

Provincie Noord-Brabant
Gedelegeerd opdrachtgever:
Hoofd van de Afdeling Water
Mw. Drs. C. G. M. Klitsie



Dienst Landelijk Gebied
Opdrachtnemer:
Accountmanager
Mw. Ir. C. van den Hoek.



dienst landelijk gebied
voor ontwikkeling en beheer

Auteurs:

Drs. G. J. Baaijens



Dr. P. C. van der Molen



dienst landelijk gebied
voor ontwikkeling en beheer

Datum: 15/07/2004

© Dit door Dienst Landelijk Gebied verstrekte stuk en de bijbehorende bestanden, etc. zijn uitsluitend bestemd voor de opdrachtgever, en mag niet door hem, zonder voorafgaande toestemming van Dienst Landelijk Gebied worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt, of ter kennis van derden worden gebracht, tenzij uit de aard van de verstrekte stukken anders voortvloeit.

Dienst Landelijk Gebied behoudt het recht de door de uitvoering van de werkzaamheden toegenomen kennis voor andere doeleinden te gebruiken, voorzover hierbij geen vertrouwelijke informatie te kennis van derden wordt gebracht.

1	Ten geleide	1
2	Samenvatting	2
3	Inleiding	4
3.1	Aanleiding	4
3.2	Doel.....	4
3.3	Methode	5
3.4	Status van de kaart en gebruik	5
3.5	Leeswijzer	6
4	Achtergrond waterberging en natuur.	7
5	Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant.....	9
5.1	De lagenbenadering toegepast.	9
5.2	Het opstellen van de kaart	10
5.3	Landschapsvormen.....	11
6	Van Structuurbeeld naar Waterbergingskansenkaart	15
6.1	Waterbeheersing.....	15
6.2	Beekdalen: een mozaiek van kwel en berging.....	15
6.3	Het kleigebied: kwel in de stroomruggen.....	24
6.4	Op de dekzandruggen: water retentie en vasthouden.....	26
7	De waterbergingskansenkaart.....	30
7.1	Kaart en legenda	30
7.2	Toepassing.....	31
7.3	Vergelijking met soortgelijke kaarten.....	35
8	Nawoord	37
9	Begrippenlijst	38
10	Voetnoten en literatuur	39

1 Ten geleide

In het kader van het Waterbeleid 21 ste eeuw (WB-21) en ten behoeve van de nadere invulling van de zoekgebieden voor waterberging in het reconstructie- en revitaliseringsproces zoeken de waterschappen en de provincie Noord-Brabant naar gebieden die kunnen worden ingezet voor regionale waterberging.

Naast waterberging spelen ook andere aspecten zoals het vasthouden van water en natuurpotenties in relatie tot het bergen van water een rol. Door de grote druk op de ruimte in het landelijk gebied –er moeten veel functies tegelijkertijd op dezelfde ruimte een plaatsje hebben- moeten er keuzen worden gemaakt. Sommige functies zijn verenigbaar, sommige deels of geheel niet. Inzicht in het functioneren van het landschappelijke systeem kan ondersteuning bieden bij het maken van keuzen voor duurzame oplossingen, die de aard en veerkracht van het regionale watersysteem niet (verder) aantasten

Ter ondersteuning van het proces van ‘zoeken naar ruimte’ heeft de Provincie Noord Brabant een Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld van Brabant laten opstellen, volgens een nieuwe methode, die is ontwikkeld door de Rijksuniversiteit Groningen en de Dienst Landelijk Gebied. Vanuit dit Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld is een vertaling gemaakt naar een Waterbergingskanskaart, waarop de geschiktheid van gebieden voor de functies vasthouden, bergen en retentie worden aangegeven.

De Waterbergingskanskaart heeft geen beleidsstatus, maakt geen keuzes, maar ondersteunt het afwegingsproces. Zij kan als aanvulling worden gebruikt op kaarten die gebaseerd zijn op basis van modelberekeningen en meetnetten.

De rapportage bestaat uit twee delen. Voor u ligt het eerste deel, *‘Waterbergingskanskaart van Brabant’*, met een beschrijving op hoofdlijnen van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld, de wijze waarop de Waterbergingskanskaart tot stand is gekomen en gebruikt kan worden bij de ondersteuning van de keuze van de gebieden voor waterberging en vasthouden. Het tweede deel, het basisrapport *“Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant”*, geeft een uitgebreide toelichting op de methodiek, een verhandeling over onderscheiden landschapsvormen, een analyse van de wordingsgeschiedenis en het landschapsecohydrologisch systeem van Brabant. Beide rapporten zijn onafhankelijk van elkaar te lezen en te gebruiken.

