watergerelateerd zijn, zijn per onderdeel (thema) uitgewerkt. De thema's vormen de basiskaarten in de WKK-Landbouw. De relaties die de verschillende gewasteelten hebben met de basiskaarten staan beschreven in de kennismatrix (bijlage 1). In deze kennismatrix bestaat de mogelijkheid om thema's als 'harde' of als 'zachte' criteria te onderscheiden. 'Harde' criteria worden gevormd door essentiële thema's en kunnen in de waterkansenkaarten niet worden genegeerd. 'Zachte' criteria worden gevormd door informatieve thema's en kunnen in de applicatie daarentegen met een '*window button*' op wens van de gebruiker worden 'uitgezet'.

Dit hoofdstuk begint met een paragraaf over de vaststelling van relevante gewasteelten binnen de regio Noord Nederland. Daarna worden de geschiktheden en kwetsbaarheden in thema's beschreven. Elk thema (basiskaart) bestaat volgens de terminologie van de waterkansenkaarten uit één of meerdere factoren (bronkaarten, bijlage 2). Voor elke factor is per teelt een grenswaarde vastgesteld ten behoeve van de WKK-Landbouw (bijlage 1). Deze grenswaarde bepaalt mede of bij de teelt van een gewas wel of niet problemen ontstaan. Wanneer een thema meerdere factoren - en dus meerdere grenswaarden - bevat, worden deze grenswaarden onderling gewogen. Deze afweging wordt toegelicht in een schema die voor elk thema wordt getoond. De resultaten per thema vormen de basiskaarten voor de WKK-Landbouw.

2.1 Gewaskeuze

Binnen de waterkansenkaarten voor de functie landbouw is gekozen voor een methodiekontwikkeling die gericht is op productielandbouw. In de toekomst kan hier bijvoorbeeld beheerslandbouw als tweede functie aan worden toegevoegd. Verder vindt op dit moment binnen de applicatie WKK-Landbouw een evaluatie plaats van individuele gewasteelten in plaats van rotatieteelten. Dit heeft als voordeel dat voor elke teelt afzonderlijk de evaluatie bekend is. In een later stadium kunnen evaluaties van individuele teelten alsnog worden gecombineerd om een bouwplan te beoordelen. Door gebruik te maken van recente landgebruikbestanden (bijv. LGN4) zijn gebiedspecifieke bouwplannen per regio te achterhalen.

Bij de vaststelling van relevante (gangbare) gewassen voor de WKK-Landbouw van Noord Nederland hebben we in eerste instantie gebruik gemaakt van het LGN4-bestand (Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland). We zijn bij de eerste selectie uitgegaan van gewassen die meer dan 3% van de totale oppervlakte (dus inclusief

bebouwing, wegen enz.) innemen. Uit het LGN4-bestand (1999-2000) blijkt dan, dat de volgende gewassen voor Noord Nederland in aanmerking komen:

- Gras (ca. 45%);
- Aardappelen (ca. 8%);
- Granen (ca. 8%);
- Snijmaïs (ca. 5%);
- Suikerbieten (ca. 4%).

Deze gewassen worden sowieso binnen de WKK-Landbouw behandeld. Aardappelen worden in de WKK-Landbouw nog opgesplitst in consumptie- en fabrieksaardappelen (pootaardappelen worden –voorlopig- buiten beschouwing gelaten). Het areaal met bloembollen (met name lelies en tulpen) betreft een relatief klein oppervlak (ca. 0,19%) maar wordt binnen de waterkansenkaarten wel belangrijk gevonden vanwege het intensieve karakter van de teelt, met name het gebruik van bestrijdingsmiddelen heeft een belangrijke invloed op omliggende functies, en vanwege een reële kans op toekomstige uitbreidingen van deze teelt. Bos komt uiteraard voor (loofbos ca. 3% en naaldbos ca. 2%) maar het is moeilijk om productiebos te onderscheiden van bossen met een andere functie, zoals natuur of recreatie. Verder heeft productiebos alleen een HELP-tabel (par. 2.2) voor grove den (status 2002). Boomgaarden komen nauwelijks voor (ca. 0,03%) en worden derhalve, net als bos, in deze applicatie niet uitgewerkt. Glastuinbouw komt relatief weinig voor (ca. 0,05%) maar is wel van belang voor de waterkansenkaarten, met name vanwege de hoge kwaliteitseisen die deze teelt stelt aan (oppervlakte)water. Omdat deze landbouwvorm echter niet grondgebonden is, zou glastuinbouw beoordeeld moeten worden in de WKK-Bouwen. Het kwaliteitsaspect van het (oppervlakte)water wordt ten aanzien van glastuinbouw wel meegenomen in de WKK-Landbouw (par. 2.2.2).

In tweede instantie geeft het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek) extra informatie over de LGN4-klasse ‘overige landbouwgewassen’ (ca. 3%). Hieruit blijkt dat, binnen deze groep, tuinbouw in de volle grond het belangrijkste aandeel vormt. Tuinbouw in de volle grond wordt in de HELP-tabellen opgesplitst in zomer- en wintergroenten. Beide vormen van tuinbouw worden behandeld in de WKK-Landbouw. Een kleiner aandeel binnen de groep ‘overige landbouwgewassen’ wordt gevormd door boomteelt. Binnen de applicatie waterkansenkaarten wordt gekozen voor overige boomteelt, waarmee de ‘laanbomen en vruchtboomonderstammen’ worden uitgesloten. Een compleet overzicht van de gewassen die nu zijn opgenomen in de WKK-Landbouw geeft tabel 2. Alle andere landbouwgewassen worden in de WKK-Landbouw niet behandeld.

2.2 Geschiktheid

Voor de landbouwkundige gebruikswaarde van grond is, naast de grondsoort, de waterhuishouding van groot belang. De fluctuatie van het grondwater wordt binnen de WKK-Landbouw gekarakteriseerd door grondwatertrappen (Gt's). De Gt in combinatie met het bodemtype levert voor de verschillende bodemgebruiksvormen

een gebruikswaarde op die nader kan worden gekwantificeerd. Per bodemgebruiksvorm (gewasteelt) kunnen de landbouwkundige gebruikswaarden nogal variëren. De in de praktijk hiervoor gebruikte HELP-tabellen geven opbrengstdepressies weer voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen (Werkgroep HELP-tabellen 1987; Brouwer en Huinink 2002).

Alleen de –voor Noord Nederland- relevante landbouwvormen/gewassen met voldoende recent beschikbare informatie zijn uitgewerkt. Het betreft gewassen die horen tot de productielandbouw waarvoor in Alterra-rapport 429 (Brouwer en Huinink 2002) HELP-tabellen zijn uitgewerkt volgens de ‘HELP-methode’. De complete lijst van gewassen met een HELP-tabel in Alterra-rapport 429 zijn: gras (met en zonder herinzaaikosten), aardappelen, suikerbieten, granen, grove zomergroenten (erwten, bonen, koolsoorten, witlof), wintergroenten (prei, spruiten, herfstbloemkool), bladgroenten (bospeen), snijmais, bloembollen, groot fruit, klein fruit, boomteelt (laanbomen, vruchtboomonderstammen) en overige boomteelt. De landgebruiksvormen bos, biologische landbouw en beheerslandbouw worden vanwege het ontbreken van een HELP-tabel eventueel pas in een latere fase verder uitgewerkt.

De HELP-tabellen vormen een belangrijk onderdeel van de applicatie WKK-Landbouw. Er zijn een aantal versies van HELP-tabellen in omloop, waarvan de twee laatste versies (Werkgroep HELP-tabellen 1987; Brouwer en Huinink 2002) het best gebruikt kunnen worden (tabel 1). Voor de applicatie WKK-Landbouw is gekozen voor de HELP-tabellen van J.T.M. Huinink (2002). Deze keuze is vooral gebaseerd op het feit dat de tabellen van Huinink het meest zijn aangepast aan voortschrijdende inzichten en kennis. Een bijkomend voordeel hierbij is dat ook binnen de projecten GGOR (Gewenst Grondwater- en Oppervlaktewaterregiem) en Doeland (Doelrealisatie Landbouw) deze tabellen worden toegepast.

In Noord Nederland werken de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel met de inliggende waterschappen samen aan het project GGOR. Provincie Friesland is agendalid bij dit samenwerkingsverband. Het doel van deze samenwerking is om overeenstemming te krijgen over de wijze waarop het GGOR een plaats krijgt in beleid en beheer bij zowel de waterschappen als de provincies. Doeland is een methodiek waarmee bepaald kan worden in hoeverre de grondwaterstanden voldoen aan de wensen van de landbouw. De methodiek van Doeland kan worden ingezet bij het opstellen en beoordelen van peilbesluiten, het bepalen van de gewenste grondwatersituatie (GGOR) en bij het berekenen van effecten van ingrepen in het hydrologisch systeem. De methodiek Doeland bepaalt de opbrengstdepressie op basis van een combinatie van:

- Grondgebruik (bouwplan);
- Bodemtype;
- Grondwaterregime (gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand);
- Maaiveldhoogte.

De kern van de methodiek Doeland bestaat uit het opzoeken van opbrengstdepressies in de HELP-tabellen voor het actuele of te verwachten grondgebruik,

bodemtype en grondwaterregime. Doeland is opgenomen in het "waterlood-instrumentarium" (STOWA 2002).

Hoewel op dit moment de tabellen van Huinink (nog) niet semi-continu (intervallen van 5 cm voor de GHG en GLG) zijn gemaakt, is dit geen probleem omdat ook de bronkaart 'Grondwatertrappen' (nog) niet semi-continu is.

Tabel 1 Verschillen in HELP-tabellen

Werkgroep HELP-tabellen (1987)	Huinink (2002)
Aantal bodemcodes per tabel: 72	Aantal bodemcodes per tabel: 14
Groter onderscheidend vermogen maar ook schijnnaauwkeurigheid	Overzichtelijk en eenvoudig te implementeren
Niet geactualiseerd	Geactualiseerd
Voor grasland geen herinzaaikosten doorberekend	Wel herinzaaikosten doorberekend
Niet voor elk gewas uitgewerkt	Ook uitgewerkt voor grove zomergroenten, wintergroenten, bloembollen en boomteelt
Semi-continu (intervallen van 5 cm)	Discontinu (Gt-klassen)

De geschiktheid van een grond voor een bepaald gewas wordt voor het overgrote deel verklaard uit de opbrengstcijfers (opbrengstdervingpercentages) van de HELP-tabellen. Naast opbrengstdepressies zijn binnen de waterkansenkaarten echter nog meer thema's onderscheiden die direct of indirect iets te maken hebben met de geschiktheid van een grond voor landbouwgewassen en die nog niet verdisconteerd zijn in de HELP-tabellen. De meeste van deze thema's zijn, net als de opbrengstdepressies, (sterk) afhankelijk van water (grondwatertrap):

- Mogelijkheid voor wateraanvoer (beregenen/infiltratie);
- Verkaveling;
- Stenigheid;
- Stuijgevoeligheid;
- Oxidatie van organische stof;
- Gevaar voor inundatie.

Alleen de thema's stenigheid en verkaveling zijn niet, of in mindere mate, watergerelateerd. Om de gebruikers van de WKK-Landbouw toch een volledig beeld te kunnen geven van alle aspecten die een rol spelen bij het vaststellen van de geschiktheid van een grond voor een landbouwgewas zijn ze wel in de applicatie meegenomen, maar ingebouwd als "zachte" criteria (zie eerste alinea van hoofdstuk 2).

2.2.1 Opbrengstdepressies

Water is een onmisbare factor voor de groei van planten. Het dient onder andere voor het oplossen van voedingsstoffen in de bodem, voor het transport van voedingsstoffen in de plant, voor koeling van het bladoppervlak en voor het proces van de fotosynthese. Zowel bij een tekort aan water (opbrengstdepressie door watertekort) als bij een overmaat aan water (opbrengstdepressie door wateroverlast) treden stoornissen in de groei op met als gevolg een geringere gewasproductie. Een teveel aan water kan tevens een belemmering vormen voor een optimale

bedrijfsvoering, waardoor de uiteindelijk te verkrijgen opbrengst verder ongunstig wordt beïnvloed (Werkgroep HELP-tabel 1987). Met opbrengstdepressie wordt bedoeld: de vermindering in de fysieke gewasopbrengst als gevolg van een 'afwijking' in de bodem en grondwatertrap ten opzichte van de gemiddelde opbrengst (praktisch potentieel saldo) die haalbaar is op een, voor dat gewas, ideale bodem en grondwatertrap en bij optimaal management. Hoewel de HELP-tabellen spreken van opbrengstderving, hebben zij geenszins uitsluitend betrekking op fysieke gewasopbrengsten en zijn oogstbaarheid en kwaliteitsaspecten van het oogstproduct nadrukkelijk in de beoordeling betrokken (Brouwer en Huinink 2002). Binnen de waterkansenkaarten zijn drie soorten opbrengstdervingen onderscheiden: derving door wateroverlast (natschade), derving door watertekort (droogteschade) en de totale derving. De basiskaart voor het bepalen van de verschillende opbrengstdepressies is de huidige Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000 aangepast aan de veranderde veendikte m.b.v. detailkaarten t.b.v. het project GGOR (De Vries 2003). Als in de nabije toekomst delen van deze basiskaart zijn geactualiseerd op bodemtype en/of op Gt (bijvoorbeeld via de nieuwe Gd-techniek; Grondwaterdynamiek, par. 3.1) dan is het wenselijk dat deze nieuwe kaart snel in WKK-Landbouw wordt ingebracht.

Derving door wateroverlast

Ypma et al. (1999) gebruiken een algemene grenswaarde van toelaatbare derving voor landbouw; zij stellen dat de opbrengstdepressie van een landbouwgewas maximaal 30% mag bedragen. Het praktisch potentieel saldo van een gewasteelt is voor het vaststellen van deze grenswaarde echter medebepalend. Als namelijk het telen van een bepaald gewas veel geld oplevert, zal een grondgebruiker zijn percelen strenger selecteren en zal het voor hem financieel gemakkelijker zijn om percelen uit te ruilen of elders te pachten. Kortom: naarmate een gewas financieel meer oplevert, zal minder opbrengstdepressie worden getolereerd. Aan de hand van bestaande opbrengstdepressiekaarten per gewas (Brouwer en Huinink 2002) is op een praktische manier getracht om de algemene grenswaarde van 30% nader te specificeren. Op deze kaarten zijn voor bekende teeltgebieden de (grenzen van) heersende opbrengstdepressies nader bekeken. De grenswaarden van toelaatbare opbrengstdepressie door wateroverlast staan, tezamen met het praktisch potentieel saldo in euro's $\text{ha}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ (Brouwer en Huinink 2002), vermeld in tabel 2.

Voor de toetsing van de grenswaarden is gebruik gemaakt van de huidige opbrengstdepressiekaarten voor Nederland in combinatie met de huidige landgebruikpatronen. Gedeeltelijk zijn deze kaarten gebaseerd op verouderde grondwatertrappen. Het gebruik van geactualiseerde grondwatertrappen in de opbrengstdepressiekaarten voor Nederland zou daardoor nog invloed kunnen hebben op de vaststelling van de grenswaarde.

Derving door watertekort

Bij het vaststellen van de maximaal toelaatbare (grenswaarde) opbrengstdepressie door droogte speelt het praktisch potentieel saldo van het gewas eveneens een belangrijke rol. De gewassen worden -binnen de waterkansenkaarten- ingedeeld in drie groepen: relatief hoog, matig en laag renderende gewassen. Voor het vaststellen

van de grenswaarden per gewas hebben we ook hier gebruik gemaakt van de bestaande opbrengstdepressiekaarten per gewas (Brouwer en Huinink 2002). De grenswaarden van toelaatbare opbrengstdepressie door droogte staan in tabel 2.

De klimatologische omstandigheden in ons land zijn niet overal gelijk; met name in de kustgebieden wijkt het neerslag- en verdampingspatroon, zowel wat betreft de hoeveelheid als wat betreft de verdeling over het jaar, aanzienlijk af van meer landinwaarts gelegen gebieden. Deze afwijkingen zijn het grootst in het zomerhalfjaar (groeiseizoen). Bij het toekennen van de opbrengstdepressies door droogte wordt Nederland derhalve opgesplitst in KNMI-districten. Dit betekent voor Noord Nederland dat de derving door watertekort voor de waddeneilanden met een factor 1,3 moet worden vermenigvuldigd (werkgroep HELP-tabel 1987). De correctie op verschillen in neerslagtekort in het groeiseizoen gebeurt bij deze methode vrij abrupt. In een vervolgfase kan hierin vrij eenvoudig een verbetering worden aangebracht als de correctie genuanceerder plaats vindt volgens gedetailleerde kaartjes van het neerslagtekort van het KNMI.

De factor 'Derving door watertekort' kan sterk worden beïnvloed door een andere factor, namelijk 'Wateraanvoer' (mogelijkheden voor beregenen). Deze interactie wordt verder behandeld in paragraaf 2.2.2.

Totale derving

De factor 'Totale derving' is als selectie criterium in de waterkansenkaarten opgenomen om 'slechte' gronden voor een bepaald gewas aan te kunnen wijzen die bij de vorige twee opbrengstdepressiefactoren apart 'net' niet worden geselecteerd. Deze gronden hebben afzonderlijk een toelaatbare opbrengstdepressie, zowel voor wateroverlast als voor watertekort, maar gecombineerd is de totale opbrengstdepressie toch ontoelaatbaar. Voor de grenswaarde van toelaatbare totale opbrengstdepressie geldt de mildste grens uit de derving voor wateroverlast of voor watertekort; deze is bij elk gewas gelijk aan de grenswaarde van de derving door wateroverlast (tabel 2).

Tabel 2 Grenswaarden van toelaatbare opbrengstdervingen*) (%) en praktisch potentieel saldo (€ ha⁻¹.j⁻¹) per gewas

Gewas	Praktisch potentieel saldo	Wateroverlast	Watertekort	Totale derving
gras	727	35	25	35
consumptieaardappelen	4640	20	20	20
fabrieksaardappelen	1950	30	25	30
granen (wintertarwe)	1750	30	25	30
suikerbieten	3700	20	20	20
snijmaïs	990	35	25	35
tuinbouw (zomergroenten)	2220	25	20	25
tuinbouw (wintergroenten)	7050	20	15	20
bollen (lilies en tulpen)	15000	15	15	15
overige boomteelt	35000	15	15	15

*) de opbrengstdervingen zijn afgerond naar intervallen van 5% om schijnnaauwkeurigheid te vermijden.

Tegenwoordig worden -voor een beter begrip- in de praktijk vaak andere cijfers gehanteerd onder de term 'doelrealisatie'. Hiermee wordt, min of meer, de reciproque waarde van de totale derving bedoeld. Onder normale omstandigheden zou dit voor bijvoorbeeld gras en snijmaïs inhouden dat de doelrealisatie 65% (100 minus 35) is. Bij deze omzetting kan echter een verschil ontstaan als voor een bepaalde regio andere beperkende voorwaarden gelden, zoals bijvoorbeeld bij retentiegebieden of calamiteitenpolders e.d. Om reden van eenduidigheid kiezen we daarom binnen de WKK-Landbouw voor de termen derving en opbrengstdepressie. Alleen op deze wijze kunnen percentages binnen geheel Noord Nederland namelijk absoluut met elkaar worden vergeleken.

2.2.2 Wateraanvoer (kwantiteit en kwaliteit)

Een goede continue watervoorziening is een voorwaarde voor een kwalitatief en kwantitatief optimale productie van gewassen. Water voor het gewas kan direct beschikbaar komen via neerslag en capillaire opstijging uit het grondwater of indirect door beregening. Een goede watervoorziening is op veel plaatsen niet op natuurlijke wijze gegarandeerd. Met wateraanvoer wordt in deze paragraaf een kunstmatige, aanvullende watervoorziening in de vorm van beregening, bevoeiing of infiltratie bedoeld om een betere gewasgroei te realiseren. Redenen om te beregenen zijn (Dekkers 2000):

- Verhogen fysieke opbrengst;
- Bevorderen aanslaan plantmateriaal;
- Handhaven van de kwaliteit;
- Beschikbaarheid nutriënten;
- Verbeteren van de werking van herbiciden.

Beregemen is niet ieder jaar nodig. Het is afhankelijk van gewas, grondsoort, grondwatertrap, en vooral van het weer. De gemiddelde kosten voor wateraanvoer, gemaakt door de agrariër, worden gesteld op € 300,- ha⁻¹.j⁻¹ voor extensieve teelten en € 500,- ha⁻¹.j⁻¹ voor intensieve teelten (Brouwer en Huinink 2002). Bij wateraanvoer spelen twee factoren een rol, namelijk waterkwantiteit en -kwaliteit. De waterkwantiteit wordt deels bepaald door de aanwezigheid van oppervlaktewater of grondwater waaruit beregend kan worden en deels bepaald door het beleid of beregend mag worden (verlenen van vergunningen). De waterkwaliteit wordt bepaald door de chemische samenstelling (met name de zoutconcentratie, maar ook bijvoorbeeld het ijzergehalte en de hardheid van het water) en door de mogelijke aanwezigheid van ziektekiemen (met name bruinrot bij aardappelen).

Aanwezigheid

Voor het vaststellen van de aanwezigheid van beregeningswater wordt eerst gezocht naar gebieden met voldoende oppervlaktewater en van goede kwaliteit. Pas als dat niet lukt wordt gezocht naar mogelijkheden tot beregenen vanuit het grondwater. Deze werkwijze is het gevolg van een duidelijke voorkeur om te beregenen vanuit het oppervlaktewater in verband met de kosten, de temperatuur van het beregeningswater, en de gevolgen voor de natuur.

Oppervlaktewater

Voor het beregenen is in de zomerperiode (ca. mei tot half augustus) een bepaalde hoeveelheid water per tijdseenheid nodig. Deze hoeveelheid water moet tijdens het beregenen weer aangevuld worden op het punt waar water onttrokken wordt. Dit is noodzakelijk omdat de inlaat van de pomp altijd onder water moet blijven om water te kunnen oppompen. Indien het debiet onvoldoende is, kan via de sloot onvoldoende water worden aangevoerd. Dit kan worden veroorzaakt door een te gering verval en/of een te grote weerstand tegen transport (de natte doorsnede van de sloot kan te klein zijn, onder andere door teveel begroeiing). Beregenen uit oppervlaktewater is dan niet mogelijk zonder extra voorzieningen (Dekkers 2000). Voor het vaststellen van aanwezigheid van oppervlaktewater, waaruit beregend kan worden, is een methodiek gevolgd die wordt beschreven in paragraaf 3.2.

Grondwater

Om de beschikking te hebben over grondwater, moeten putten worden geslagen die voldoende capaciteit hebben om te kunnen beregenen. Een te lage capaciteit van de watervoerende laag ten opzichte van de capaciteit van de pompinstallatie kan het gebruik van grondwater verhinderen. Plaatsen met in de ondergrond dikke pakketten tertiaire klei, zoals in het oosten van Nederland bij Winterswijk, komen in Noord Nederland niet voor. Wel komen er behoorlijk dikke klei-, keileem- en potkleipakketten en veenlagen voor. Dit kan het probleem opleveren dat diep geboord moet worden waardoor de kosten voor het aanleggen van een puls hoog worden. In de praktijk wordt voor landbouwtoepassing tot 140 m diepte geboord (pers. med. J.T.M. Huinink, EC-LNV). Binnen de WKK-Landbouw is daarom aangenomen dat voor Noord Nederland gebiedsdekkend voldoende grondwater aanwezig is.

Beleid

Via wet- en regelgeving zijn, en worden steeds meer, randvoorwaarden aan beregening gesteld. Goed beregeningswater is een schaars product waar zuinig mee moet worden omgegaan. Elke provincie moet volgens de 'Wet op de waterhuishouding' een plan maken, waarin de belangrijkste zaken over de waterhuishouding staan.

Oppervlaktewater

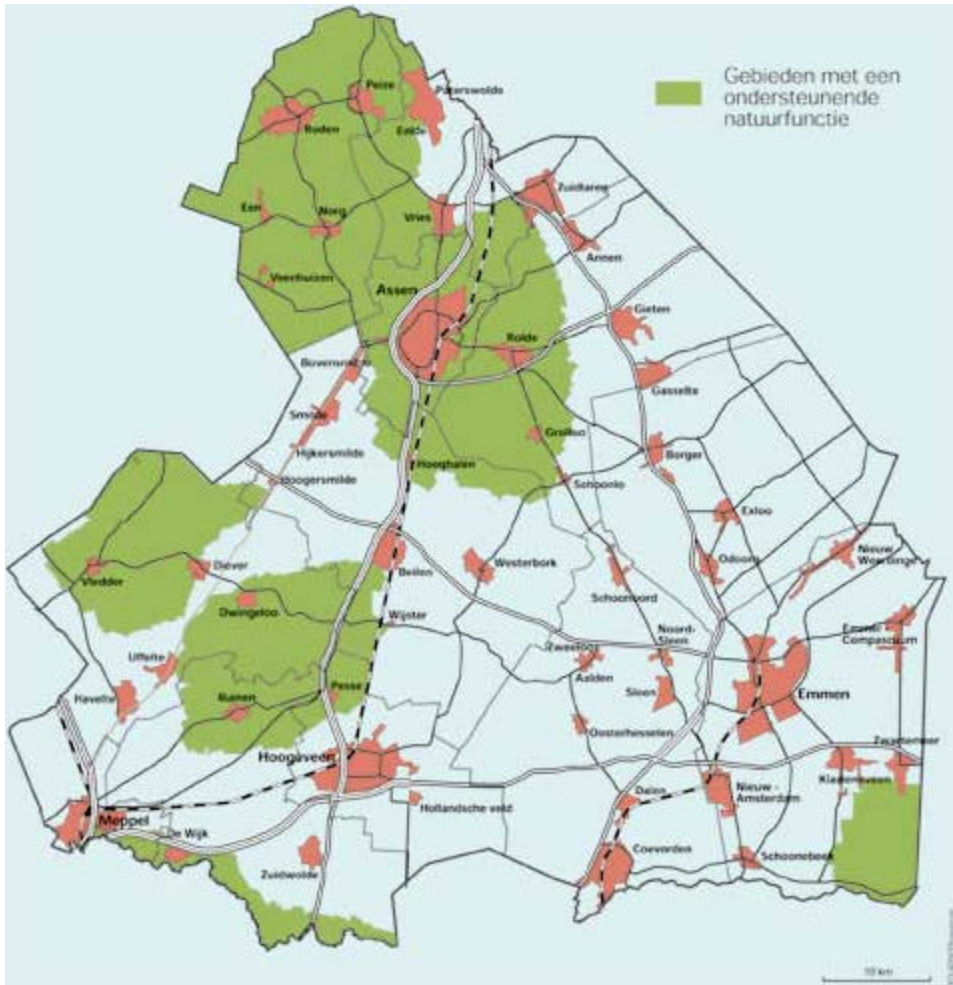
Bij gebruik van oppervlaktewater geldt dat in principe altijd water onttrokken mag worden voor beregening, zolang voldoende oppervlaktewater aanwezig is en de onttrekkingen geen probleem opleveren voor het peilbeheer. Binnen de WKK-Landbouw wordt dit zo geïnterpreteerd dat in principe overal beregening vanuit het oppervlaktewater is toegestaan. De gebieden waar technische problemen kunnen ontstaan bij het onttrekken van oppervlaktewater volgen namelijk al uit de bronkaart 'Aanwezigheid van oppervlaktewater'.

Grondwater

Sinds 1984 kent Nederland één landelijke regeling voor het doelmatig gebruik van grondwater: de Grondwaterwet. Deze wet draagt het grondwaterbeheer op aan de

provinciale besturen (Provincie Fryslân 2000). Het beleid ten aanzien van het beregenen met grondwater verschilt per provincie:

- Drente: beregening uit grondwater is niet toegestaan wanneer voldoende oppervlaktewater van goede kwaliteit aanwezig is (te beoordelen door het waterschap). In gebieden met een ondersteunende natuurfunctie (figuur 2), is grondwateronttrekking voor beregening van grasland en akkerbouwgebieden verboden. Voor hoogsalderende teelten (tuinbouw: zomer- en wintergroenten, bollen en boomteelt) is beregening of bevoeiing ten allen tijde en in de gehele provincie toegestaan, tenzij voldoende oppervlaktewater van goede kwaliteit aanwezig is.



Figuur 2 Gebieden met ondersteunende natuurfunctie voor de provincie Drente

- Groningen: voor laagwaardige toepassingen zoals beregening is grondwatergebruik niet toegestaan, tenzij geen belangen worden geschaad en het grondwater niet nodig is voor een hoogwaardige toepassing.
- Friesland: ten aanzien van beregening uit grondwater heeft GS van Fryslân in 1994 besloten om geen bijzondere beperkingen aan grondwateronttrekkingen voor beregeningsdoeleinden in zandgebieden op te leggen. In het huidige WHP houdt de provincie daaraan vast, maar stelt wel dat de waterbeheerders en

grondgebruikers gezamenlijk een verdere toename van grondwaterwinning in dit gebied moeten voorkomen.

- *Overijssel*: beregening uit grondwater wordt toegestaan mits voldoende water beschikbaar is. De beschikbaarheid van water wordt in hellende gebieden beoordeeld aan de hand van een maatgevende afvoer. In peilbeheerste gebieden wordt de beschikbaarheid beoordeeld aan de hand van een maatgevend peil.

Ook al ontbreekt een provinciaal beleid (met uitzondering van de provincie Drente) dat beperkingen oplegt aan grondwateronttrekkingen voor beregening, er is wel degelijk de wens om de onttrekkingen uit het grondwater niet verder te laten toenemen. Dit resulteert binnen de methodiek van de WKK-Landbouw dat deze wens sturend is opgenomen. De beoordeling van mogelijkheden voor beregening uit grondwater is hierdoor afhankelijk van de mate waarin belangen geschaad worden. In de meeste gevallen betekent dit, dat beregening vanuit grondwater geen verdroging van natuur mag opleveren. Uitzondering hierop vormen de droge natuurgebieden, omdat een verlaging van de grondwaterstand hier vrijwel geen effect zal hebben. Voor de WKK-Bouwen is een kaart aangemaakt met invloedsgebieden rondom (niet droge-) natuur. Bij de beoordeling van mogelijkheden voor beregening uit grondwater is gebruik gemaakt van deze kaart. Deze kaart geeft qua streven naar terugdringing van grondwateronttrekkingen voor landbouw een realistischer beeld dan bijvoorbeeld de Drentse kaart met “gebieden met ondersteunende natuurfunctie” (figuur 2).

Door de kaart met invloedsgebieden rondom (niet droge-) natuur te gebruiken bij het vaststellen van het beleid komt ook het grootste deel van het zuid-oostelijk zandgebied van Friesland naar voren als een gebied waar beregening vanuit grondwater niet wenselijk is. Dit gebied was door de Friesche Waterschappen in een eerder stadium al aangegeven als een gebied waar eigenlijk geen onttrekkingen meer zouden moeten plaatsvinden.

Voor een volledig overzicht is binnen de WKK-Landbouw de kaart met invloedsgebieden rondom natuur gecombineerd met de kaart van de provincie Drente met “gebieden met ondersteunende natuurfunctie” (paragraaf 3.3). De provincie Drente heeft naast een kaart met ondersteunende natuurfuncties ook nog kaarten toegezonden van grondwaterbeschermingsgebieden (verbod op boringen vanaf 2 m diepte) en verbodzones (verbod op boringen vanaf resp. 15 en 50 m diepte). Deze gebieden (eventueel ook uitgebreid voor de andere provincies) worden in een vervolgfase in de methodiek ingebouwd.

Het effect van beregenen wordt binnen de WKK-Landbouw alleen doorgerekend voor de intensieve gewasteelten (NB. met intensieve gewasteelten wordt in dit verband een iets andere gewassenstelling bedoeld dan bij de hoogsalderende gewassen gebruikt in de beleidsvisie van de provincie Drente), namelijk:

- Aardappelen (consumptie- en fabrieksaardappelen);
- Suikerbieten;
- Tuinbouw (zomer- en wintergroenten);
- Bollen;
- Overige boomteelt.

Voor gras, granen en snijmaïs veronderstelt de WKK-Landbouw dat beregening in het algemeen niet rendabel is.

Kwaliteit

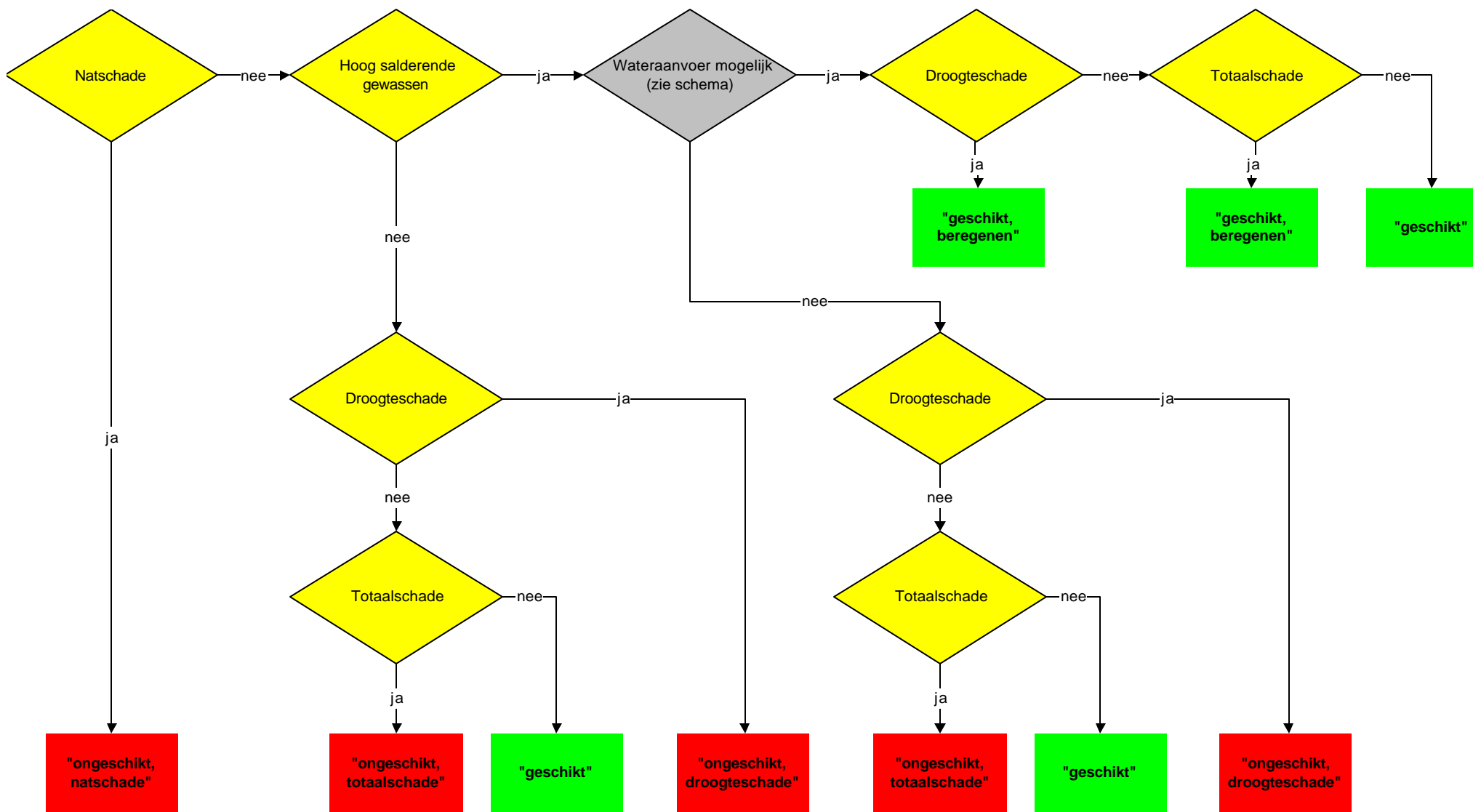
De kwaliteit van het beregeningswater moet aan een aantal eisen voldoen om met succes te kunnen beregenen. De pH, het zout-, ijzer-, mangaan-, methaan-, ammoniak-, zwavel-, waterstof- en/of het organische-stofgehalte moeten beneden een bepaald niveau liggen (Dekkers 2000). De temperatuur van het beregeningswater moet bij voorkeur niet te laag zijn (speelt alleen een rol bij grondwater). Verder kan de kwaliteit van beregeningswater negatief worden beïnvloed door de aanwezigheid van ziektekiemen. In Noord Nederland spelen zoutproblematiek en ziektekiemen (met name bruinrot bij aardappelen) in het oppervlaktewater de grootste rol. Daarnaast wordt in deze paragraaf even ingegaan op de invloed van ijzer en temperatuur op beregeningswater.

Zout

Voor alle gewassen binnen de waterkansenkaarten mag de zoutconcentratie in het bodemvocht (en dus ook in het beregeningswater) niet te hoog worden. Bij een te hoge zoutconcentratie neemt de opbrengst af, met name doordat de gewassen dan te weinig water kunnen opnemen. Beregening met zout water op wat zwaardere grond kan tevens in combinatie met de neerslag een slechte structuur van de grond opleveren, door dispergeren van de kleideeltjes door de afwisseling van zout(brak)water en zoet regenwater (Dekkers 2000).

Zoute kwel komt met name voor in de wat dieper gelegen poldergebieden met lage oppervlaktewaterpeilen in een zone langs de Wadden- en IJsselmeerkust. Door het peilverschil tussen de polder en Waddenzee of IJsselmeer treedt het van nature aanwezige zoute water uit de diepere ondergrond in sloten aan de oppervlakte. De intensiteit van de kwelstroom (zoutbezwaar) is het grootst waar in die lagere gebieden geen of slechts een dunne deklaag aanwezig is of waar de deklaag is doorsneden door watergangen (pag. 18, Provincie Fryslân 2000). Voorzover zout polderwater wordt uitgemalen naar de Friese boezem verhoogt dit ook het zoutgehalte van het boezemwater, hetgeen de kwaliteit van het elders weer in te laten boezemwater niet ten goede komt (pag. 19, Provincie Fryslân 2000). Wetterskip Fryslân, Wetterskip De Waadkant en waterschap Noorderzijlvest monitoren het chloridegehalte op vaste meetpunten. Tevens hebben zij een doorspoelbeleid om het chloridegehalte in het oppervlaktewater te verlagen.

In het algemeen is de opbrengstreductie recht evenredig met de zoutconcentratie. De mate waarin opbrengstreductie optreedt, is echter ook afhankelijk van het gewas en van andere omstandigheden zoals concentraties van andere stoffen, kwel/wegzijging en meteorologische omstandigheden. Als grens voor zoutbezwaar van zowel gras- als bouwland wordt in het algemeen 600 mg Cl per liter gehanteerd (Huinink et al. 1998). Deze algemene grens is echter niet voldoende nauwkeurig voor de WKK-applicatie, omdat hierin gewasteelten met sterk uiteenlopende zouttoleranties worden beschreven. Bij aardappelen of suikerbieten bijvoorbeeld is bij een zoutgehalte van



Figuur 3 Schema van relaties tussen factoren die de opbrengstdepressies bepalen in relatie tot de teelt

3000 mg Cl per liter 10% opbrengstderving vastgesteld. Granen krijgen pas problemen boven de 6000 mg Cl per liter (Ypma et al. 1999). Aan de andere kant zijn er ook groenten, zoals sla, die bij lagere concentraties al opbrengstdepressies vertonen; dit geldt eveneens voor maïs. De omvang van het bezwaar is echter -zoals reeds gezegd- sterk afhankelijk van de interactie met andere stoffen, maar deze koppeling wordt hier buiten beschouwing gelaten. Vooral als berekening nodig is, moet een afweging worden gemaakt tussen mogelijke droogteschade of zoutschade.

De grenzen van de zouttolerantie per gewas zijn in de literatuur (BMW 2000-2005, Provincie Zuid-Holland; Couwenhoven 1969; Swart 1991; Dekkers 2000) niet altijd even eenduidig, maar voor toepassing van de WKK-applicatie wel voldoende nauwkeurig te benaderen. Per gewas zijn voor de WKK-Landbouw de volgende maximale zoutgehalten (mg Cl/l) gehanteerd:

- Grasland: 1000;
- Aardappelen: 600;
- Granen: 1000;
- Snijmaïs: 300;
- Suikerbieten: 1000;
- Bloembollen (met name lelies en tulpen): 600;
- Zomergroenten: 300;
- Wintergroenten: 600;
- Overige boomteelt: 1000.

De grenzen van de zouttolerantie voor bloembollen en overige boomteelt berusten in dit overzicht op aannames en zijn (nog) niet geverifieerd aan de hand van literatuur. Om ook inzicht te hebben in de mogelijkheden voor wateraanvoer voor tuinbouw onder glas is in de bronkaart 'Chloridegehalten in het oppervlaktewater' tevens de grens 150 mg Cl/l opgenomen (par. 2.1). Verder zijn in de literatuur waarden (mg Cl/l) gevonden voor de zoutgrens van water voor veedrenking, namelijk:

- 1000-2000 afhankelijk van omstandigheden (Swart 1991);
- 2000 (Dekkers 2000).

Alleen voor een volledig beeld zijn daarom in de bronkaart 'Chloridegehalten in het oppervlaktewater' ook de grenzen van 150 en 2000 mg Cl/l opgenomen (paragraaf 3.4). Kort resumerend heeft deze bronkaart dus de volgende klassen (mg Cl/l):

- < 150 (gietwater voor verwarmde kassen nog mogelijk);
- 150-300 (berekening van zomergroenten nog mogelijk; snijmaïs wordt binnen WKK-Landbouw niet berekend);
- 300-600 (berekening van bloembollen en wintergroenten nog mogelijk; aardappelen worden binnen WKK-Landbouw niet berekend met oppervlaktewater);
- 600-1000 (berekening van suikerbieten en overige boomteelt nog mogelijk; grasland en granen worden binnen WKK-Landbouw niet berekend);
- 1000-2000 (veedrenking nog mogelijk);
- ≥ 2000 (geen mogelijkheden).

De WKK-Landbouw veronderstelt alleen voor het oppervlaktewater mogelijke zoutproblemen; voor het grondwater wordt in deze fase nog aangenomen dat het onttrokken water nergens te zout zal zijn voor de gewasteelten. Dit moet worden aangepast in een vervolgfase.

IJzer

IJzerhoudend water kan problemen veroorzaken, omdat een bruine aanslag op de planten kan ontstaan die de fotosynthese belemmert. De verkoopbaarheid van groenten voor de verse markt wordt erdoor verminderd. Door beluchting of ontijzeren is dit water toch als beregeningswater te gebruiken. Daarom wordt ijzer (nog) niet als probleem meegenomen in de WKK-Landbouw.

Temperatuur

De temperatuur van het grondwater bedraagt in de zomerperiode 5 à 7°C (Dekkers 2000). Deze temperatuur is veel lager dan die van het gewas. Beregening kan dan ook een temperatuurschok veroorzaken die negatief kan uitwerken op het gewas. Bij een aantal teelten wordt dit koude water echter juist gebruikt om de kwaliteit van het product te handhaven. Daarom worden bijvoorbeeld bij aardbeien regelmatig kleine giften gegeven om de temperatuur van het gewas te matigen.

Ziektekiemen

Het aspect ziektekiemen in oppervlaktewater speelt met name bij aardappelen in de vorm van bruinrot. Bruinrot (*Pseudomonas solanacearum* (Srrüth) Smith) is een ernstige bacterieziekte bij aardappelen, die zich in het teeltjaar 1995 openbaarde. De (financiële) consequenties voor gedupeerde telers waren groot. Deze bacterieziekte verspreidt zich via besmet pootgoed en machines. Ook bij gebruik van oppervlaktewater kan de ziekte zich verspreiden. De bacterie kan zich namelijk vrij in water enkele weken in leven houden. Om meer inzicht te krijgen in bruinrotbesmettingen in het oppervlaktewater is in 1996 een inventariserend onderzoek uitgevoerd (Projectgroep Bruinrot en oppervlaktewater Noord 1996). Ook is nagegaan waar de belangrijkste waardplant bitterzoet voorkomt en of deze besmet is met bruinrot. Uit het onderzoek is gebleken dat in grote delen van Noord Nederland watergangen besmet zijn. Bitterzoet (*Solanum dulcamara*) en ook zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) -die beide massaal voorkomen- spelen bij herbesmetting in de voorzomer een cruciale rol. Het elimineren van bitterzoet is problematisch gebleken. De belangrijkste aanbeveling van de projectgroep is geweest dat aardappeltelers van het oppervlaktewater moeten afblijven, zowel bij beregenen als bespuitingen. Recentelijk onderzoekt de PD (Plantenziektenkundig Dienst) elk jaar het oppervlaktewater op voorkomen van bruinrot. Zij hebben al grote delen van Noord Nederland als verbodsgebied aangewezen (Plantenziektenkundige Dienst 2001 en 2002). In de overige gebieden raadt de PD gebruik van oppervlaktewater voor beregening van aardappelen ook af. Hoewel nog geen algeheel verbod geldt, gaat de applicatie WKK-Landbouw ervan uit dat voor aardappelen nooit mag worden beregend uit het oppervlaktewater. Deze keuze lijkt nog eens extra gerechtvaardigd doordat de besmettingslocaties van jaar tot jaar kunnen wijzigen.