Bij dit rapport hoort een CD-ROM met daarop beide rapporten, zowel te bekijken en af te drukken als WORD document, als ook te raadplegen met Internet Explorer. Tevens is een korte Powerpoint presentatie toegevoegd, waarop de totstandkoming van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld en van de Waterbergingskanskaart wordt uitgelegd. Ook is het mogelijk om met behulp van het programma GeoView de kaart zelf te gebruiken en te vergelijken met andere bestaande kaarten.

De tot standkoming van beide rapporten is begeleid door een klankbordgroep bestaande uit vertegenwoordigers van de provincie Noord-Brabant, directie Ecologie (ECL) en directie Ruimtelijke Ordening en Handhaving, alle Brabantse waterschappen; De Dommel, Aa en Maas, Brabantse Delta en Rivierenland/Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch, en de terreinbeheerders; SBB, Brabants landschap, Natuur Monumenten en de BMF.

Bij de tot standkoming van het basisrapport heeft aanscherping plaatsgevonden met diverse deskundigen van wetenschappelijke instituten. De bereidheid tot meedenken is zeer op prijs gesteld; uiteraard is de inhoud van het eindproduct de verantwoordelijkheid van de auteurs.

Al degenen die een bijdrage hebben geleverd aan de tot standkoming van dit rapport worden hartelijk bedankt voor hun inzet.

Den Bosch, november 2004.

2 Samenvatting

Kader

In het kader van het waterbeleid 21-ste eeuw en de nadere uitwerking en concretisering van de zoekgebieden voor waterberging die in de eerste generatie reconstructieplannen en uitwerkingsplannen zijn opgenomen, zijn de waterschappen in Brabant op zoek naar gebieden die geschikt zijn voor waterberging in hun regionale waterensystemen. Naast waterberging spelen ook aspecten als het vasthouden van water, retentie en natuurpotenties in relatie tot het bergen van water een rol. De provincie Noord-Brabant heeft ter ondersteuning van het zoekproces naar geschikte gebieden voor water vasthouden en -bergen een Waterbergingskansenkaart op laten stellen. Deze Waterbergingskansenkaart is gebaseerd op een provinciedekkend Landschapsecohydrologische Structuurbeeld van Brabant.

Doel van de kaart

De Waterbergingskansenkaart geeft vanuit een landschapsecohydrologische perspectief kansrijke gebieden aan voor het bergen-, retentie- en vasthouden van water ter voorkoming van regionale wateroverlast, en voor natuurpotenties ten gevolge van het voorkomen van kwel. De kaart verschaft inzicht in de locaties waar- vanuit het watersysteem beredeneerd de gebieden liggen die van 'nature' geschikt zijn voor het bergen en vasthouden van water. Het doel van de kaart is een bijdrage te leveren aan de onderbouwing van de lokatiekeuze van gebieden die zullen worden ingezet voor waterberging en vasthouden.

Methode

De kaart is opgesteld op basis van een nieuwe methode die ontwikkeld is door de Rijksuniversiteit Groningen in samenwerking met Dienst Landelijk Gebied. Het Landschapsecohydrologische Structuurbeeld beschrijft het verband tussen de abiotische en biotische componenten van het landschap en geeft een geïntegreerd beeld van de ecologische en hydrologische samenhang in het landschap. Bij het maken van de Landschapsecohydrologische Structuurbeeld is zeer veel gebruikt gemaakt van het nieuwe Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) voor de beschrijving van de landschapsvormen en de interpretatie van hun functioneren. Daarnaast is gebruik gemaakt van vele bodemkaarten, de geologische en geomorfologische kaarten, historische kaarten en toponymen, luchtfoto's en hydrologische- en vegetatiegegevens – zowel digitaal als analoog. Vanuit een catalogus aan landschapsvormen is een interpretatie gemaakt naar de geschiktheid van deze vormen voor waterbergen, -vasthouden en -retentie en het voorkomen van kwelpotenties. Deze laatste categorie is expliciet toegevoegd vanuit het oogpunt dat in potentiële kwelgebieden vaak hoge natuurpotenties voorkomen die gevoelig zijn voor waterberging. Deze gegevens zijn gecombineerd tot één kaartbeeld: de Waterbergingskansenkaart op basis van het Landschapsecohydrologische Structuurbeeld van Noord-Brabant.

De Waterbergingskansenkaart

Op de waterbergingskansenkaart zijn de volgende legenda-eenheden opgenomen en gedefinieerd:

Gebieden die geschikt zijn voor:

1. water vasthouden- in inzigggebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.
2. waterberging- tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
3. waterretentie- langdurige inundatie van natuurlijke laagten met niet stromend gebiedseigen water tot op het maaiveld. Functie deels vergelijkbaar met kwelpotenties.