Dekkers (2000) spreekt nog van rhizomanie in bieten, veroorzaakt door ziektekiemen in oppervlaktewater. De PD heeft (tot nu toe) geen verbodsgebieden ingesteld om de verspreiding hiervan tegen te gaan, waardoor binnen de WKK-Landbouw hieraan verder geen extra aandacht wordt besteed.

2.2.3 Relaties opbrengstdepressie en wateraanvoer

De factoren 'Wateroverlast', 'Watertekort', en 'Totale derving' (par. 2.2.1 en figuur 3) moeten in samenhang worden bestudeerd met de factoren 'Waterkwantiteit en -kwaliteit' (par. 2.2.2 en figuur 4). Waterkwantiteit en -kwaliteit bepalen tezamen of het mogelijk is om te beregenen vanuit het oppervlakte- of grondwater, waardoor problematische droogteschade gecompenseerd kan worden.

Bij beregenen neemt de droogteschade af tot 20% van de oorspronkelijke droogteschade (Brouwer en Huinink 2002). Bij beregenen treedt mogelijkereeds eveneens wat 'extra' natschade op, vooral als gevolg van meer kans op slemp en bladziektes. De mate van deze 'extra' natschade is afhankelijk van de installatie (druppelbevloeiing veroorzaakt minder 'extra' natschade dan beregenen met een spuitinstallatie, zoals een haspelinstallatie), de grondsoort, het gewas, en het management (zoals het tijdstip en de duur van toedienen). De 'extra' natschade zal in de praktijk echter nooit groter zijn dan enkele procenten. Als daarbij in beschouwing wordt genomen dat gronden waarop beregend moet worden per definitie een geringe natschade hebben, dan zal de 'extra' natschade tezamen met deze geringe natschade nergens de kritieke grenswaarde overschrijden.

Bronkaarten

1. Het digitale bestand van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000 aangepast aan de veranderde veendikte m.b.v. detailkaarten t.b.v. GGOR (De Vries 2003);
2. Klimaatregio's KNMI (HELP-tabel 1987);
3. Aanwezigheid oppervlaktewater voor berekening (aanname grondwater in Noord Nederland overal aanwezig);
4. Kwaliteit (chloridegehalten) oppervlaktewater voor berekening (aanname grondwater in Noord Nederland nergens te zout);
5. Beleid gebruik grondwater voor berekening (aanname oppervlaktewater voor aardappelen niet geschikt i.v.m. bruinrot).

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Bronkaart 1 is 'geclip't met de grenzen van de participerende waterschappen en provincies van Noord Nederland. Dit levert een Bodemkaart op voor Noord Nederland (→ BNN-bestand). Aan dit digitale BNN-bestand is per kaartvlak een HELP-code en HELP-Gt toegevoegd (Brouwer en Huinink 2002). Bij de vertaling van de HELP-code uit 1987 naar de HELP-code uit 2002 zijn ten opzichte van Brouwer en Huinink (2002) met extra gegevens rekening gehouden:

- iV en iW: niet gediepploegde of gemengwoelde 'veenkoloniale' gronden zijn vertaald naar Z50 (verwerkte 'veenkoloniale' gronden zijn vertaald naar Z80);

- Z30 en Zsl30 met tertiaire klei of keileem in de ondergrond zijn vertaald naar Z30/t;
- Z30 en Zsl30 met toevoeging grind in de boven- of ondergrond zijn vertaald naar G30.

Na het toevoegen van de HELP-code zijn eerst de HELP-tabellen (Huinink 2002) aan dit bestand gekoppeld en is daarna via de KNMI-districtindeling de droogteschade met een factor voor klimaatverschillen (neerslagoverschot) gecorrigeerd. Tot slot is voor het vaststellen van de droogteschade bij de intensieve gewasteelten (dus niet voor gras, granen en snijmaïs) nog gekeken of er moet en kan worden berekend. Wanneer berekening plaatsvindt, zijn de depressiecijfers hierop aangepast (derving door watertekort wordt teruggedrongen tot 20% van oorspronkelijke waarde als gevolg van wateraanvoer). Waar berekend wordt, is de totaalschade als criterium niet meer relevant. In de HELP-tabellen zijn gronden met ontoelaatbare droogteschade (zonder berekening) namelijk per definitie gekoppeld aan relatief geringe natschade. Daarnaast neemt, door het berekenen, de droogteschade met 80% af. Deze gereduceerde droogteschade opgeteld bij de relatief geringe natschade zal de drempelwaarde van de totaalschade niet overschrijden.

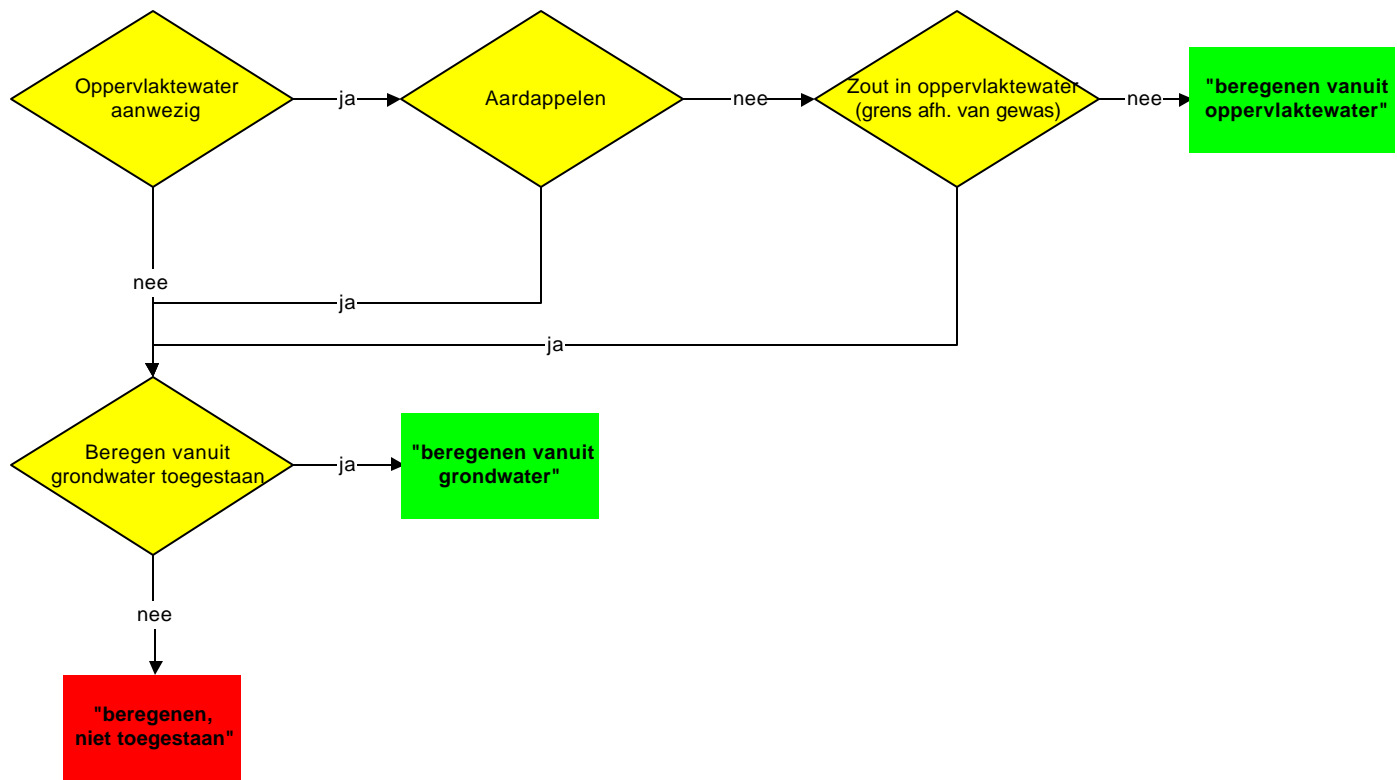
Resultaat

Opbrengstdepressiekaarten per gewas (10 gridkaarten) met gridcelwaarden:
 0 = Onbekend (kaartvlakken met HELP-code "Overig" en/of HELP-Gt "-");
 1 = Geschikt;
 2 = Geschikt, mits beregenen;
 3 = Ongeschikt, natschade;
 4 = Ongeschikt, droogteschade;
 5 = Ongeschikt, totaalschade.

Via de kennismatrix wordt de celwaarde 1 t/m 5 omgezet in geschikt of ongeschikt.

Opbouw/formaat van elk gridbestand

- Celgrootte = 25 m x 25 m;
- Oorsprong = 119175, 497725;
- Rijen = 4856, kolommen = 6354.



Figuur 4 Schema van relaties tussen factoren die de wateraanvoer bepalen in relatie tot de teelt

2.2.4 Verkaveling

Verkaveling is voor de WKK-Landbouw van belang omdat dit thema mede een rol speelt bij de beoordeling van de bodemgeschiktheid voor een gewasteelt. Bij het thema verkaveling zijn twee factoren belangrijk, namelijk de vorm van een perceel en de grootte. Deze beide factoren bepalen in sterke mate de arbeidsbehoefte van het veldwerk. De economische waarde van de hierdoor bespaarde uren kan zeer groot zijn. Hier bovenop komt nog een besparing op de variabele kosten voor werktuigen. Naarmate het perceel kleiner of onregelmatiger van vorm is, neemt het relatieve aandeel van aan- en aflooptijden (aan- en afkoppelen + afstellen van trekker en werktuigen, rijtijden van en naar percelen) toe. Bovendien is er verhoudingsgewijs meer tijd nodig voor het keren op de wendakkers en het werken langs perceelranden vanwege lagere snelheid (Huinink 1995). Verder zal de breedte van een kavel minimaal moeten voldoen aan de machinebreedtes die voor een bepaalde gewasteelt moeten worden ingezet. In dit kader valt te denken aan machines voor bijv. grondbewerking, mesttoediening, planten, spuiten en oogsten. Tevens betekent een ongunstige verkaveling in Noord Nederland vaak dat er meer sloten aanwezig zijn; hetgeen gepaard gaat met hogere onderhoudskosten, gevaar voor demping en dergelijke.

Alterra (pers. med. A.J.W. de Wit) gebruikt de volgende formule voor de vormfactor:

Vormfactor = v(oppervlakte * 4)/omtrek

Deze factor zegt alleen iets over de vorm van een perceel en is dus onafhankelijk van de oppervlakte. De tweede ingang die nu zelfstandig kan worden onderzocht is de grootte van het perceel. Deze eigenschap is rechtstreeks op te vragen uit het digitale bestand.

Wil een perceel voldoen aan de eisen die deze applicatie stelt aan een redelijke tot goede verkaveling, dan moet de vormfactor groter zijn dan 0,4 (proefondervindelijk) en de grootte moet minimaal 1,5 ha zijn (Huinink 1995). Deze getallen zouden eventueel per regio iets kunnen verschillen (de grenzen zijn niet hard en kunnen eventueel iteratief worden aangepast in een vervolgfase). Voor de gewaskeuze boomteelt geldt voor de verkaveling een milder eisenpakket, namelijk voor de vormfactor: 0,2 en voor de grootte 0,8 ha. Als basiskaart kan de Top10-vector en de LGN4-percelen fungeren. LGN4-percelen is een combinatie van het gewassenbestand uit LGN4 en de Top10-vector. De Top10-vector heeft als nadeel dat meerdere percelen gescheiden door bijvoorbeeld een open dam of een grote (net niet doorlopende) greppel als één polygoon zijn opgeslagen. Hierdoor kunnen deze percelen onterecht via bovengenoemde vormfactor worden afgekeurd. Om deze reden hebben we als basiskaart gekozen voor LGN4-percelen. Bij het bestand LGN4-percelen worden namelijk, naast de 'harde' topografische grenzen uit de Top10-vector, ook 'zachte' gewasgrenzen uit het LGN4 meegenomen.

Onderlinge relatie

Bovengenoemde factoren (perceelvorm en -grootte) bepalen tezamen of de verkaveling gunstig is voor het uitvoeren van de betreffende teelten (figuur 5).

Bronkaart

LGN4-percelen.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Aan het bestand LGN4-percelen zijn op grond van grootte en vorm van de kavels gradaties toegekend.

Resultaat

Twee kaarten per gewasgroep met gridcelwaarden:

1 = Geen probleem;

2 = Probleem, vanwege de vorm;

3 = Probleem, vanwege de grootte;

4 = Probleem, vanwege de vorm en grootte;

5 = Probleem, geen kavels aanwezig in bronbestand (bijvoorbeeld natuur).

In de kennismatrix wordt de gridcelwaarde omgezet naar probleem (gradatie 2 t/m 5) of geen probleem (gradatie 1).

2.2.5 Stenigheid

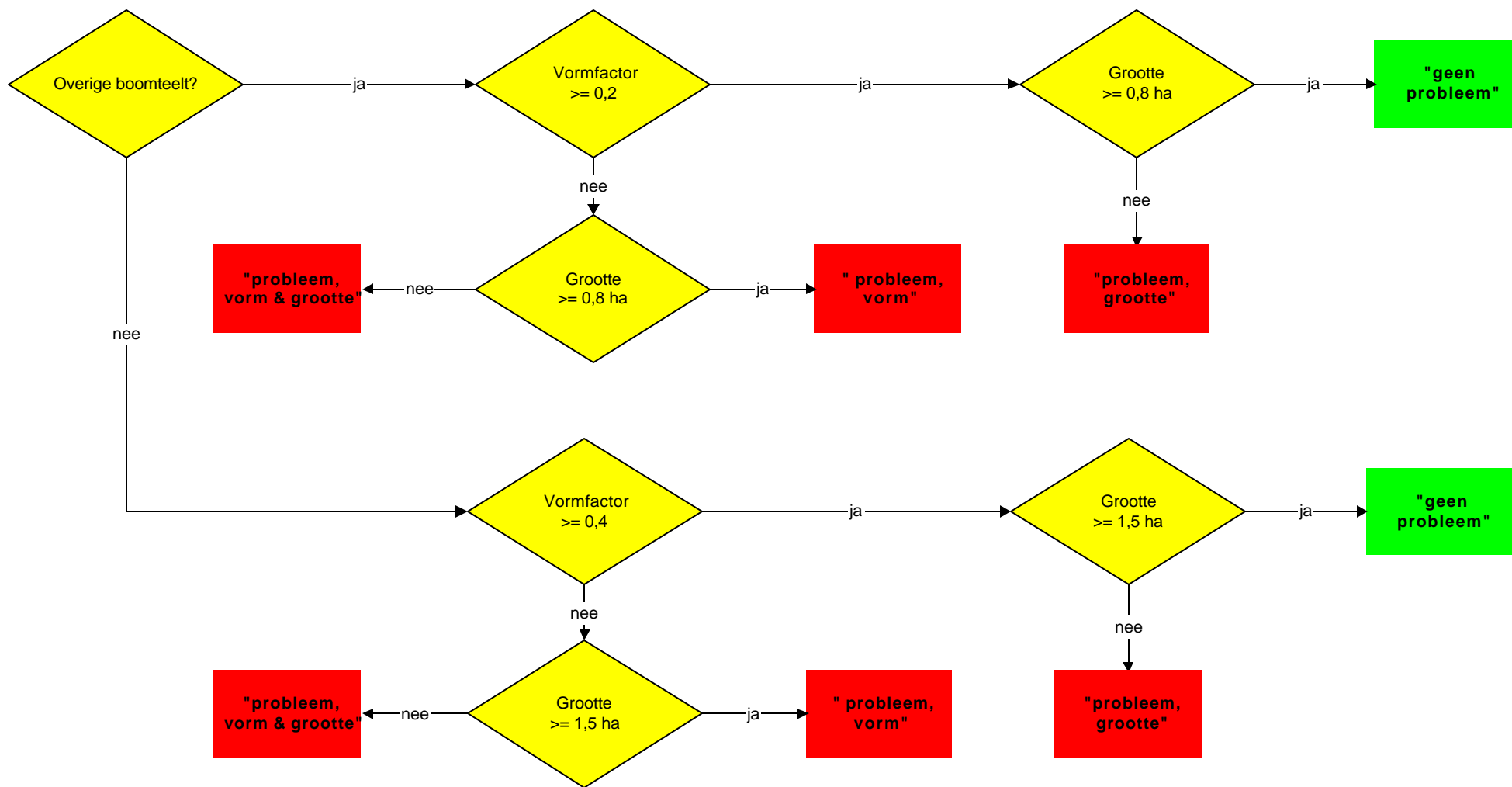
We spreken over stenigheid van de grond wanneer in de bovenste 20 à 30 cm diepte zoveel stenen voorkomen, dat grondbewerking en oogst (bijv. van aardappels en bollen) bemoeilijkt worden en machines snel verslijten, breuk vertonen of vaker vastlopen. Dat doet zich voor bij een aantal van meer dan ca. 10 stenen (diameter >6 cm) per m² (Ten Cate et al. 1995). We onderscheiden geen gradaties. Als op de Bodemkaart van Nederland de toevoeging-vóór is gebruikt van m/... (*stenen in de bovengrond*) of g/... (*grind, ondieper dan 40 cm beginnend*) dan is sprake van stenigheid. De applicatie waterkansenkaarten veronderstelt voor het thema stenigheid alleen een probleem bij aardappelen en bollen (figuur 6).

Bronkaart

BNN-bestand.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Stenigheid blijkt rechtstreeks uit toevoeging-vóór m/... of g/... uit het BNN-bestand.



Figuur 5 Schema van relaties tussen factoren die de verkaveling bepalen in relatie tot de teelt

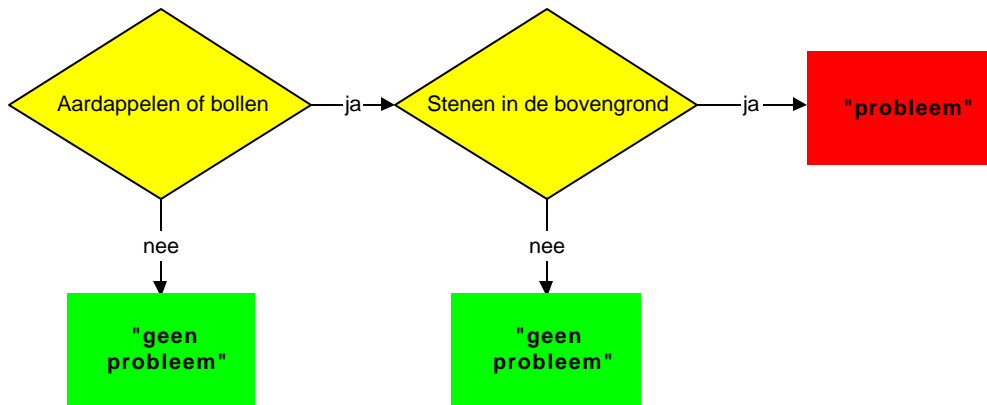
Resultaat

Eén kaart alléén geldig voor de gewassen aardappelen en bloembollen met gridcelwaarden:

0 = Onbekend (de zogenaamde algemene onderscheidingen, zoals bebouwing, water, moeras, dijk en terp);

1 = Geen stenen;

2 = Stenen in de bovengrond.



Figuur 6 Schema van relaties tussen factoren die de 'stenen in de bovengrond' bepalen in relatie tot de teelt

2.2.6 Stuifgevoeligheid

De beoordelingsfactor stuifgevoeligheid duidt de weerstand aan die de grond heeft tegen verstuiven. Verstuiven treedt vooral op in een droog voor- en najaar wanneer de grond (gedeeltelijk) kaal is; de onderlinge binding van de gronddeeltjes van de bouwvoor is dan te gering om de eroderende kracht van de wind te weerstaan, terwijl ook de bescherming door het gewas ontbreekt.

Verstuiven leidt tot afname van het organische-stofgehalte, de vochthoudendheid, de chemische bodemvruchtbaarheid en de biologische activiteit. Verder kunnen ziekten en onkruiden zich verbreiden, kiemende zaden en zelfs aardappels blootstuiven, jonge plantjes onderstuiven of beschadigd worden en zelfs sloten plaatselijk dichtstuiven.

Er bestaat geen methode om de gevoeligheid voor verstuiven van de grond te meten. We hebben dan ook getracht richtlijnen te geven voor de vaststelling van de gradaties voor verstuiven van de grond, welke berusten op ervaringskennis. Belangrijk zijn: korrelgrootte van het zand (gronden met grindbijmenging in de bovengrond stuiven beduidend minder) en vochtgehalte van de bovengrond (Gt). Verder zijn de bodemfactoren als lutum-, leem- en organische-stofgehalte van belang. Organische stof omvat soms ingedroogde (amorfe) bestanddelen (o.a. aangeploegd veen in de veenkoloniën), alsook de echte humus. De echte humus komt zowel voor in de moder- als in de mullvorm. Mullhumus draagt in grote mate bij aan de binding, de

moderhumus niet of nauwelijks, amorfe organische stof in droge vorm in het geheel niet. De vorm van de humus is helaas niet eenduidig uit de bodemcode te destilleren. Er zijn echter aanwijzingen dat de kwaliteit van de organische stof gerelateerd is aan het lutumgehalte en, in iets mindere mate, aan het leemgehalte. We onderscheiden drie gradaties (tabel 3).

Tabel 3 Gradatie in stuifgevoeligheid als afhankelijke van lutum- en leemgehalte van de bouwvoor en van de Gt

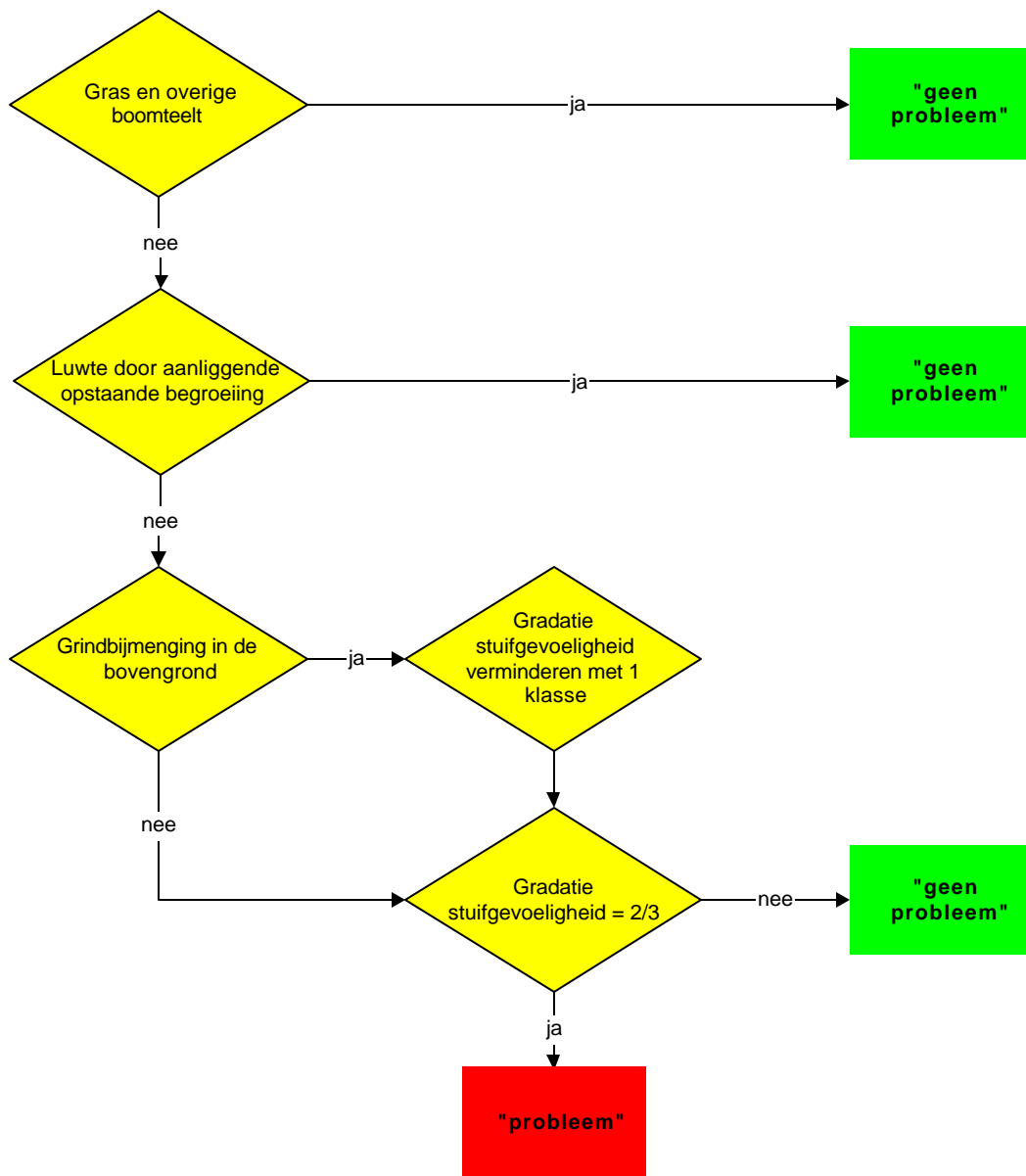
Gradatie code	Gradatie benaming	Samenstelling bouwvoor		Gt
		lutum (%)	leem (%)	
1	gering	>=5	-	-
		3-5	>17,5	-
		3-5	<17,5	I, II(*), III(*) of V
		<=3	>32,5	-
		<=3	10-32,5	I, II(*), III(*) of V
2	matig	3-5	<17,5	IV, V*, VI of VII(*)
		<=3	10-32,5	IV, V*, VI of VII(*)
		<=3	<=10	I, II(*), III(*) of V
3	groot	<=3	<=10	IV, V*, VI of VII(*)

Bepaalde gronden zijn erg stuifgevoelig, vooral droge, schrale zandgronden met lage organische-stofgehalten en gronden met zeer hoge organische-stofgehalten, maar van een slechte kwaliteit (hoog C/N-quotiënt, zoals bij veenkoloniale gronden). Veelal verstuift de losse bovenlaag die is opgedroogd of drooggevroren (Ten Cate et al. 1995).

De gradaties voor stuifgevoeligheid in tabel 3 gelden bij vlakke en open ligging. Naast deze bodemfactoren zijn de graad van bodembedekking en beschutting voor de wind belangrijk.

Bodembedekking

Verstuiving kan met relatief eenvoudige middelen preventief worden bestreden (bijv. met ruwe mest, stro of groenbemester). Volgens Huinink (1995) is de onkostenpost die hiermee gepaard gaat (ca. € 180,- ha⁻¹.j⁻¹) bij de teelt van suikerbieten, graszaad en fabrieksaardappelen (bijv. in de veenkoloniën) toch zodanig fors dat bedrijfs-economisch beter voor het risico gekozen kan worden. Voor de permanente gewasteelten van de WKK-Landbouw (gras en overige boomteelt) geldt het probleem van verstuiven niet door de continue bodembedekking.



Figuur 7 Schema van relaties tussen factoren die de stuifkans bepalen in relatie tot de teelt

Beschutting

Er is gekeken of het relevant zou zijn om regio's te onderscheiden met onderlinge verschillen in gemiddelde jaarlijkse windsnelheid. Hiervoor hebben we een kaart van het KNMI gebruikt. De veenkoloniën liggen op deze kaart in de regio met de laagste gemiddelde windsnelheden in Nederland. Hier is juist het verschijnsel van verstuiven van grond het meest relevant. Het is daardoor niet aannemelijk dat door onderscheid aan te brengen in zgn. windregio's binnen Noord Nederland de mate van verstuiving beter wordt beschreven. Tevens zou het beter zijn om de (gemiddelde) windsnelheden te bekijken van het voor- en najaar, wanneer verstuiving het meeste

schade berokkent). Wel is -bijna vanzelfsprekend- een verbetering waar te nemen door een bestand met bosrijke gebieden (Dirkse et al. 2001) met een bepaalde 'luwte' buffer in de methode op te nemen. Voor de WKK-Landbouw is gekozen voor een buffergrootte van ca. 1,5 keer de gemiddelde boomhoogte, wat ongeveer overeenkomt met de grootte van één gridcel, namelijk 25 meter. Door bos ingesloten gebieden, kleiner dan of gelijk aan één hectare, zijn daarna aan de 'luwte' buffer toegevoegd. Op het moment dat de bosgebieden met buffers aan de methode zijn toegevoegd, spreken we volledigheidshalve niet meer van stuifgevoeligheid van een grond maar van stuifkans of stuifprobleem.

Op de basiskaart 'Stuifkans' worden de bossen als 'harde' vlakken meegenomen in de waardering. Dit betekent dat we voor een consequente aanpak hier dan ook niet meer een landbouwgewas zouden mogen telen. Immers zodra je hier een landbouwgewas gaat introduceren, verdwijnt de bescherming tegen de wind. Dit zou pleiten voor een extra 'dip' om de bossen uit de opbrengstdepressiekaarten te filteren. Er is echter voor gekozen om dit niet te doen omdat dit thema wordt beschouwd als een 'zacht' criterium (begin hoofdstuk 2). In plaats van alleen bossen te beschouwen als windbrekers is het beter om alle opgaande begroeiing en gebouwen en dergelijke mee te nemen in de berekening. Een methode hiervoor zou kunnen zijn om de 'ruwe' AHN-kaart (zonder uitfiltering) in de methode te betrekken. Dit is een eventuele actie voor een vervolgfase.

Onderlinge relaties

Bovengenoemde factoren (lutum- en leemgehalte, grindbijmenging, en grondwatertrappen) bepalen tezamen of er sprake is van stuifgevoeligheid (figuur 7). Het bossenbestand met bijbehorende 'luwte' buffers bepaalt vervolgens of stuiven daadwerkelijk kan optreden, waarna een kaart ontstaat met gebieden met wel of geen stuifkans.

Bronkaarten

1. Het BNN-bestand;
2. Het bossenbestand met 'luwte' buffers.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Elke kaarteenheden van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, heeft een representatief boorprofiel (De Vries 1999), waaruit de samenstelling van de bouwvoor (lutum- en leemgehalte) volgt, en een Gt. Via de tabel voor stuifgevoeligheid (tabel 3) zijn gradaties toegekend aan de kaarteenheden van het BNN-bestand. Na de eerste toekenning van stuifgevoeligheidsgradaties zijn de uitkomsten voor gronden met grindbijmenging in de bovengrond met één gradatie verminderd (gradatie 3 wordt 2, gradatie 2 wordt 1, en gradatie 1 blijft 1). Daarna zijn voor de gronden die liggen onder bos of in een 'luwte' buffer alle gradaties teruggebracht naar gradatie 1. Tot slot zijn de overgebleven gradaties 3 en 2 bij elkaar genomen als gebieden met een probleem voor verstuiwen en gradatie 1 als gebied zonder probleem voor verstuiwen.

Resultaat

Eén kaart met gridcelwaarden:

1 = Geen probleem;

2 = Probleem.

2.2.7 Oxidatie van organische stof

Bij veengronden en moerige gronden is bodemdaling een belangrijk gegeven. Gemiddeld verdwijnt op landbouwgronden binnen veengebieden ongeveer 1 cm veen per jaar (pers. med. J.J.H. van den Akker, Alterra) door oxidatie van organische stof als gevolg van drooglegging (bij een gemiddelde drooglegging van ca. 60 cm – mv.). In veenweidegebieden kan de bodemdaling tijdelijk toenemen als grasland wordt gescheurd ten behoeve van het telen van snijmaïs of als gevolg van ploegen bij de teelt van akker- en tuinbouwgewassen (proeven bij Zegveld ondersteunen dit; hierover is echter niet gepubliceerd). Deze extra oxidatie van organische stof is toe te schrijven aan de toename van lucht in de bouwvoor (extra aëratie). Indien naast deze grondbewerking tevens extra wordt ontwaterd, kan dit volgens Van den Akker leiden tot een jaarlijkse bodemdaling van 3 cm.

De snelheid van bodemdaling zou afhankelijk kunnen zijn van de veensoort. Het organische-stofgehalte, de veroorzaker van de bodemdaling, varieert namelijk per veensoort. Veenmosveen heeft bijvoorbeeld een beduidend hoger organische-stofgehalte (ca. 90%) dan bosveen (ca. 40-50%). De invloed van deze organische-stofgehalten op de snelheid van bodemdaling is naar alle waarschijnlijkheid niet groot genoeg om binnen dit thema een onderscheid naar veensoort te rechtvaardigen. Naast het organische-stofgehalte spelen factoren, zoals de pH en de structuur van een veensoort, een mogelijke rol in de oxidatiesnelheid die de werking van de eerstgenoemde factor (deels) kunnen beïnvloeden (juist weer vertragen). Zo staat vooral veenmosveen bekend om zijn zure karakter, waardoor het bodemleven wordt tegengewerkt en daarmee de oxidatie van organische stof. Verder is de structuur van veenmosveen erg compact, waardoor een sponswerking optreedt die zelfs bij diepere drooglegging waterconservering garandeert.

Bronkaart

Het BNN-bestand.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Uit de bodemcode zijn rechtstreeks alle veengronden en moerige gronden te selecteren en om te zetten in gradaties (figuur 8).

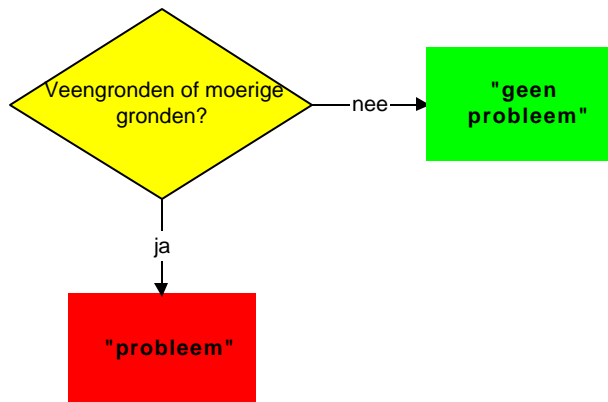
Resultaat

Eén kaart met gridcelwaarden:

0 = Onbekend (de zogenaamde algemene onderscheidingen, zoals bebouwing, water, moeras, dijk en terp);

1 = Overige gronden;

2 = Veengronden en moerige gronden.



Figuur 8 Schema van relaties tussen factoren die de oxidatie van organische stof bepalen

2.2.8 Inundatie

Het waterbeheer in Nederland is van oudsher gericht op maatschappelijke wensen met betrekking tot landbouw, scheepvaart en bewoning. Omdat deze functies tot enkele decennia terug ruimtelijk grotendeels gescheiden waren, was het waterbeleid overwegend gericht op de hoofdfunctie van een gebied. Waar de begrenzing van een (functie)gebied niet samenviel met een stroomgebied, zijn we eraan gewend geraakt om watersystemen met ingrepen zo naar onze hand te zetten dat ze werden aangepast aan de wensen die samenhangen met de functies voortvloeiende uit het ruimtelijke ordeningsbeleid. Omdat in ons humide klimaat niet alleen in de winter maar veelal ook periodiek in de zomerperiode een neerslagoverschot bestaat en de belangrijkste waterwensen voor de functies landbouw en bewoning uit een voldoende drooglegging bestaan, is ons waterbeheer primair gericht op waterafvoer. Medio 1980 realiseerden we ons echter dat door de bevolkingstoename er steeds minder sprake was van scheiding van functies; dat het areaal aan landbouwgronden tot 1960 toenam ten koste van het areaal aan natuur; na 1960 het landbouwareaal afneemt en de vrijgekomen gronden vooral werden gebruikt voor verstedelijking en infrastructuur. Dit besef leidde tot een maatschappelijke zorg om het sterk afgenomen areaal natuur, waarna sinds 1980 een actief overheidsbeleid heeft geleid tot een versterkte afname van het landbouwareaal, ten gunste van het areaal natuur. Tegelijkertijd leidde de toenemende ruimteschaarste er toe dat rivier- en beekvlakten sinds 1980 in steeds sterkere mate voor verstedelijking werden ingericht (Projectgroep waterinstrumentarium 2002).

Deze grote functieveranderingen nopen tot een herbezinning van het, traditioneel op monofunctionele gebieden gerichte, waterbeheer. Hoge piekafvoeren van de grote rivieren, enkele hoge neerslagintensiteiten in het recente verleden en het niet behalen van verdrogingsherstel-doelstellingen, hebben geleid tot een invulling van deze

maatschappelijke wens om anders om te gaan met de inrichting en organisatie van watersystemen en het beheer ervan. Bij het huidige waterbeheer kunnen volgens de 'Projectgroep waterinstrumentarium' een viertal hoofddoelen worden onderscheiden. Het huidige overheidsbeleid is de afgelopen jaren sterk gericht geraakt op veiligheid tegen overstromingen. De overige doelen zijn: schaarste zoet grondwater opheffen, verdrogingsherstelbeleid en vertraging maaiveld daling veenweidegebieden.

We spreken van inundatie zodra een gebied kunstmatig/actief (bijv. retentiegebied, calamiteitenpolder, waterconserveringsgebied of bedijkte uiterwaard) of natuurlijk/passief overstroomt (met zoet water bijv. rivieruiterwaard of zout water bijv. kwelder). Als inundatie plaats vindt in een agrarisch gebied zijn een aantal aspecten van belang:

- het tijdstip van inundatie (korter groeiseizoen, afname van bodemstructuur, verminderde stikstofbeschikbaarheid);
- de periode (lengte) van de inundatie (verdrinkingsschade is maximaal zodra - binnen het groeiseizoen- het grondwater langer dan drie dagen tot aan het maaiveld reikt [Delft Cluster 2001]);
- de dikte en temperatuur van de waterlaag;
- de overstromingsdynamiek (erosie);
- de waterkwaliteit en sedimenttransport (zout, verontreinigd slib, slibafzetting op het gewas, beschadiging of verrotten van het gewas).

Voor de landbouw zijn naast de daadwerkelijke overstromingen ook 'bijna-overstromingen' relevant. Door hoge oppervlaktewaterstanden wordt de ontwatering gestremd waardoor de grondwaterstanden stijgen. Ondiepe grondwaterstanden leiden tot ongunstige veranderingen in de fysische eigenschappen van de bodem waardoor schade ontstaat (Delft Cluster 2001). Natschade in de landbouw wordt met de gangbare methode, de HELP-tabellen (par. 2.2.1) berekend als een gemiddelde voor een langjarige periode. De schade die optreedt door inundatie wordt bij de HELP-tabellen niet meegenomen. De extra schade door inundatie en 'bijna-overstromingen' wordt gekwantificeerd in het EC-LNV rapport "LNV-Waterinstrumentarium" (Projectgroep waterinstrumentarium 2002). In een vervolgfase kan deze kwantificering eventueel nader worden uitgewerkt.

Bronkaart

Is voor een deel overgenomen uit de WKK-Bouwen en deels aangepast.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Om een goede uitspraak te kunnen doen over gebieden die een grotere kans maken op extra wateroverlast in productieomstandigheden (met herhalingstijd van ca. 1x per 10 jaar), zijn in eerste instantie zogenaamde 10%-gebieden geselecteerd. Dit zijn gebieden die relatief laag liggen in een peilvak (namelijk de 10%-laagste gebieden binnen een peilvak). Daarna zijn nog de veengronden en moerige gronden gelegen in beekdalen aan deze selectie toegevoegd. De prognose is dat deze gebieden aansluiten bij de herhalingstijd van ca. 1x per 10 jaar. De kaart is daarna op basis van 'expert judgement' door het waterschap Velt en Vecht aangepast voor de peilvakken Oranjekanaal, het winterbed van de Vecht en het Bargerveen.

De lagere frequenties (ca. 1x per 25 tot 250 jaar) gaan richting calamiteit en grijpen derhalve nauwelijks in op de jaarlijkse productieomstandigheden. Op verzoek van de Friese Waterschappen is de extra klasse (1x per 10 tot 25 jaar) ingebouwd. Bij toepassen van deze normen (klassen) voor wateroverlast kan een beoordeling van teeltmogelijkheden van landbouwgewassen plaatsvinden, conform de landelijke methode. In een vervolgfase wordt deze extra klasse nog nader uitgewerkt in de basiskaarten.

Resultaat

Eén kaart met gridcelwaarden:

- 1 = Geen of klein overstromingsrisico;
- 2 = Matig overstromingsrisico (1x per 10 tot 50 jaar);
- 3 = Groot overstromingsrisico (1x per 1 tot 10 jaar).

De gridcelwaarde wordt in de kennismatrix omgezet naar probleem of geen probleem. De provincie Friesland heeft in deze basiskaart (nog) geen nadere uitwerking!

2.3 Kwetsbaarheid

In paragraaf 2.2 hebben we vastgesteld dat de landbouwkundige gebruikswaarde (geschiktheid) van een grond vooral wordt bepaald door de combinatie grondsoort en waterhuishouding. Bij het uitoefenen van landbouw komen echter –vaak ongewenst- ook een aantal stoffen in het watersysteem. Dit zijn neveneffecten die we in deze paragraaf behandelen onder de term kwetsbaarheid:

- uitspoeling van stikstof naar het grondwater (nitraatprobleem);
- uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater;
- belasting van het milieu door bestrijdingsmiddelen;
- zware metalen.

Met het begrip kwetsbaarheid wordt in dit rapport dus nadrukkelijk niet de gevoeligheid van de landbouw zelf bedoeld, maar de negatieve invloed van de landbouw op zijn omgeving. Bij het vervaardigen van de basiskaarten die te maken hebben met kwetsbaarheid gelden telkens de huidige regelwetgevingen, zoals die bijv. in MINAS (Mineralen Aangifte Systeem) zijn vastgesteld, als randvoorwaarde. Verder is in deze paragraaf een kaart 'Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies' meegenomen, omdat deze kaart een belangrijke rol kan spelen bij het interpreteren van de ernst van de negatieve beïnvloeding.

2.3.1 Uitspoeling van stikstof naar het grondwater (nitraatprobleem)

Nitraat komt in het watersysteem door bemesting van grasland en bouwland. Verwacht wordt dat de nitraatproblematiek in het grondwater waarschijnlijk wordt opgelost, vooral door de druk vanuit de EU in verband met de nitraatrichtlijn. In Nederland zijn vanwege de nitraatrichtlijn bepaalde gronden aangewezen waarvoor

scherpere stikstofverliesnormen gelden. Dit is door het Ministerie van LNV vastgelegd op 6 december 2001 in het Besluit Zand- en Lössgronden (BZL) met bijbehorende kaarten (Staatsblad 201 nr. 579 2001). Op de kaarten wordt aangegeven welke gronden voor de toepassing van het stelsel van regulerende mineralenheffing (MINAS) als zand- en lössgronden gelden en welke gronden binnen het zand- en lössgebied als uitspoelingsgevoelige grond worden beschouwd. Voor deze laatste gronden gelden de scherpere verliesnormen hetgeen het uitvoeren van een gangbare teelt belemmert.

Ook binnen de scherpere verliesnormen is het volgens modelberekeningen (Schoumans 2002) mogelijk dat de '50 mg stikstof per liter'-norm op droge zandgronden wordt overschreden. Daarnaast is bekend dat drinkwaterbedrijven binnen waterwingebieden een strengere norm willen hanteren. Dit pleit voor een extra basiskaart waarin de toekomstige relatieve nitraatbelasting van het grondwater wordt aangegeven voor combinaties van teelt, grondwatertrap en bodem.

Bronkaart

Besluit Zand- en Lössgronden (BZL-kaart 2001).

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

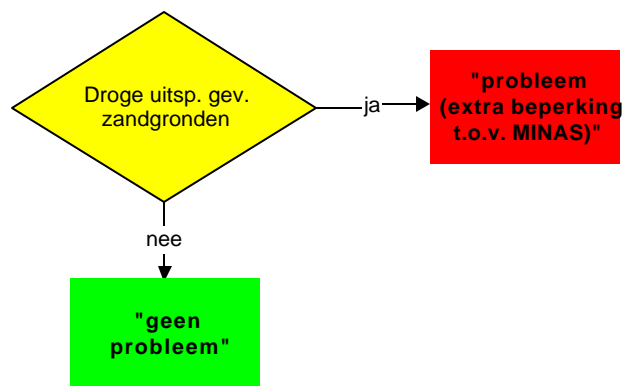
Gevoeligheid voor uitspoeling van stikstof naar het grondwater volgens nationale richtlijn (mestwetgeving: MINAS) is een bestaande kaart (figuur 9).

Resultaat

Eén kaart met gridcelwaarden:

- 1 = Droge uitspoelinggevoelige zandgronden;
- 2 = Overige uitspoelinggevoelige zandgronden;
- 3 = Overige zandgronden;
- 4 = Geen BGDM-gebied (Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen).

Afhankelijk van de huidige politiek wordt in de kennismatrix de gradatie 1 t/m 4 omgezet naar geen probleem (alleen MINAS) en probleem (extra beperking t.o.v. MINAS).



Figuur 9 Schema van relaties tussen factoren die de uitspoeling van stikstof naar het grondwater bepalen

2.3.2 Probleem nutriënten oppervlaktewater

Het in kaart brengen van de invloed van de diverse gewasteelten op de stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater kan in het kader van deze studie alleen op een kwalitatieve en globale manier worden aangegeven. Dit betekent dat een vergelijking van de verwachte concentraties met de AMK-normen, (Algemene Milieu Kwaliteit) die gelden voor het oppervlaktewater, geen haalbare kaart is. De vuistregels die in deze studie worden gehanteerd zijn gebaseerd op de studie 'nutriënten emissie vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen' (Schoumans 2002). Deze studie beschrijft berekeningen met het nationale nutriëntenemissiemodel STONE (samen te ontwikkelen nutriëntenemissiemodel) om de milieukundige effecten van varianten van verliesnormen aan te geven ten behoeve van de evaluatie van de Meststoffenwet. Voor de WKK-Landbouw zijn de resultaten uit Schoumans (2002) genomen die gelden voor het MINAS beleid (verliesnormen 2003) waarbij de uitspoeling van stikstof en fosfor na verloop van jaren in evenwicht is met de toegediende hoeveelheid nutriënten.

Fosforbelasting oppervlaktewater

Voor het oppervlaktewater is de eindnorm van 20 kg fosfaatverlies ha⁻¹.j⁻¹ (MINAS) veel hoger dan de maximale norm vanuit ecologisch oogpunt, namelijk 1 kg. Fosfaat wordt ook gezien als het meest limiterend voor de ecologische ontwikkeling in stilstaande wateren. Een teveel aan fosfaat zorgt voor overmatige algengroei en zuurstoftekorten. Het is een bedreiging voor water met een ecologische en een recreatieve functie (zwemwater). Het probleem kan versterkt worden door vernatting van landbouwgrond, waardoor een grotere hoeveelheid fosfaat kan vrijkomen. Samengevat kan worden gesteld dat akkerbouw en grasland vooral door fosfaatemissie in het oppervlaktewater problemen kunnen veroorzaken voor omliggende kwetsbare functies (natuur, vee op grasland).

In deze studie wordt onderscheid gemaakt in teelten die relatief een hoge, matige of lage bijdrage leveren aan de belasting van het oppervlaktewater. Daarvoor is gebruik gemaakt van de studie van Schoumans (2002). De volgende achtergrondinformatie is overgenomen uit zijn rapport.

Bodems hebben een grote capaciteit om fosfaten in toegediende dierlijke mest en kunstmest vast te leggen. Als gevolg van de zeer hoge dierlijke mestdoseringen in het verleden en de resulterende grote fosfaatoverschotten is echter een groot deel van deze capaciteit om fosfaat in de bodem te binden, verbruikt. In de studie (Schoumans 2002) is ook rekening gehouden met in het verleden toegediende kunstmeststoffen (waaronder Thomasslakkenmeel). Gronden in Nederland, en met name de zandgronden, raakten met fosfaat verzadigd. In de periode 1950 – 2000 zijn de Nederlandse landbouwgronden verrijkt met gemiddeld 3800 kg P (ca 8700 kg P₂O₅) per ha (Boers et al. 1997). Regionaal komen echter grote verschillen voor.

Voor kalkarme zandgronden (in de mestoverschotgebieden) is vastgesteld dat bij een fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van meer dan 25% de fosforconcentratie in het ondiepe grondwater boven de 0,15 mg P per liter komt (Van der Zee et al. 1990).

Hierdoor doet zich in het najaar en het vroege voorjaar een verhoogde belasting van het oppervlaktewater met fosfaat voor. Bij een bodem die volledig met fosfaat verzadigd is tot aan de GHG (FVG: GHG = 100%), kan de bodem geen extra fosfaat meer in de bovengrond binden. Het volledige fosfaatoverschot spoelt dan uit naar het oppervlaktewater, waardoor de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater bij hoge grondwaterstanden sterk toeneemt. De 25%-norm voor fosfaatverzadiging die voor kalkloze zandgronden is afgeleid, is in de modelstudie beschreven door Schoumans (2002) ook van toepassing verklaard op alle overige grondsoorten. Dit is echter discutabel omdat er indicaties zijn dat de procesparameters in bijvoorbeeld veengronden en kalkrijke zandgronden afwijken van die in kalkloze zandgronden (Schoumans en Lepelaar 1995; Schoumans 1999).

Uit de studie van Schoumans (2002) blijkt dat de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat uit landbouwgronden in beperkte mate wordt bepaald door de verliesnormen (bij doorgerekende varianten afnemend van 40 naar 1 kg P₂O₅ ha⁻¹.j⁻¹), maar vooral door de vaak hoge fosfaatverzadigingsgraad van de bodem en de hydrologische situatie (grondwatertrap en kwelintensiteit en -kwaliteit). De hoge fosfaatverzadigingsgraad is het resultaat van de vaak overmatige historische bemesting op vooral zandgronden waarop maïs werd geteeld. In 'laag' Nederland is de bijdrage van kwel en de mineralisatie van veen aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater vaak aanzienlijk.

De fosforbelasting is in belangrijke mate gerelateerd aan de grondwatertrap (Gt) die representatief is voor de hydrologische situatie. De 'natte' grondwatertrappen hebben een duidelijk hogere fosforbelasting dan de 'droge' grondwatertrappen. De relatief lage fosforbelasting van het oppervlaktewater bij de droge gronden wordt veroorzaakt door het feit dat het bodemwater grotendeels wegzijgt naar de diepe ondergrond, en dat daardoor een groot deel van het uitspoelend fosfaat in de ondergrond wordt vastgelegd. Daarnaast stroomt vanuit droge gronden relatief weinig bodemwater af naar het oppervlaktewater, waardoor de totale fosforbelasting ook laag blijft.

In de MINAS wetgeving wordt een verliesnorm van 20 kg P₂O₅ ha⁻¹.j⁻¹ gehanteerd zonder verdere differentiatie naar teelten. Verschillen in fosfaatoverschotten tussen teelten hebben echter een relatief klein effect op de fosfaatbelasting in vergelijking met de andere genoemde factoren zoals fosfaatverzadiging en hydrologie. Dus elke teelt levert dezelfde kwetsbaarheid op. Het grootste effect zal plaatsvinden wanneer ten behoeve van de teelt de hydrologie wordt aangepast hetgeen ingrijpt via de grondwatertrap.

Voor de WKK-Landbouw zijn de volgende vuistregels afgeleid (zie tabel 4).

Tabel 4 Vuistregels om de relatieve fosfaatbelasting van het oppervlaktewater in te schatten

Grondwatertrap	Historisch landgebruik	Grondsoort	Fosforbelasting oppervlaktewater
(I), II	gras	veen, klei, zand	relatief laag
(I), II	maïs, bouwland	veen	relatief matig
(I), II	maïs, bouwland	zand	relatief hoog
(I), II	bouwland	klei	relatief matig
(I), II	maïs	klei	relatief hoog
III	maïs	veen, klei, zand	relatief matig
III	gras, bouwland	veen, klei, zand	relatief laag
IV, V	maïs	veen, klei	relatief laag
IV, V	maïs	zand	relatief matig
IV, V	gras, bouwland	veen, klei, zand	relatief laag
VI, VII, VII*	gras, maïs, bouwland	veen, klei, zand	relatief laag
(I), II, III, IV, V, VI, VII, VII*	overig landgebruik	veen, klei, zand	relatief laag

De volgende basiskaarten zijn nodig:

- Grondwatertrappen (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000);
- Historisch (of actueel) landgebruik met onderscheid: overwegend gras, maïs of bouwland (LGN1 t/m 4);
- Grondsoort met onderscheid: zand, veen of klei (afgeleid van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000).

Stikstofbelasting oppervlaktewater

De volgende achtergrondinformatie is overgenomen uit het rapport van Schoumans (2002). De stikstofbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden wordt bepaald door de verliesnormen, de grondsoort en het landgebruik, en vooral ook door de hydrologische situatie (kwel- en wegzijgingskarakteristieken en de wijze van ontwatering). De grondwatertrap (Gt) is een afgeleide hiervan. De totale stikstofbelasting is de resultante van de hoeveelheid bodemwater die afstroomt naar het oppervlaktewater (flux) en de concentraties van stikstof in dat water. Het neerslagoverschot en de kwel-/wegzijgingsintensiteit bepalen in sterke mate deze afstromings-flux. De wijze van ontwatering bepaalt in sterke mate de ouderdom van het water dat uitstroomt. Bij diepe ontwatering (droge gronden), bijvoorbeeld, treedt voornamelijk 'oud' water uit de bodem (d.w.z. water met een lange verblijftijd in de bodem). In ondiep afstromend (oppervlakkige afvoer, ondiepe drainage) 'jong' water worden de stikstofconcentraties, daarentegen, vooral beïnvloed door verliesnormen, grondsoort en landgebruik. Het 'oudere' water heeft over het algemeen lagere stikstofconcentraties vanwege chemische processen die de stikstofconcentraties verlagen.

De stikstofbelasting van het oppervlaktewater is in belangrijke mate gerelateerd aan de grondwatertrap. De hoge stikstofbelasting bij 'natte' grondwatertrappen wordt mede veroorzaakt door nutriëntenrijke kwel uit de ondergrond in veel laaggelegen gebieden (met name polders). Daarbij komt dat in veengebieden door ontwatering het veen mineraliseert (en langzaam verdwijnt) en op deze wijze bijdraagt aan de

nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. De nutriëntenrijke kwel speelt vooral een rol in west Nederland en minder in Noord Nederland omdat de stikstofconcentraties in Noord Nederland lager zijn. De relatief geringe stikstofbelasting van het oppervlaktewater bij de droge gronden wordt veroorzaakt door het feit dat het bodemwater grotendeels wegzijgt naar de diepe ondergrond en dat daardoor weinig bodemwater afstroomt naar het oppervlaktewater.

In de MINAS wetgeving wordt een verliesnorm van 180 en 100 kg N ha⁻¹.j⁻¹ gehanteerd voor respectievelijk grasland en bouwland op de niet droge zandgronden zonder verdere differentiatie naar teelten. De scherpere normen op de droge zandgronden is voor de stikstofbelasting van het oppervlaktewater niet bijzonder relevant omdat gronden met 'droge' grondwatertrappen al een relatief lage stikstofbelasting hebben. In de studie van Schoumans (2002) zijn alleen de teelten gras, maïs en bouwland onderscheiden. Uit de resultaten blijkt dat grasland een relatief lagere stikstofbelasting heeft dan bouwland en maïs met de nattere grondwatertrappen. De tien teelten van de WKK-Landbouw moeten worden toegedeeld aan de landgebruikvormen: gras, bouwland en maïs.

Voor de WKK-Landbouw zijn de volgende vuistregels afgeleid (zie tabel 5).

Tabel 5 Vuistregels om de relatieve stikstofbelasting van het oppervlaktewater in te schatten

Grondwatertrap	Huidig landgebruik	Grondsoort	Stikstofbelasting oppervlaktewater
(I), II	alle gewassen	veen, klei, zand	relatief hoog
III	alle gewassen	veen, klei, zand	relatief matig
IV	gras	veen, klei	relatief laag
IV	gras	zand	relatief matig
IV	geen gras	veen, klei, zand	relatief matig
V	geen gras	veen	relatief matig
V	gras	veen	relatief laag
V	alle gewassen	zand, klei	relatief laag
VI, VII, VII*	alle gewassen	veen, klei, zand	relatief laag

De volgende basiskaarten zijn nodig:

- Grondwatertrappen (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000);
- Grondsoort met onderscheid: zand, veen of klei (afgeleid van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000).

Beperkingen

De vuistregels zijn afgeleid van een analyse van resultaten beschreven in het rapport van Schoumans (2002). Het was niet mogelijk om direct de berekende stikstof- en fosforbelasting van deze studie over te nemen en deze te classificeren naar de klassen 'relatief hoog', 'relatief matig' en 'relatief laag'. De reden hiervoor is dat deze resultaten gelden voor het actuele landgebruik terwijl de WKK-Landbouw juist elke gewasteelt apart evalueert. Uiteraard zijn de vuistregels een minder nauwkeurige benadering omdat sommige aspecten zoals bijvoorbeeld kwel- en wegzijging nu indirect worden vertegenwoordigd door de grondwatertrap. Verder hebben de vuistregels betrekking op geheel Nederland en niet alleen op Noord Nederland. Een toekomstige verbetering zou kunnen zijn om de resultaten van deze studie alleen te

analyseren voor Noord Nederland en de vuistregels daarop te baseren. Een andere mogelijkheid is het gebruik van metamodellen. Dit zijn regressievergelijkingen tussen enerzijds een modelresultaat (zoals de stikstof- of fosforbelasting van het oppervlaktewater) en anderzijds specifieke gebiedskenmerken die de resultaten (gedeeltelijk) verklaren. Met deze metamodellen kun je op een snelle en eenvoudige manier het gebied doorrekenen en de resultaten classificeren in een 'relatief hoge', 'relatief matige' en 'relatief lage' belasting. Medio 2003 zullen metamodellen beschikbaar komen die zijn gebaseerd op modelresultaten van de studie van Schoumans (2002). Het nadeel blijft dat maar een beperkt aantal teelten zijn doorgerekend (gras, maïs en bouwland).

Onderlinge relaties

Bovengenoemde factoren (fosfaat- en stikstofbelasting van het oppervlaktewater) bepalen tezamen of er problemen kunnen ontstaan in het oppervlaktewater (figuur 10). Landbouwbedrijven en natuur stellen eisen aan de kwaliteit van water die mede wordt beïnvloed door de diffuse nutriëntenuitspoeling vanuit de landbouw en riooloverstorten (zie WKK-Bouwen). Als het oppervlaktewater gebruikt wordt als drinkwater voor weidend vee is de waterkwaliteit belangrijk. Vervuiling van dit oppervlaktewater door nutriënten uit landbouwgronden of riooloverstorten van bebouwing is zeer ongewenst voor weidend vee. De dieren kunnen daarvan ziek worden. Zo ook kunnen de gevolgen voor natuur, mits als zij in contact staan met dit vervuilde oppervlaktewater, groot zijn.

De ernst van het thema 'Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater' kan sterk worden beïnvloed door een ander thema, namelijk 'Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies'. Deze interactie wordt verder behandeld in paragraaf 2.3.5.

Bronkaarten

1. Het BNN-bestand;
2. LGN1 t/m 4 (voor vaststellen van historisch landgebruik).

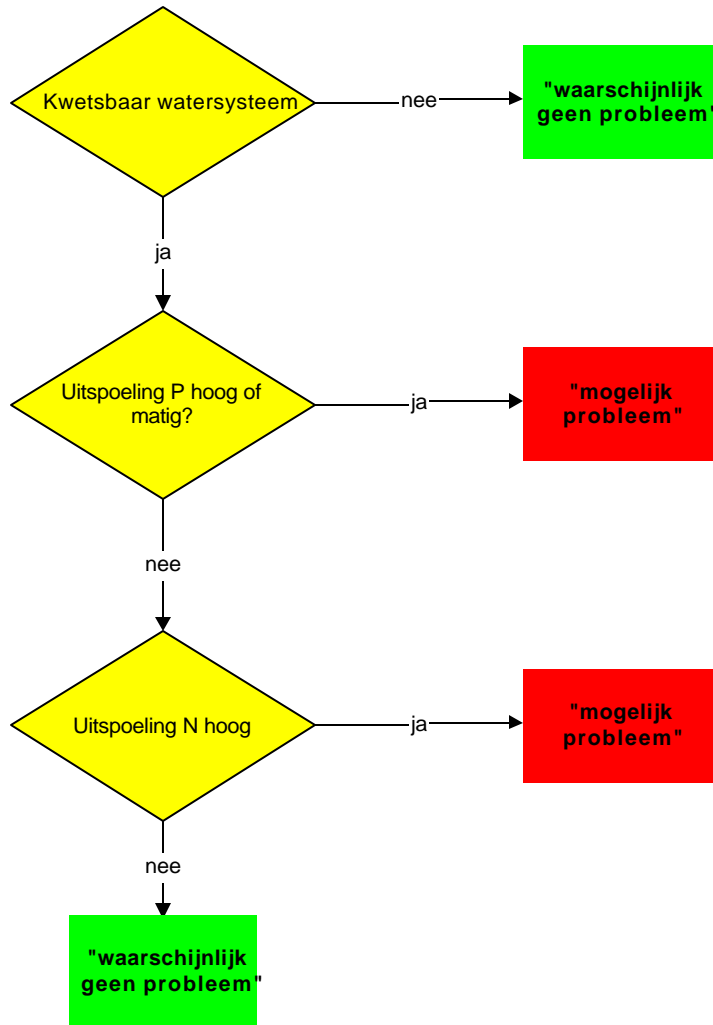
Korte werkwijze aanmaak basiskaart

Het bepalen van de mate van fosfaatuitspoeling hangt mede af van historisch landgebruik. Om dit te bepalen combineren we vier opeenvolgende LGN-bestanden: LGN1 tot en met LGN4. Deze bestanden zijn vereenvoudigd tot vier klassen namelijk: gras, maïs, overig bouwland en overig landgebruik. De gecombineerde kaart geeft aan hoe vaak een gridcel geclassificeerd is als gras, maïs, bouwland, en overig landgebruik. Het historisch landgebruik is het landgebruik met de hoogste frequentie. Bij een 'fifty-fifty'-verhouding (bijv. 2x gras en 2x maïs) is gekozen voor een 'worst case'-scenario, in dit geval dus voor maïs.

De verschillende bronkaarten worden met de regels zoals aangegeven in tabel 4 en 5 vertaald in stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater. Vervolgens worden deze twee tussenproducten gecombineerd met de bronkaart 'Kwetsbare watersystemen' tot de uiteindelijk basiskaart 'Probleem nutriënten oppervlaktewater'.

Resultaat

Twee kaarten per gewasgroep (voor gras en overige gewassen) met gridcelwaarden:
1 = Waarschijnlijk geen probleem;
2 = Mogelijk probleem.



Figuur 10 Schema van relaties tussen factoren die de uitspoeling van nutriënten (N en P) naar het oppervlaktewater bepalen

2.3.3 Belasting van het milieu door bestrijdingsmiddelen

Met uitzondering van de biologische teelten is het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen gangbaar in de Nederlandse land- en tuinbouw. In Nederland zijn anno 2003 ruim 200 werkzame stoffen in verschillende formuleringen toegelaten. De toxiciteit van de stoffen en de mate van gebruik per gewas lopen sterk uiteen. Zo hebben insecticiden een gemiddeld hogere toxiciteit dan bijvoorbeeld de herbiciden

of de fungiciden en is het gebruik van stoffen in bijvoorbeeld bloembollen en aardappelen duidelijk hoger dan bijvoorbeeld op grasland.

Bestrijdingsmiddelen kunnen tijdens en na toepassing onbedoeld en vaak ook onbewust terechtkomen in grond- en oppervlaktewater. De meest bekende emissieroutes zijn drift en uitspoeling (De Nie 2002). Daarnaast kunnen bestrijdingsmiddelen ook in het milieu komen als gevolg van bijv. atmosferische depositie en oppervlakkige afspoeling. Het rechtstreeks meespuiten van sloten wordt met name tegengegaan door de introductie van spuitvrije zones, zoals vastgelegd in het Lozingenbesluit Rundveehouderij en Open teelten (Staatsblad 43 2000)

Drift

Onder drift wordt verstaan het verwaaien van spuitdruppeltjes tijdens toepassing. Afhankelijk van het type spuitapparatuur in combinatie met de technische specificaties (spuitdruk, spuitdooptype) kunnen (fijne) spuitdruppeltjes tijdens toepassing buiten het bespoten perceel komen. Deze druppeltjes kunnen bijvoorbeeld in een aangrenzende kavelsloot terechtkomen. De kans daarop is het grootst wanneer de windrichting naar de kavelsloot toe is. Nederlandse landbouwpercelen worden vaak aan alle kanten begrensd door sloten. Bij enige wind zal er gauw een belasting van het oppervlaktewater optreden. De omvang van deze emissie is in de praktijk één tot enkele procenten van de hoeveelheid die per oppervlakte-eenheid op het perceel terechtkomt. Een dosering van 500 gram werkzame stof/ha (praktijkdosering voor een herbicide) betekent in dergelijke gevallen concentraties van enkele tientallen microgrammen, die afhankelijk van de specifieke werkzame stof kunnen leiden tot schadelijke neveneffecten voor met name waterorganismen.

In de praktijk worden in toenemende mate maatregelen getroffen om de emissie als gevolg van drift te beperken. In eerste instantie moet daarbij gedacht worden aan aanpassingen aan de spuitapparatuur. Er zijn spuiten met driftarme doppen op de markt en ook wordt emissiearm gespoten met zogenaamde luchtondersteuning. Andere vormen van emissiebeperking zijn mogelijk door het treffen van teeltmaatregelen. Denk daarbij niet alleen aan de spuitvrije zones die door het Lozingenbesluit Rundveehouderij en Open teelten worden opgelegd of aan het introduceren van zogenaamde vanggewassen. Er is een toenemende belangstelling voor driftloze toepassingen als zaadcoating, voorbehandeling en strijken (meestal pleksgewijs aanstrijken van grotere onkruiden met herbiciden, bijvoorbeeld bij brandnetel). Drift neemt uiteraard ook af als het gebruik van een bestrijdingsmiddel afneemt. Verder wordt drift minder schadelijk door het verlagen van de dosering, maar veel meer nog door te kiezen voor een niet-chemische oplossing. In de zogenaamde geïntegreerde teeltsystemen vormen deze niet-chemische oplossingen een belangrijke basis.

Kenmerkend voor de drift zijn de kortdurende emissies die optreden tijdens de bespuitingen. Deze emissies leiden tot (kortdurende) piekconcentraties. De mate waarin deze piekconcentraties leiden tot schadelijke neveneffecten voor waterorganismen wordt bepaald door de toxiciteit van de stof en de mate waarin

organismen worden blootgesteld aan de stof. Deze blootstelling is ook weer sterk gerelateerd aan de eigenschappen van de stof en dan met name de afbraaksnelheid. Is deze hoog dan is de kans op een blootstelling die leidt tot schadelijke effecten kleiner. De mate van blootstelling wordt overigens ook beïnvloed door eigenschappen van de sloot. Hogere stroomsnelheden doen als gevolg van verdunning de concentraties sneller dalen (waardoor bestrijdingsmiddelen overigens ook sneller naar onbelaste benedenstroomse locaties worden getransporteerd!). Daarnaast is inmiddels bekend dat de aquatische levensgemeenschappen in ruimbegroeide sloten aanmerkelijk minder te lijden hebben van emissies van bestrijdingsmiddelen dan sloten die niet of nauwelijks zijn begroeid (Crum & Brock 1994; Crum et al. 1999). In begroeide sloten nemen de concentraties van veel bestrijdingsmiddelen namelijk sneller af (adsorptie, afbraak). Daarnaast kan een stof door de aanwezigheid van waterplanten zich minder snel door de waterkolom verplaatsen (mengremming) waardoor, op deze begroeide plekken van een sloot, spots kunnen ontstaan waar de blootstellingconcentraties aanmerkelijk lager zijn.

Uitspoeling

Een tweede belangrijke emissieroute is uitspoeling. In perioden met een neerslagoverschot zal (regen)water, via de bodem, naar het ondiepe grondwater verdwijnen. Bestrijdingsmiddelen die zich op en in de bodem bevinden, worden 'meegetransporteerd'. Vanuit het ondiepe grondwater vindt verticaal transport plaats naar het diepere grondwater en horizontaal transport naar de meest nabijgelegen kavelsloot. De omvang van het laatste transport neemt sterk toe in geval van drainage. Anders dan bij drift is het niet of nauwelijks mogelijk om met landbouwkundige maatregelen de uitspoeling van bestrijdingsmiddelen te beperken. Een agrariër kan wel kiezen voor bestrijdingsmiddelen die minder gevoelig zijn voor uitspoeling. Ook kan hij het gebruik van middelen in de regenrijke najaars- en winterperiode (voor zover überhaupt wettelijk toegestaan!) minimaliseren.

Naast de adsorptie-eigenschappen van stoffen is vooral de afbreekbaarheid van een stof bepalend voor zijn uitspoelingsgevoeligheid. Een verlaging van de dosering is vaak geen optie. Er wordt anno 2002 al op het scherpst van de snede gedoseerd. Stoffen met een hoge persistentie zijn inmiddels niet meer toegelaten op de Nederlandse markt. Dat betekent dat er 2 jaar na de laatste toepassing nauwelijks nog stoffen worden aangetroffen en dus vrijwel geen transport meer optreedt naar grond- en oppervlaktewater. Het grondwater lijkt met behulp van het huidige toelatingsbeleid, dat gebaseerd is op een maximale concentratie van 0,1µg/l op 10 m diepte, voldoende beschermd tegen gewasbeschermingsmiddelen. Lokaal kunnen oudere, vaak persistentere bestrijdingsmiddelen nog wel een probleem vormen. Dit is echter uitsluitend middels metingen vast te stellen.

In tegenstelling tot de route drift is de emissie als gevolg van uitspoeling veel meer uitgesmeerd in ruimte en tijd. De emissie treedt namelijk niet op tijdens toepassing, maar ruim daarna wanneer sprake is van een neerslagoverschot. Bestrijdingsmiddelen die in het voorjaar worden toegepast, zoals een groot aantal herbiciden, kunnen pas in het najaar worden getransporteerd naar grond- of oppervlaktewater. De mate waarin dat gebeurt is niet alleen afhankelijk van de (plaatselijke) waterfluxen. Ook

hier spelen stofspecifieke eigenschappen een rol. Bestrijdingsmiddelen worden in de bodem namelijk afgebroken. Hoe sneller die afbraak plaatsvindt, des te minder van de stof kan in het najaar worden getransporteerd. Ook hebben bestrijdingsmiddelen de neiging om te adsorberen aan de bodem. Hoe hechter de binding, des te lager de uitspoeling. Dit alles heeft tot gevolg dat uitspoelingsconcentraties relatief laag zijn, maar zich wel over een langere tijdperiode voordoen. Dit patroon leidt zelden tot acute sterfte van waterorganismen, maar kan wel degelijk tot sublethale effecten leiden zoals groeiremming of reproductievermindering.

Wettelijke toelatingen

Alle bestrijdingsmiddelen die op de Nederlandse markt worden aangeboden kennen een wettelijk toelating. Dat wil zeggen dat ze vooraf o.a. getoetst zijn op hun mogelijke milieurisico. Wettelijk toegelaten betekent o.a. dat de drift en uitspoeling die het gevolg kunnen zijn van bepaalde, gedefinieerde toepassingen, niet tot onaanvaardbare milieurisico's leiden. Idealiter zou een toegelaten stof dus nooit tot een normoverschrijding kunnen leiden. De praktijk is echter anders. Metingen in grond- en oppervlaktewater laten regelmatig normoverschrijdingen zien. Dit is grotendeels het gevolg van het feit dat in de schattingsprocedures van de milieurisico's (modelberekeningen) gewerkt wordt met behulp van zogenaamde rekenscenario's. In die scenario's wordt, bij gebrek aan beter, vaak gebruik gemaakt van aannames (gemiddelden) die niet zelden afwijken van de praktijk. Hoe sterker de praktijk afwijkt van de aannames, zoals bijvoorbeeld de dimensies van een sloot, het wel of niet begroeid zijn of de stroomsnelheid, des te meer kunnen meetresultaten afwijken van de berekende milieurisico's. Een tweede belangrijke verklaring van mogelijke verschillen tussen berekeningen en veldmetingen is het feit dat in de toelating momenteel slechts een deel van de emissieroutes wordt meegenomen. Oppervlakkige afstroming, na bijvoorbeeld onweersbuien en belasting via het regenwater (atmosferische depositie), is bijvoorbeeld een emissieroute die hierbij niet wordt meegenomen.

Duurzame Gewasbescherming

In het voorjaar van 2003 is door verschillende partijen waaronder de Rijksoverheid (VROM, LNV), LTO-Nederland, Stichting Natuur en Milieu, VEWIN, de Unie van Waterschappen, Agrodin en NEFYTO een convenant ondertekend op het gebied van gewasbescherming. In deze zogenaamde Nota Duurzame Gewasbescherming is vastgelegd dat de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen in de periode 1998-2010 dient te zijn gereduceerd met 95%. De verschillende landbouwsectoren moeten in zogenaamde sectorplannen vastleggen hoe ze deze reducties denken te bereiken. Als uitvloeisel van dit beleid zullen de concentraties in het oppervlaktewater ongetwijfeld verder gaan afnemen. Overigens is in het convenant ook een zogenaamde borging op de Vrijstellingsmogelijkheid vastgelegd. Dit houdt in dat bij benoemde landbouwkundige knelpunten het milieurisico wordt geminimaliseerd. Het is nog onduidelijk wat de gevolgen hiervan zullen zijn op de actuele milieukwaliteit.

Gebiedsfactoren

De emissie van bestrijdingsmiddelen wordt naast de eigenschappen van de stoffen en het gedrag van de individuele boer ook beïnvloed door bepaalde gebiedsfactoren. In

gebieden zonder oppervlaktewater is drift bijvoorbeeld geen relevante emissieroute. Gerelateerd aan de slootdichtheid speelt ook de (regionale) waterhuishouding een rol bij de optredende emissiestromen. Bij hogere grondwaterstanden zal er voornamelijk horizontaal transport optreden; bij diepere grondwaterstanden treedt vooral verticaal transport op. Tenslotte zijn ook de eigenschappen van de bodem van belang. Zo is het organische-stofgehalte bepalend voor de mate waarin adsorptie optreedt. Eigenschappen als pH en redoxpotentiaal kunnen een rol spelen bij de afbraak van stoffen, maar daar is nog relatief weinig van bekend.

In een gebied waarin het oppervlaktewater locaties met verschillende functies met elkaar verbindt kunnen (benedenstroomse) kwetsbare natuurfuncties de negatieve gevolgen ondervinden van bestrijdingsmiddelen afkomstig van de bovenstroomse agrarische functies. Met name de intensieve sectoren als bollenteelt, fruitteelt en delen van de akker- en tuinbouw kunnen via het oppervlaktewater een bedreiging vormen voor kwetsbare natuurfuncties benedenstrooms. De emissie naar grondwater kan een bedreiging vormen voor de functie drinkwaterwinning.

Bovengenoemde factoren bepalen tezamen met stoffeigenschappen, teeltmaatregelen, weerfactoren en het gedrag van de boer of uiteindelijk schadelijke effecten optreden op de levensgemeenschap in de sloot. De gevolgen zijn dus zeer stof- en locatiespecifiek en dus minder toe te dichten aan een sector. Wél is het zo dat het gebruik van stoffen gewasspecifiek kan zijn, maar ook dat geldt lang niet voor alle stoffen.

Regionale milieubelasting

Bovenstaande complexiteit heeft de Ministeries van LNV en VROM doen besluiten om een op GIS gebaseerd instrumentarium te laten ontwikkelen waarmee de milieubelasting als gevolg van landbouwkundig gebruik van bestrijdingsmiddelen kan worden gekwantificeerd. Dit instrumentarium, met de naam Nationale Milieu Indicator, speelt een belangrijke rol bij het monitoren van de voortgang van de milieudoelstellingen in de Nota Duurzame Gewasbescherming.

Met deze zogenaamde NMI kan de milieubelasting worden berekend voor geselecteerde gewassen, gebieden, stoffen en emissieroutes en elke willekeurige combinatie daarvan. Om een beeld te schetsen van de informatie die binnen de NMI is vastgelegd is hier een kaartje toegevoegd van het bestrijdingsmiddel fluazinam (figuur 11).

Door het gebruik van GIS is het mogelijk om binnen de Nationale Milieu Indicator gebruik te maken van regionaal bepaalde gebiedsfactoren. Denk daarbij aan gewasarealen, slootdichtheden, grondwaterstanden en bodemkarakteristieken. Het GIS maakt het tevens mogelijk dat output gegenereerd kan worden op willekeurig welk schaalniveau, zoals gemeenten, (deel)stroomgebied of provincie. Meer van de achtergronden van de NMI is te vinden op www.NMI.alterra.nl.

Title:

Creator:

ArcView Version 2.1

Preview:

This EPS picture was not saved
with a preview included in it.

Comment:

This EPS picture will print to a
PostScript printer, but not to
other types of printers.

Figuur 11 Milieubelasting van het bestrijdingsmiddel Fluazinam

Resumerend verkleinen dus een aantal factoren de emissiekans van bestrijdingsmiddelen:

- Het rechtstreeks meespuiten van sloten wordt met name tegengegaan door de introductie van spuitvrije zones, zoals vastgelegd in het Lozingenbesluit Rundveehouderij en Open teelten;

- Alle bestrijdingsmiddelen die op de Nederlandse markt worden aangeboden kennen een wettelijk toelating. Dat wil zeggen dat ze vooraf o.a. getoetst zijn op hun mogelijke milieurisico;
- In het voorjaar van 2003 is door verschillende partijen waaronder de Rijksoverheid (VROM, LNV), LTO-Nederland, Stichting Natuur en Milieu, VEWIN, de Unie van Waterschappen, Agrodīs en NEFYTO een convenant ondertekend op het gebied van gewasbescherming. In deze zogenaamde Nota Duurzame Gewasbescherming is vastgelegd dat de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen in de periode 1998-2010 dient te zijn gereduceerd met 95%. Per gewasteelt staat verder niet per definitie vast welke stoffen worden gebruikt en op welke manier ze worden aangewend. Dit is sterk afhankelijk van het management. Daarom wordt binnen de WKK-Landbouw geen basiskaart voor dit thema opgenomen.

2.3.4 Zware metalen

Op het eerste gezicht lijkt het probleem van de zware metalen (met name cadmium, lood en koper) geen rol van betekenis te spelen in Noord Nederland (pers. med. J.E. Groenenberg, Alterra). Recentelijk is door Alterra -indirect via gewasopnames-onderzocht of in Nederland (landsdekkend) de kritische grenzen van zware metalen in de bodem worden overschreden. Samengevat uit Alterra-rapport 124 (D.J. Brus et al. 2002) is de conclusie dat de overschrijdingskansen groter dan 5% regelmatig voorkomen voor Cd en Pb in de huidige akkerbouwgebieden. Zeer hoge overschrijdingskansen (groter dan 50%) van kritieke Cd- en Pb-gehalten komen voor in de akkerbouwgebieden van de Brabantse Kempen, Midden- en Zuid-Limburg. Voor koper (Cu) is in deze studie geen passend model gevonden voor de relatie bodem- en gewasgehalten.

Een goede methode en gegronde redenen ontbreken om het thema ‘Zware metalen’ in dit stadium al in de waterkansenkaarten in te bouwen. De afspraak voor dit thema luidt dan ook dat hieraan in een volgende fase meer aandacht moet worden besteed.

2.3.5 Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies

Het thema ‘Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies’ (of kortweg: kaart met “kwetsbare watersystemen”) vormt een belangrijke kaart binnen de serie basiskaarten over kwetsbaarheid. De kaart geeft niet aan om welke vervuilingsbronnen het gaat, zoals de andere kwetsbaarheidkaarten, maar geeft aan waar de kwetsbare watersystemen liggen. De kaart met “kwetsbare watersystemen” is overgenomen uit de WKK-Bouwen en vult het thema ‘Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies’. Deze basiskaart wordt binnen de applicatie WKK-Landbouw alleen gecombineerd met het thema ‘Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater’ (paragraaf 2.3.2). Momenteel is namelijk de basiskaart ‘Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater’ de enige kaart die een relatie heeft met oppervlaktewater. Wanneer uitspoeling van nutriënten plaats vindt binnen een

kwetsbaar watersysteem wordt dit als een probleem beschouwd. Als geen uitspoeling plaats vindt of de uitspoeling vindt plaats in een niet-kwetsbaar watersysteem dan wordt dit vertaald naar 'geen probleem'. Intensieve teelten in stroomopwaarts gelegen, niet-kwetsbare watersystemen, kunnen kwetsbare watersystemen stroomafwaarts nadelig beïnvloeden. Het is echter mogelijk dat dit water omgeleid wordt langs het kwetsbare gebied. Binnen de WKK-Landbouw wordt in eerste instantie aangenomen dat het water wordt omgeleid. Het inbouwen van het positioneringprincipe in deze kaart wordt uitgesteld tot een latere fase.

Bronkaart

Kaart met "kwetsbare watersystemen" is rechtstreeks overgenomen uit de WKK-Bouwen.

Korte werkwijze aanmaak basiskaart

De bronkaart die gebruikt is voor het maken van het gridbestand in de WKK-Bouwen wordt opnieuw verwerkt (vanwege andere oorsprong) tot een gridbestand voor de WKK-Landbouw.

Resultaat

Eén kaart met gridcelwaarden:

1 = Niet-kwetsbaar watersysteem;

2 = Niet-kwetsbaar watersysteem dat bovenstrooms ligt van kwetsbaar watersysteem;

3 = Kwetsbaar watersysteem.

De gridcelwaarde wordt in de kennismatrix omgezet naar probleem of geen probleem en verder bewerkt in het thema 'Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater' (par. 2.3.2).

3 Bronkaarten

Voor het vervaardigen van de basiskaarten voor de WKK-Landbouw zijn per thema één of meer bronkaarten nodig (bijlage 2). In dit hoofdstuk worden de bronkaarten apart beschreven voor zover ze niet direct al een basiskaart vormen. Als een bronkaart namelijk tevens een basiskaart is, volgt de beschrijving direct bij de behandeling van de basiskaarten in hoofdstuk 2. Bij sommige bronkaarten is in hoofdstuk 2 enkel volstaan met een literatuurverwijzing. De volgende bronkaarten komen hiermee in dit hoofdstuk aan de orde:

- Bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 50.000;
- Aanwezigheid oppervlaktewater voor beregenen;
- Beleid bij gebruik grondwater voor beregenen;
- Kwaliteit oppervlaktewater (zoutgehalte);
- LGN4-percelen.

3.1 Bodem- en grondwatertrappenkaart

De bodem- en grondwatertrappenkaart die voor dit project is gebruikt, is de digitale versie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000. De opdrachtgever wil de huidige bodem- en waterhuishoudkundige situatie als uitgangspunt. De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, is opgenomen per kaartblad. Hierbij kan het volgende worden opgemerkt:

- De opnameperiode is behoorlijk lang geweest; al in 1961 is het eerste kaartblad uitgekomen. Met name de grondwatertrap is gedurende de opnameperiode veranderd door verschillende ingrepen (zoals landinrichtingsprojecten, drinkwateronttrekkingen, veranderde oppervlaktewaterpeilbesluiten), waardoor vooral de eerste kaarten verouderd kunnen zijn. Sommige (delen van) kaartbladen zijn geactualiseerd;
- Tijdens de opnameperiode is de indeling in grondwatertrappen (klassen) verder opgesplitst, waardoor de Gt-indeling per kaartblad kan verschillen.

Om deze redenen kunnen tussen kaartbladen soms onnatuurlijke, rechte grenzen ontstaan. Voor dit project is gebruik gemaakt van de meest recente bodemgegevens (figuur 12).

Bodem

In het jaar 2002 is voor de provincie Groningen, Drente en Overijssel bovengenoemde bodemkaart gedeeltelijk gereviseerd voor de veenvoorkomens binnen het BGDM-gebied (Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen; De Vries 2002). Dit betekent dat –met uitzondering van de provincie Friesland en alléén voor het BGDM-gebied- de veengronden zijn gecontroleerd op de dikte van het veenpakket. Indien het veenpakket in het onderzochte deelgebied niet meer voldoet aan de eisen van een veengrond is dit aangegeven en is op die locatie gekeken of een digitale

detailkaart hier meer informatie kan verschaffen. Als de locatie binnen de grenzen van een digitale detailkaart ligt, dan krijgt de locatie van de 'versleten' veengrond de bodemcode van de detailkaart. Als er geen digitale detailkaart voor handen is dan behoudt de veranderde grond zijn veencode maar wel met een waarschuwing voor het verminderde of verdwenen veenpakket. Uit een vergelijkende studie in het gebied "Schoonebeek" (Pleijter, in voorb.) is gebleken dat veel 'versleten' veengronden moerige gronden zijn geworden. De moerige gronden zijn in dit gebied veelal 'versleten' tot zandgronden. De veranderingen bij de moerige gronden zijn nog niet gebiedsdekkend in kaart gebracht. Voor de provincie Friesland is zoals gezegd eveneens geen aangepaste Bodemkaart. Hieraan kan in een vervolgfase nader onderzoek worden gewijd.

Resultaat Bodem (HELP-code)

Kaart met gridcelwaarden:

0 = Onbekend (kaartvlakken met HELP-code "Overig");

1 = V&W;

2 = K1;

3 = K2;

4 = K3/4;

5 = K5;

6 = Z30;

7 = Z50;

8 = Z80;

9 = Zsl30;

10 = Zsl50;

11 = Zsl80;

12 = L;

13 = Z30/t;

14 = G30.

Grondwatertrappen

Door Alterra wordt momenteel een Gt-actualisatie (volgens de recentelijk ontwikkelde Gd-methode, Grondwaterdynamiek) uitgevoerd in het kader van de mestwetgeving voor de vaststelling van de uitspoelingsgevoelige zandgronden. Deze opdracht komt van het Ministerie van LNV en zal ongeveer in het najaar van 2003 zijn afgerond. De uitkomst van deze actualisatie zal de kwaliteit van veel basiskaarten (sterk) kunnen verbeteren. De aanpassing van de waterkansenkaarten op de Gt-actualisatie kan eventueel plaatsvinden in een vervolgfase.

Resultaat Grondwatertrappen (HELP-Gt)

Kaart met gridcelwaarden:

0 = Onbekend (kaartvlakken met HELP-Gt "-");

1 = I;

2 = II;

3 = II*;

4 = III;

5 = III*;

6 = IV;
7 = V;
8 = V*;
9 = VI;
10 = VII;
11 = VII*.

3.2 Aanwezigheid oppervlaktewater voor beregenen

Bij het beregenen is in de zomerperiode (ca. mei tot half augustus) een bepaalde hoeveelheid water per tijdseenheid nodig. Deze hoeveelheid water moet tijdens het beregenen weer aangevuld worden op het punt waar water onttrokken wordt. Dit is noodzakelijk omdat de inlaat van de pomp altijd onder water moet blijven om water te kunnen oppompen. Indien het debiet onvoldoende is, kan via de sloot onvoldoende water worden aangevoerd. Dit kan worden veroorzaakt door een te gering verval en/of een te grote weerstand tegen transport (de natte doorsnede van de sloot kan te klein zijn, onder andere door teveel begroeiing). Beregenen uit oppervlaktewater is dan niet mogelijk zonder extra voorzieningen (Dekkers 2000). De WKK-Landbouw gaat er gemakshalve vanuit dat deze extra voorzieningen niet nodig zijn.

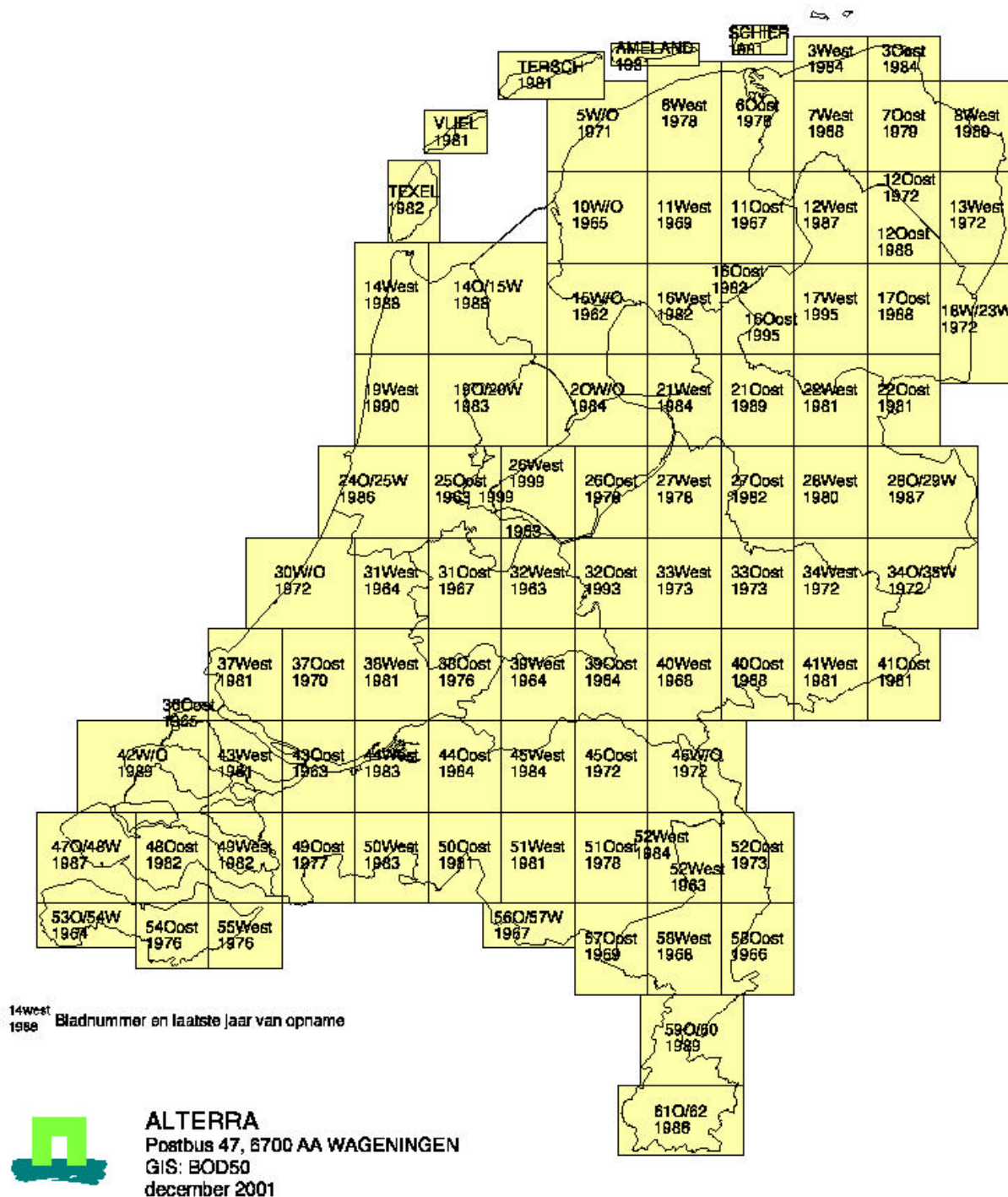
Voor het vaststellen van aanwezigheid van oppervlaktewater, waaruit beregend kan worden, zijn eerst peilvakken geselecteerd met wateraanvoer. De gebieden met watervoerende sloten zijn door de waterschappen afgeleid uit de volgende formule:

$$\text{maaiveld} - \text{gemiddeld zomerpeil} \leq 1,3 \text{ m}$$

Vervolgens zijn deze gebieden uitgebreid met een buffer van 300 meter in verband met de gemiddelde slanglengte van beregeningsinstallaties. Bij het vaststellen van de hoogte van het maaiveld is uitgegaan van de AHN-kaart (Actueel Hoogtebestand Nederland) van de WKK-Bouwen.

De formule is eerst toegepast op het waterschap Hunze en Aa's, waar men niet geheel tevreden was over het uitgewerkte beeld. Er bleven veel kleine snippers over waar niet beregend zou kunnen worden. Daarnaast zouden in het kleigebied van het waterschap Hunze en Aa's hele stukken niet beregend kunnen worden. Dit strookt niet met de werkelijkheid. De oorzaak is dat in het kleigebied diepe peilen worden gehanteerd, waardoor het criterium (mv. - z.p. ≤ 1.3 m) snel wordt overschreden. De kaart 'Aanwezigheid van oppervlaktewater' is voor het waterschap Hunze en Aa's uiteindelijk niet samengesteld door de bovenstaande formule toe te passen maar door sec het wateraanvoergebied op te nemen. Deze kaart strookt beter met de werkelijkheid voor wat betreft het gebied dat beregend kan worden. De kaart met "wateraanvoergebieden" heeft ook een harde basis want deze wordt verder gebruikt bij de kostentoeiding. Overigens kwamen de buitengrenzen van beide kaartbeelden voor het waterschap Hunze en Aa's wel goed overeen. Voor de andere waterschappen is bovenstaande formule rechtstreeks doorgerekend en zijn daarna geen aanpassingen meer gedaan.

Bladindeling en ouderdom Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000



Figuur 12 Bladindeling en ouderdom Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000

Resultaat

Kaart met gridcelwaarden:

1 = Aanwezig;

2 = Niet aanwezig.

3.3 Beleid bij gebruik grondwater voor beregenen

Ook al ontbreekt een eenduidig provinciaal beleid (met uitzondering van de provincie Drente) dat beperkingen oplegt aan grondwateronttrekkingen voor beregening, er is wel degelijk de wens om de onttrekkingen uit het grondwater niet verder te laten toenemen. Dit resulteert binnen de methodiek van de WKK-Landbouw dat deze wens sturend is opgenomen. De beoordeling van mogelijkheden voor beregening uit grondwater is hierdoor afhankelijk van de mate waarin belangen geschaad worden. In de meeste gevallen betekent dit, dat beregening vanuit grondwater geen verdroging van natuur mag opleveren. Uitzondering hierop vormen de droge natuurgebieden, omdat een verlaging van de grondwaterstand hier vrijwel geen effect zal hebben. Voor de WKK-Bouwen is een kaart aangemaakt met invloedsgebieden rondom (niet droge-) natuur. Bij de beoordeling van mogelijkheden voor beregening uit grondwater is gebruik gemaakt van deze kaart. Deze kaart geeft qua streven naar terugdringing van grondwateronttrekkingen voor landbouw een realistischer beeld dan bijvoorbeeld de Drentse kaart met “gebieden met ondersteunende natuurfunctie” (figuur 2). In deze kaart van de provincie Drente wordt een ruime zone aangehouden waar beregening voor aardappelen en bieten niet toegestaan is.

Voor een volledig overzicht is binnen de WKK-Landbouw de kaart met invloedsgebieden rondom natuur gecombineerd met de kaart van de provincie Drente met gebieden met ondersteunende natuurfunctie. Voor de provincie Friesland zijn bufferzones gemaakt voor zowel droge als natte natuur. In een vervolgfase moet voor deze provincie dus nog een aanpassing plaatsvinden voor deze bronkaart.

Resultaat

Kaart met gridcelwaarden:

1 = Niet-droge natuur met buffer (beregenen niet toegestaan);

2 = Overig, ondersteunende natuurfunctie Drente (beregenen alleen toegestaan voor hoogsalderende gewassen);

3 = Overig gebied (beregenen toegestaan voor alle intensieve gewassen).

3.4 Kwaliteit oppervlaktewater (zoutgehalte)

Op basis van de volgende kaarten van de waterschappen: watersysteemgebieden, af- en aanvoergebieden, en peilgebiedsgrenzen en beschikbare meetpunten van chloridegehalten van het oppervlaktewater (april tot oktober) is een representatief geacht meetpunt toegekend aan elk peilgebied. De toekenning is gedaan op basis van

'expert judgement' door een hydroloog van het waterschap. Voor de provincie Friesland zijn daarna de hoofdwatgangen met een buffer van 300 meter (i.v.m. slanglengte van beregeningsinstallatie) apart in het bestand opgenomen om hoge chloridegehalten te corrigeren op het doorspoelbeleid.

Resultaat

Kaart met gridcelwaarden (mg Cl/l):

- 1 = < 150 (gietwater voor verwarmde kassen nog mogelijk);
- 2 = 150-300 (beregening van zomergroenten nog mogelijk);
- 3 = 300-600 (beregening van aardappelen, bloembollen en wintergroenten nog mogelijk);
- 4 = 600-1000 (beregening van suikerbieten en overige boomteelt nog mogelijk);
- 5 = 1000-2000 (veedrenking nog mogelijk);
- 6 = >=2000 (geen mogelijkheden).

3.5 Het landelijk grondgebruiksbestand, versie 4 (LGN4)

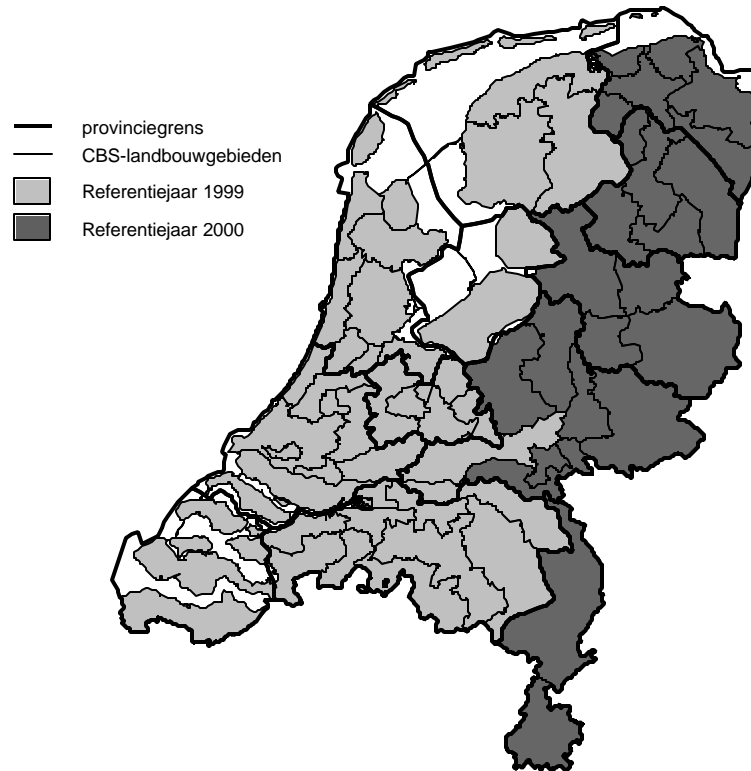
Het LGN4-bestand is een landgebruiksdatabase die vlakdekkende informatie geeft over het landgebruik in gridcellen van 25 meter, waarbij 39 klassen worden onderscheiden. Het LGN4-bestand is de 4^e en jongste telg in een serie van landgebruiksbestanden. LGN1 en LGN2 waren nog experimentele bestanden met beperkte nauwkeurigheid en duidelijke tekortkomingen. In LGN3 zijn deze tekortkomingen grotendeels opgelost en met LGN3plus is de bruikbaarheid van het bestand voor toepassingen op het gebied van natuur en ecologie sterk verbeterd. Een uitgebreide rapportage over het LGN4-bestand zal vermoedelijk begin 2003 beschikbaar zijn. Hierin zal de gevolgde werkwijze, het gebruik van externe databestanden en de validatieresultaten van het bestand worden besproken (De Wit 2001).

De actualiteit van het bestand wordt in hoge mate bepaald door de aanwezigheid van geschikte satellietbeelden, voor het LGN4-bestand zijn dit satellietbeelden uit 1999 en 2000. Bij de productie van het LGN4-bestand wordt het bestand opgedeeld met behulp van de grenzen van de CBS landbouwgebieden. De verdeling van gebieden is grofweg gelijk gebleven aan de verdeling in het LGN3-bestand. De landbouwgebieden in de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel, Gelderland en Limburg zijn met data van 2000 geclassificeerd, de overige provincies met data van 1999 (figuur 13). De enige uitzondering op deze regel zijn twee CBS-landbouwgebieden in West-Gelderland (CBS nummers 2505 en 2506), voor deze gebieden waren geen geschikte satellietbeelden van 2000 beschikbaar waardoor deze met data van 1999 moesten worden geclassificeerd.

Met het LGN4-bestand is een nieuwe stap gezet met het uitbreiden van de toepassingsmogelijkheden van het LGN-bestand. Belangrijke verbeteringen die doorgevoerd zijn in het LGN4-bestand zijn een koppeling van de landbouwgewassen aan TOP10-vector (LGN4-percelen) en de mogelijkheid om veranderingen in landgebruik op te sporen, die zich in de periode 1995-2000 hebben voorgedaan.

LGN4-percelen

Het LGN4-percelenbestand (LGN4-gewassenbestand) is een bestand met informatie over gewassen op basis van TOP10-vector. De landbouwpercelen in de TOP10-vector zijn onderverdeeld in gewaspercelen door extra grenzen te digitaliseren op basis van satellietbeelden. Vervolgens zijn de satellietbeelden geïntegreerd op gewastype. Deze gewassen zijn daarna teruggekoppeld aan de percelen in TOP10-vector. De verrasterde versie van het LGN4-gewassenbestand is geïntegreerd in het LGN4-bestand.



Figuur 13 Actualiteit van het LGN4-bestand (De Wit 2001)

4 Conclusies en aanbevelingen

Bij het ontwikkelen van een methodiek om waterkansenkaarten voor de functie landbouw samen te stellen is in eerste instantie als randvoorwaarde gesteld dat uitgegaan moest worden van beschikbare gegevens en kennis. Deze randvoorwaarde is gesteld om relatief snel over waterkansenkaarten te kunnen beschikken. In dit rapport is daarom al een paar keer gesproken over een eventuele vervolgfase, waarbij de resultaten kunnen worden verbeterd en aangevuld. Wanneer deze vervolgfase gaat plaatsvinden, is het van belang dat een aantal conclusies, aanbevelingen en kennislacunes al duidelijk zijn geformuleerd. In dit hoofdstuk is getracht om een zo volledig mogelijk overzicht te geven van alle tekortkomingen, nog niet opgeloste problemen en bijzonderheden die tijdens de methodiekontwikkeling aan het licht zijn gekomen. Ze zijn per thema gerubriceerd, waarbij dezelfde volgorde is gehanteerd als in hoofdstuk 2.

Gewassen

Binnen de waterkansenkaarten voor de functie landbouw is gekozen voor een methodiekontwikkeling die gericht is op productielandbouw. In de toekomst kunnen hier functies, zoals beheerslandbouw, biologische landbouw en recreatiebos aan worden toegevoegd.

Verder vindt op dit moment binnen de applicatie WKK-Landbouw een evaluatie plaats van individuele gewasteelten in plaats van rotatieteelten. Dit heeft als voordeel dat voor elke teelt afzonderlijk de evaluatie bekend is. In een later stadium kunnen evaluaties van individuele teelten alsnog worden gecombineerd om een bouwplan te beoordelen. De applicatie WKK-Landbouw is namelijk gebouwd in ArcView en hierin kunnen waterkansenkaarten van verschillende gewassen gemakkelijk worden gecombineerd tot een nieuwe kaart. Door gebruik te maken van recente landgebruikbestanden (bijv. LGN4) zijn voor deze combinatietoepassing zelfs gebiedspecifieke bouwplannen per regio te achterhalen.

Opbrengstdepressies

De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, wordt in deze applicatie regelmatig als bronkaart gebruikt. Het spreekt voor zich dat de actualiteit en kwaliteit van deze bodem- en grondwatertrappenkaart gewaarborgd moet zijn. Dit is naar alle waarschijnlijkheid niet overal het geval (paragraaf 3.1). Op de zwakke punten (met name de gedateerdheid van de grondwatertrappen) moet in een vervolgfase zoveel mogelijk aandacht (bijvoorbeeld via Gd-methodiek) worden besteed. De verandering in veendikte bij de veengronden in het BGDM-gebied is in het kader van GGOR in 2002 gedeeltelijk, voorzover dit toen in kaart was gebracht, op de Bodemkaart van Nederland aangepast. Medio 2003 is voor het gehele gebied het onderzoek naar de veendikte bij veengronden in het BGDM-gebied afgerond. Het verdient aanbeveling om deze resultaten, inclusief voor de nog ontbrekende provincie Friesland, op te nemen in de WKK-Landbouw. Verder zou ook onderzoek moeten plaatsvinden naar

de verandering in veendikte bij de moerige gronden omdat een groot deel hiervan 'versleten' is tot zandgrond (Pleijter, in voorb.).

De afgeleide opbrengstdepressiekaarten van de verschillende gewassen zijn vergeleken met de verspreiding van de werkelijk geteelde gewassen uit het LGN4-bestand. Bij deze confrontatie valt op dat de meeste gewassen daadwerkelijk worden geteeld binnen de gestelde grenswaarden van toelaatbare opbrengstdepressies (tabel 2). In een aantal gevallen blijkt dat de voor deze methode gebruikte HELP-tabellen, na koppeling met de Bodemkaart van Nederland, echter geen goede weerspiegeling van de werkelijkheid geeft. De locaties met onbevredigende uitkomsten voor de depressiecijfers zijn meestal het gevolg van een verkeerde inschatting van de grondwatertrap (GHG en/of GLG). Een voorbeeld is de opbrengstdepressiekaart voor bloembollen. Deze kaart geeft voor percelen waar bloembollen wel degelijk worden geteeld, regelmatig aan dat hier eigenlijk geen mogelijkheden zijn. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een 'deels verouderde' Gt-kaart. Als een verkeerde inschatting van de grondwatertrap wordt gemaakt, kan dat binnen de gebruikte HELP-tabellen tot gevolg hebben dat de fout van de gemiddelde grondwaterstand direct oploopt tot een gehele klasse (soms verschillen van tientallen centimeters). Idealer zou zijn als binnen de HELP-tabellen gerekend zou kunnen worden per cm (continu) of per 5 cm (semi-continu). Hoewel op dit moment de HELP-tabellen van Huinink (2002) (nog) niet semi-continu zijn gemaakt, is dit geen probleem omdat ook de bronkaart 'Grondwatertrappen' (nog) niet semi-continu is. De verwachting is dat op basis van de geactualiseerde Gd-kaarten meer mogelijkheden in beeld zullen komen. Zodra GHG's en GLG's, via de Gd-methodiek, weergegeven worden in centimeters, verdient het de voorkeur dat semi-continue HELP-tabellen worden gebruikt. Daarom is besloten om niet op voorhand de grenswaarden voor toelaatbare oogstderving voor bloembollen aan te passen. Eventueel kunnen de percentages van de grenswaarden van toelaatbare opbrengstdervingen in het algemeen in een vervolgfase wel iets worden aangescherpt.

Bij het toekennen van de opbrengstdepressies door droogte wordt Nederland opgesplitst in KNMI-districten. Dit betekent voor Noord Nederland dat de derving door watertekort voor de waddeneilanden met een factor 1,3 moet worden vermenigvuldigd (werkgroep HELP-tabel 1987). De correctie op verschillen in neerslagtekort in het groeiseizoen gebeurt bij deze methode vrij abrupt. In een vervolgfase kan hierin vrij eenvoudig een verbetering worden aangebracht als de correctie genuanceerder plaats vindt volgens gedetailleerde informatie van het neerslagtekort van het KNMI.

Wateraanvoer

De kwaliteit van het beregeningswater moet aan een aantal eisen voldoen om met succes te kunnen beregenen. De pH, het zout-, ijzer-, mangaan-, methaan-, ammoniak-, zwavel-, waterstof- en/of het organische-stofgehalte moeten beneden een bepaald niveau liggen (Dekkers 2000). Momenteel wordt van deze parameters binnen de WKK-Landbouw alleen het zoutgehalte van het oppervlaktewater in de beoordeling meegenomen. In een volgende fase zou ook aandacht moeten worden

besteed aan het zoutgehalte in het grondwater en aan de andere parameters in het beregeningswater.

De grenzen van de zouttolerantie voor bloembollen en overige boomteelt berusten in de WKK-Landbouw op aannames en zijn (nog) niet geverifieerd aan de hand van literatuur.

De bronkaarten 'Aanwezigheid van oppervlaktewater' en 'Chloridegehalten van het oppervlaktewater' zijn nog niet compleet! Voor sommige waterschappen ontbreken de gegevens.

Bij het beleid van het gebruik van grondwater voor beregenen kunnen, naast een kaart met "ondersteunende natuurfuncties", ook nog kaarten van de provincies worden gebruikt met grondwaterbeschermingsgebieden (verbod op boringen vanaf 2 m diepte) en verbodzones (verbod op boringen vanaf resp. 15 en 50 m diepte). Voor de provincie Friesland zijn voor de WKK-Bouwen bufferzones gemaakt rondom droge en natte natuur. In een vervolgfase moet voor deze provincie dus nog een aanpassing plaatsvinden voor deze bronkaart. De buffer mag namelijk alleen liggen rondom niet-droge natuur.

In een vervolgfase moet ook een bronkaart worden opgenomen voor het beleid bij gebruik van oppervlaktewater voor beregenen. Op de waddeneilanden mag namelijk niet worden beregend vanuit het oppervlaktewater. In deze fase is dit nog opgelost door deze gebieden op de bronkaart 'Aanwezigheid van oppervlaktewater voor beregenen' te classificeren als 'Niet aanwezig'.

Dekkers (2000) spreekt nog van rhizomanie in bieten, veroorzaakt door ziektekiemen in oppervlaktewater. De PD heeft (tot nu toe) geen verbodsgebieden ingesteld om de verspreiding hiervan tegen te gaan, waardoor binnen de WKK-Landbouw hieraan verder geen extra aandacht wordt besteed. In een vervolgfase valt dit nogmaals te bezien.

Verkaveling

Wil een perceel voldoen aan de eisen die deze applicatie stelt aan een redelijke tot goede verkaveling, dan moet de vormfactor groter zijn dan 0,4 (proefondervindelijk) en de grootte moet minimaal 1,5 ha zijn (Huinink 1995). Deze getallen zouden eventueel per regio iets kunnen verschillen. De grenswaarden zijn (nog) niet hard en kunnen eventueel iteratief worden aangepast in een vervolgfase.

Stuifgevoeligheid

De humusvorm van een grond is een belangrijke factor voor de gevoeligheid van die grond voor verstuiven. De vorm van de humus is helaas niet eenduidig uit de bodemcode te destilleren. In dit stadium is daarom gekozen voor het afleiden van de humusvorm uit andere parameters die wel eenduidig in de bodemcode zijn beschreven. Er zijn aanwijzingen dat enkele parameters, namelijk het lutum- en leemgehalte, gerelateerd zijn aan de kwaliteit van de organische stof. In een

vervolgfase zou aandacht besteed kunnen worden aan een meer rechtstreekse benadering van de humusvorm.

De gradaties voor stuifgevoeligheid gelden bij vlakke en open ligging. Naast deze bodemfactoren zijn de graad van bodembedekking en beschutting voor de wind belangrijk. De graad van bodembedekking is binnen de WKK-Landbouw meegenomen door voor de permanente gewasteelten gras en overige boomteelt geen verstuivingsprobleem te onderscheiden. Bij de andere gewasteelten kunnen groenbemesters worden toegepast maar dit is vanwege de willekeur van wel of niet toepassen niet als een vast gegeven in de methode mee te nemen. De mate van beschutting (bossen) daarentegen is wel (semi) permanent. Op de basiskaart 'Stuifkans' worden de bossen als 'harde' vlakken meegenomen in de waardering. Dit betekent dat we voor een consequente aanpak hier dan ook niet meer een landbouwgewas zouden mogen telen. Immers zodra je hier een landbouwgewas gaat introduceren verdwijnt de bescherming tegen de wind. Dit zou pleiten voor een extra clip om de bossen uit de opbrengstdepressiekaarten te filteren. Er is echter voor gekozen om dit niet te doen omdat dit thema wordt beschouwd als een 'zacht' criterium (begin hoofdstuk 2 en bijlage 1). In plaats van alleen bossen te beschouwen als windbrekers is het beter om alle opgaande begroeiing en gebouwen en dergelijke mee te nemen in de berekening. Een methode hiervoor zou kunnen zijn om de 'ruwe' AHN-kaart (zonder uitfiltering) in de methode te betrekken. Dit is een eventuele actie voor een vervolgfase.

Oxidatie van organische stof

De snelheid van oxidatie van organische stof is, naast bodembewerkingen zoals scheuren van grasland en ploegen, in sterke mate afhankelijk van de drooglegging (Gt) en van het daaraan gerelateerde landgebruik. Een extra onderscheid hierbinnen is bij de WKK-Landbouw op verzoek van de waterschappen niet aangebracht omdat zij zelfs bij grasland (laagste ontwatering) toch graag dit (mogelijke) probleem willen zien.

Inundatie

Op de basiskaart 'Inundatie' staan alleen gebieden aangegeven. De extra schade door inundatie en 'bijna-overstromingen' wordt in deze fase niet gekwantificeerd. Het EC-LNV rapport "LNV-Waterinstrumentarium" (Projectgroep waterinstrumentarium 2002) zou een basis kunnen zijn om kwantificering van de extra schade in een vervolgfase nader uit te werken.

Op verzoek van de Friese Waterschappen is de extra klasse (1 overstroming per 10 tot 50 jaar) ingebouwd. In een vervolgfase wordt deze extra klasse toegevoegd aan de basiskaart. Op dit moment ontbreken voor de provincie Friesland de inundatiegegevens!

De gebruikte overstromingsfrequenties op de inundatiekaart komen niet geheel overeen met de landelijke normeringsvoorstellen. Dit zou in een vervolgfase beter kunnen worden afgestemd.

BZL-kaart

Bij het vervaardigen van de basiskaarten die te maken hebben met kwetsbaarheid gelden telkens de huidige regelgevingen, zoals die bijv. in MINAS zijn vastgesteld, als randvoorwaarde. Regelgevingen zijn echter vaak onderhevig aan veranderingen. De BZL-kaarten zullen naar verwachting in 2004/2005 opnieuw worden aangepast. Bij een vervolgfase moet hier dan ook altijd serieus aandacht aan worden besteed.

Het is bekend dat drinkwaterbedrijven binnen waterwingebieden een strengere norm willen hanteren dan de landelijk geldende norm. Dit pleit voor een extra basiskaart waarin de relatieve nitraatbelasting van het grondwater wordt aangegeven voor combinaties van teelt, grondwatertrap en bodem.

Nutriënten oppervlaktewater

De vuistregels om de relatieve fosfor- en stikstofbelasting te bepalen, zijn afgeleid van een analyse van resultaten beschreven in het rapport van Schoumans (2002). Het was niet mogelijk om direct de berekende stikstof- en fosforbelasting van deze studie over te nemen en deze te classificeren naar de klassen 'relatief hoog', 'relatief matig' en 'relatief laag'. De reden hiervoor is dat deze resultaten gelden voor het actuele landgebruik terwijl de WKK-Landbouw juist elke gewasteelt apart evalueert. Uiteraard zijn de vuistregels een minder nauwkeurige benadering omdat sommige aspecten zoals bijvoorbeeld kwel- en wegzijging nu indirect worden vertegenwoordigd door de grondwatertrap. Verder hebben de vuistregels betrekking op geheel Nederland en niet alleen op Noord Nederland. Een toekomstige verbetering zou kunnen zijn om de resultaten van deze studie alleen te analyseren voor Noord Nederland en de vuistregels daarop te baseren. Noord Nederland heeft namelijk minder nutriëntenrijke kwel en dus bij 'natte' Gt's een lagere N-P-belasting. Een andere mogelijkheid is het gebruik van metamodellen. Dit zijn regressievergelijkingen tussen enerzijds een modelresultaat (zoals de stikstof- of fosforbelasting van het oppervlaktewater) en anderzijds specifieke gebiedskenmerken die de resultaten (gedeeltelijk) verklaren. Met deze metamodellen kun je op een snelle en eenvoudige manier het gebied doorrekenen en de resultaten classificeren in een 'relatief hoge', 'relatief matige' en 'relatief lage' belasting. Medio 2003 zullen metamodellen beschikbaar komen die zijn gebaseerd op modelresultaten van de studie van Schoumans (2002). Het nadeel blijft dat maar een beperkt aantal teelten zijn doorgerekend (gras, maïs en bouwland).

Zware metalen

Een goede methode en gegronde redenen ontbreken om het thema 'Zware metalen' in dit stadium al in de waterkansenkaarten in te bouwen. De afspraak voor dit thema luidt dan ook dat hieraan in een volgende fase meer aandacht moet worden besteed.

Positie in het watersysteem en ligging t.o.v. andere functies

De kaart met "kwetsbare watersystemen" wordt binnen de applicatie WKK-Landbouw alleen gecombineerd met het thema 'Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater'. Momenteel is namelijk de basiskaart 'Uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater' de enige kaart die een relatie heeft met oppervlaktewater.

Wanneer in een vervolgfase andere kwetsbaarheidkaarten in de applicatie WKK-Landbouw worden opgenomen die een relatie hebben tot oppervlaktewater, dan moeten deze ook worden gecombineerd.

Intensieve teelten in stroomopwaarts gelegen, niet-kwetsbare watersystemen, kunnen kwetsbare watersystemen stroomafwaarts nadelig beïnvloeden. Het is echter mogelijk dat dit water omgeleid wordt langs het kwetsbare gebied. Binnen de WKK-Landbouw wordt in eerste instantie aangenomen dat dit gebeurt. In een volgende fase verdient het aanbeveling om het positioneringsprincipe beter uit te werken in de waterkansenkaarten.

De atlas 'Kwetsbare gebieden en beïnvloedingszones rond natuurkernen' (Van den Bosch et al. 2002) geeft een ruimtelijk beeld van de meest relevante milieuproblemen in relatie tot de melkveehouderij. Hierbij ligt de aandacht met name op kwetsbare gebieden als natuurkernen en grondwaterbeschermingsgebieden. Interessante kaarten zijn onder andere: 'Natuurkernen in de ecologische hoofdstructuur', '250 meter zone rond kwetsbare natuurkernen in de EHS met betrekking tot verzuring' en 'Hydrologische beïnvloedingsgebieden rond natuurkernen'. Deze kaarten zijn wellicht te gebruiken om de kaart met "kwetsbare watersystemen" te verfijnen of aan te vullen. Het betreft wel landelijke kaarten met een wellicht te grove ruimtelijk resolutie.

Literatuur

- BMW 2000-2005, Provincie Zuid-Holland Uit: Watervisie WLTO
www.wlto.nl/belangenbehartiging/onderdelen/WLTO%20Watervisie.doc
- Bodemkaart van Nederland, 1961 t/m 1995. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000; toelichtingen bij de kaartbladen*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Boers, P.C.M., H.L. Boogaard, J. Hoogeveen, J.G. Kroes, I.G.A.M. Noij, C.W.J. Roest, E.F.W. Ruijgh en J.A.P.H. Vermulst, 1997. *Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw; watersysteemverkenningen*. RIZA Rapport 97.013/SC-DLO Rapport 532, 217 p.
- Bosch, G.F. van den, T.J.A. Gies en J. Kros, 2002. *Atlas; Kwetsbare gebieden en beïnvloedingszones rond natuurkernen*. Wageningen, Alterra. Rapport 642.
- Brouwer, F. en J.T.M. Huinink, 2002. *Opbrengstdervingpercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen; geactualiseerde HELP-tabellen en opbrengstdepressiekaarten*. Wageningen, Alterra. Rapport 429.
- Brus, D.J., J.J. de Gruijter, D.J. Walvoort, F. de Vries, P.F.A.M. Romkens en W. de Vries, 2002. *Landelijke kaarten van de kans op overschrijding van kritieke zwaremetaalgehalten in de bodem van Nederland*. Wageningen, Alterra. Rapport 124.
- Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften; deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik*. Wageningen, SC-DLO. Technisch Document 19D.
- Couwenhoven, T., 1969. *Verzilting en land- en tuinbouw in Nederland*. Wageningen, Instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding. Verspreide overdrukken 92.
- Crum, S.J.H. and T.C.M. Brock, 1994. *Fate of chlorpyrifos in indoor microcosms and outdoor experimental ditches*. In: *Freshwater Field Tests for Hazard Assessment of Chemicals* (ed. I.R. Hill, F. Heimbach, P. Leeuwangh and P. Mathiessen), Lewis, Boca Raton, Fl, USA, pp.315-322.
- Crum, S.J.H., A.M.M. van Kammen-Polman and M. Leistra, 1999. *Sorption of nine pesticides to three aquatic macrophytes*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 37, 310-316
- Dekkers, W.A., 2000. *Beregenen van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen*. Lelystad, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, publicatie nr. 99.

Delft Cluster, 17 oktober 2001. *SYLLABUS, Wat als we nat gaan?* Delft, WL|Delft Hydraulics.

De Nie, D.S., 2002. *Introductie. In: Emissie-evaluatie MJP-G 2000. Achtergronden en berekeningen van emissies van gewasbeschermingsmiddelen.* RIVM report 716601004/2002. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.

Dirkse, G.M., W.P. Daamen & C. Schuiling, 2001. *Toelichting bossenkaart.* Wageningen, Alterra, Rapport 292, 87 blz.

Finke P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters en F. de Vries, 2002. *Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Aa.* Wageningen, Alterra. Rapport 180.

Huinink, J., F. Verstraten, J. Jansen, M. Mooij, L. Beyer en A. van der Wees, 1998. *Het economisch belang van water in de landbouw.* Wageningen, IKC-L. Publicatie 137.

Huinink, J.Th.M., 1995. *Bodembeschrijving en bodemgeschiktheidsbeoordeling*, 3^e druk, Ede, IKC-L/IKC-MKT.

Werkgroep HELP-tabel, Mededelingen Landinrichtingsdienst nr. 176, april 1987. *De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Rapport van de werkgroep HELP-tabel.* Utrecht, Landinrichtingsdienst.

Plantenziektenkundige Dienst, 2001. *Verbodsgebieden oppervlaktewater.* Wageningen

Plantenziektenkundige Dienst, juli 2002. *Besmettingen in oppervlakte water in het noorden van Friesland.* Wageningen.

Plantenziektenkundige Dienst, juli 2002. *Informatiepakket bruinrot.* Wageningen.

Pleijter, M., In voorb. *Dynamisch veen. Onderzoek naar de veranderingen in het areaal veengronden tussen ca. 1980 en 2002 in het herinrichtingsgebied Schoonebeek.* Wageningen, Alterra.

Projectgroep Bruinrot en oppervlaktewater Noord, december 1996. *Bruinrot en Oppervlaktewater; inventarisatie risico's oppervlaktewater en bitterzoet voor de verspreiding van bruinrot; eindrapport regio noord.* LBW AKK 147.

Projectgroep waterinstrumentarium, november 2002. *LNV-Waterinstrumentarium.* Ede/Wageningen, Expertisecentrum LNV, Rapport EC-LNV nr. 2002/075.

Provincie Drenthe, 2001. *Grondwateronttrekkingen..., het is geregeld in de Grondwaterwet,* oktober. <http://www.drenthe.nl/thema/natuurmilieu/grondwater/berekening.htm>

Provincie Fryslân, 2000. *Tweede waterhuishoudingsplan Fryslân 2000-2008, Provinciale verordening waterhuishouding. Dreaun troch it wetter.*

Royal Haskoning en Waterschap Hunze en Aa's, 2001. *Methodiek voor waterkansenkaarten Waterschap Hunze en Aa's*. Groningen, 26636/R0001/PevB/Gron.

Schoumans, O.F., 2002. *Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen : modelberekeningen met STONE 2.0 : clusterrapport 4: deel 1*. Rapport 552, Alterra, Wageningen, 147 p.

Schoumans, O.F., 1999. *Beschrijving van het gedrag van anorganisch fosfaat in veengronden*. Wageningen. Alterra, Rapport 522.

Schoumans, O.F. en P. Lepelaar, 1995. *Emissies van bestrijdingmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Procesbeschrijving van het gedrag van anorganisch fosfaat in kalkrijke gronden*. Rapport 387.1, Staring Centrum, Wageningen.

Staatsblad 201 nr. 579, 6 december 2001. *Besluit zand- en lössgronden*.
<http://www.minlv.nl/mestloket>

Staatsblad 43. *Besluit van 27 januari 2000, houdende regels voor het lozen op oppervlaktewater dat samenhangt met agrarische activiteiten in de open grond alsmede gebruiksvoorschriften voor bestrijdingsmiddelen (Lozingenbesluit open teelt en veehouderij)*. Sdu uitgevers, 's-Gravenhage.

STOWA, 2002. *Naar grondwatergestuurde oppervlaktewatersystemen, Samenvatting van het STOWA-programma Waterlood*. Utrecht.

Swart, B., 1991. *Zout en verzilting: van (on)oplosbaar probleem naar hanteerbaar verschijnsel*.

Vries, F. de, 1999. *Karakterisering van Nederlandse gronden naar fysisch-chemische kenmerken*. Wageningen, Staring Centum. Rapport 654.

Vries, F. de, 2003. *Bodemkundige basisinformatie provincies Groningen, Drenthe en Overijssel*. Wageningen, Alterra. Rapport 696.

Wit, A..J.W. de, 2001. *Verkaveling via LGN4-percelen*. <http://www.lgn.nl>

Ypma, K.W., H.T.L. Massop en J. van Os, 1999. *Watersysteemverkenning Noord-Nederland; invloed van veranderingen in de waterhuishouding op drie ruimtegebruikscenario's*. Wageningen, Staring Centrum (SC-DLO), Rapport 701.

Zee, S.E.T.M. van der, Riemsdijk, W.H. van, Haan, F.A.M. de, 1990. *Het protocol fosfaatverzadigde gronden*. Wageningen, Landbouwuniversiteit.

Bijlage 1 De relatiematrix van de WKK-Landbouw (de thema's met de onderliggende factoren; voor elke gewasteelt worden de gradaties genoemd waarbinnen de teelt nog mogelijk is)

Gewas	Geschiktheid (par. 2.2)						Kwetsbaarheid (par. 2.3)	
	Thema's Opbrengstdepressies (par. 2.2.1 t/m 2.2.3)	Verkaveling (par. 2.2.4)	Stenigheid (par. 2.2.5)	Stuifkans (par. 2.2.6)	Oxidatie van organische stof (par. 2.2.7)	Inundatie (par. 2.2.8)	Uitspoeling stikstof grondwater (par. 2.3.1)	Uitspoeling nutriënten oppervlaktewater (par. 2.3.2 en 2.3.4)
Factoren	HELP-nat, -droog en -totaal; waterkwaliteit en -kwantiteit	Kavelvorm, -grootte, en -voorkomen	Stenen in de bovengrond	Lutum- en leengehalte, korrelgrootte, Gt, en bos	Veen- en moerige gronden	Gebieden	Gebieden	Uitspoeling P en N; Positie in het watersysteem
Gras	1	1	1 en 2	1 en 2	1	1 en 2	2, 3 en 4	1
Consumptieaardappelen	1 en 2	1	1	1	1	1	2, 3 en 4	1
Fabrieksaardappelen	1 en 2	1	1	1	1	1	2, 3 en 4	1
Granen (wintertarwe)	1	1	1 en 2	1	1	1	2, 3 en 4	1
Suikerbieten	1 en 2	1	1 en 2	1	1	1	2, 3 en 4	1
Snijmais	1	1	1 en 2	1	1	1	2, 3 en 4	1
Tuinbouw (zomergroenten)	1 en 2	1	1 en 2	1	1	1	2, 3 en 4	1
Tuinbouw (wintergroenten)	1 en 2	1	1 en 2	1	1	1	2, 3 en 4	1
Bollen (Lelies en tulpen)	1 en 2	1	1	1	1	1	2, 3 en 4	1
Overige Boonteelt	1 en 2	1	1 en 2	1 en 2	1	1	2, 3 en 4	1

De thema's opbrengstdepressies, oxidatie van organische stof, inundatie, en uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater vormen 'harde' criteria in de WKK-Landbouw (zie eerste alinea van hoofdstuk 2).

Bijlage 2 De basiskaarten (eerste kolom) en de onderliggende bronkaarten (eerste rij) van de WKK-Landbouw

	Gewassen	Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000	Grondwatertrappen (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000)	Aanwezigheid oppervlaktewater voor beregning	Kwaliteit oppervlaktewater (zoutgehalte, gecorrigeerd voor mogelijkheid doorspoelen)	Beleid gebruik grondwater voor beregning	KNMI-districten	LG N4-percelen (LG N4 en Top10-vector)	Bossenbestand	10%-overstromingsgebieden (AHN, peilvakken, en veengronden en moerige grond in beekdalen)	Bestuit Zand- en Lössgronden (BZL) met bijbehorende kaarten	Historisch (of actueel) landgebruik met onderscheid: overwegend gras, mais of bouwland	Kwetsbare watersystemen
Opbrengstdepressie (incl. wateraanvoer)	?	?	?	?	?	?	?						
Verkaveling	?							?					
Stenigheid	?	?											
Stuifgevoeligheid	?	?	?						?				
Extra oxidatie	?	?											
Inundatie	?									?			
Uitspoeling stikstof grondwater	?	?	?								?		
Uitspoeling nutriënten oppervlaktewater (incl. positie in het watersysteem)	?	?	?									?	?

Bijlage 3 Overzicht van WKK-eisen per gewas

Gras

Opbrengstdepressies:	
- <i>watervlast</i>	niet boven 35%
- <i>watertekort</i>	niet boven 25%
- <i>totale derving</i>	niet boven 35%
Wateraanvoer (beregenen):	mag niet worden beregend
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	n.v.t.
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	n.v.t.
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	geen probleem
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Consumptieaardappelen

Opbrengstdepressies:	
- <i>watervlast</i>	niet boven 20%
- <i>watertekort</i>	niet boven 20%
- <i>totale derving</i>	niet boven 20%
Wateraanvoer (beregenen):	mag niet worden beregend vanuit oppervlaktewater
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	n.v.t.
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden beregend rondom niet-droge natuur en in gebieden met ondersteunende natuurfunctie
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	niet telen op stenige gronden
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Bijlage 3 vervolg

Fabrieksaardappelen

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 30%
- <i>watertekort</i>	niet boven 25%
- <i>totale derving</i>	niet boven 30%
Wateraanvoer (beregenen):	mag niet worden berekend vanuit oppervlaktewater
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	n.v.t.
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur en in gebieden met ondersteunende natuurfunctie
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	niet telen op stenige gronden
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Granen

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 30%
- <i>watertekort</i>	niet boven 25%
- <i>totale derving</i>	niet boven 30%
Wateraanvoer (beregenen):	mag niet worden berekend
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	n.v.t.
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	n.v.t.
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Bijlage 3 vervolg

Suikerbieten

Opbrengstdepressies:	
- <i>wateroverlast</i>	niet boven 20%
- <i>watertekort</i>	niet boven 20%
- <i>totale derving</i>	niet boven 20%
Wateraanvoer (beregenen):	
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	niet boven 1000 mg Cl/l
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur en in gebieden met ondersteunende natuurfunctie
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Snijmais

Opbrengstdepressies:	
- <i>wateroverlast</i>	niet boven 35%
- <i>watertekort</i>	niet boven 25%
- <i>totale derving</i>	niet boven 35%
Wateraanvoer (beregenen):	mag niet worden berekend
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	n.v.t.
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	n.v.t.
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Bijlage 3 vervolg

Tuinbouw (zomergroenten)

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 25%
- <i>watertekort</i>	niet boven 20%
- <i>totale derving</i>	niet boven 25%
Wateraanvoer (beregenen):	
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	niet boven 300 mg Cl/l
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Tuinbouw (wintergroenten)

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 20%
- <i>watertekort</i>	niet boven 15%
- <i>totale derving</i>	niet boven 20%
Wateraanvoer (beregenen):	
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	niet boven 600 mg Cl/l
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Bijlage 3 vervolg

Bloembollen

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 15%
- <i>watertekort</i>	niet boven 15%
- <i>totale derving</i>	niet boven 15%
Wateraanvoer (beregenen):	
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	niet boven 600 mg Cl/l
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,4
- grootte	niet kleiner dan 1,5 ha
Stenigheid	niet telen op stenige gronden
Stuifkans	niet telen op gronden met stuifkans
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen

Overige boomteelt

Opbrengstdepressies:	
- <i>waterverlast</i>	niet boven 15%
- <i>watertekort</i>	niet boven 15%
- <i>totale derving</i>	niet boven 15%
Wateraanvoer (beregenen):	
- kwaliteit (zout oppervlaktewater)	niet boven 1000 mg Cl/l
- kwantiteit (beleid gebruik grondwater)	mag niet worden berekend rondom niet-droge natuur
Verkaveling:	
- vormfactor	niet beneden 0,2
- grootte	niet kleiner dan 0,8 ha
Stenigheid	geen probleem
Stuifkans	geen probleem
Oxidatie van organische stof	niet telen op veengronden of moerige gronden
Inundatie	niet telen op plaatsen met groot of matig overstromingsrisico
Uitspoeling van stikstof naar grondwater (nitraatprobleem)	niet telen op droge zandgronden
Probleem nutriënten oppervlaktewater:	
- uitspoeling van P	mag niet matig of hoog zijn in kwetsbare watersystemen
- uitspoeling van N	mag niet hoog zijn in kwetsbare watersystemen