4. kwelpotenties- locaties voor kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge natuurwaarden. Deze gebieden zijn mogelijk minder geschikt voor waterberging, en vragen een zorgvuldige afweging.

Daarnaast is aangegeven voor welke delen van Brabant geen uitspraken zijn gedaan. Dit betreft de grote stedelijke gebieden zoals 's Hertogenbosch, Breda, Tilburg, Eindhoven en Helmond, en het industriegebied bij Zevenbergen.

Status en gebruik

Het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld en de daaruit afgeleide Waterbergingskansenkaart is een studie op hoofdlijnen en beperkt zich tot de schaal 1:50.000. Zij kan gebruikt worden bij de ondersteuning van keuzen op stoomgebiedsniveau. Over vragen op een meer gedetailleerd niveau doet het de kaart geen uitspraken. Dergelijke vragen vereisen beslist nadere studies, waarbij gegevens en veronderstellingen gegenereerd achter het bureau- getoetst moeten worden in het veld.

De Waterbergingskansenkaart heeft geen beleidsstatus, maakt geen keuzes, maar ondersteunt het afwegingsproces. Primair is zij opgesteld als een bouwsteen/hulpmiddel bij de afweging van gebieden die geschikt zijn voor bergen, retentie of vasthouden van water in het landelijk gebied. Omdat zij opgesteld is vanuit een landschapsecohydrologische benadering kan het kaartbeeld verschillen ten opzichte van de actuele situatie bv. ten gevolge van menselijke ingrepen in het grondwaterregime.

De kaart kan ook diensten bewijzen bij verschillende (provinciale) discussies, zoals over de positionering van de zoekgebieden voor waterberging en retentie in relatie tot natuurwaarden. De kaart kan een bijdrage leveren aan afwegingsprocessen over bv. Stedelijke regio's en Regionale Natuur en Landschapseenheden.

In de GGOR-berekeningen in de reconstructieplannen (de MER-reconstructie) en vervolgens ten behoeve van de provinciale kaders voor het GGOR, wordt uitgegaan van de actuele grondwatersituatie. Omdat de Waterbergingskansenkaart niet direct uitspraken doet over de actuele situatie, speelt zij geen rol in deze fase van het GGOR-proces.

De Waterbergingskansenkaart kan op een aantal punten waar het kwelpotenties betreft verschillen van de in het kader van het GGOR-proces ontwikkelde Referentie Kwelkansenkaart. De verschillen vinden hun oorsprong in een fundamenteel andere benadering en interpretatie van het landschap die zijn oorsprong vindt in het gebruik van nieuwe inzichten in het functioneren van landschapsecohydrologische systemen die mede een gevolg zijn van het gebruik van oa. het nieuwe AHN (zie het Basisrapport).

Twee delen

Het voorliggend rapport, de *'Waterbergingskansenkaart' op basis van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld van Brabant* geeft een inleiding op de kaart en de wijze waarop men de kaart moet lezen en gebruiken. Hiernaast bestaat er nog een basisrapport, *'Het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant.'* Dit basisrapport beschrijft de landschapsecohydrologische opbouw van Brabant en tevens worden daar ook de verschillende landschapsvormen in beschreven die in de provincie zijn aangetroffen. Er is een kleine mate van overlap tussen beide rapporten. In het tweede rapport zijn ook alle literatuurreferenties volledig opgenomen.

Bij dit rapport hoort een CD-ROM met daarop beide rapporten, zowel te bekijken en af te drukken als WORD document, als ook te raadplegen met Internet Explorer. Tevens is een korte Powerpoint presentatie toegevoegd, waarop de totstandkoming van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld en van de Waterbergingskansenkaart wordt uitgelegd. Ook is het mogelijk om met behulp van het programma GeoView de kaart zelf te gebruiken en te vergelijken met andere bestaande kaarten.

3 Inleiding

3.1 Aanleiding

Door verandering van het klimaat en intensivering van het grondgebruik neemt de kans op extreme afvoeren in beken en rivieren toe. De overstromingen in 1995 en 1998 van de grote rivieren en de regionale wateroverlast in een aantal gebieden in Nederland, waaronder ook Brabant, waren aanleiding voor het opstellen van een nieuw waterbeleid op basis van het advies van de Commissie Tielrooy: het Waterbeleid van de 21 ste eeuw, (WB-21). De belangrijkste aanbevelingen van het nieuwe waterbeleid zijn, dat ingezet moet worden op robuuste watersystemen met veerkracht, dat water de ruimte krijgt en dat het waterbeheer vorm krijgt volgens het principe van de 'trits': vasthouden, bergen afvoeren. Concrete afspraken over de wijze waarop de het rijk, de provincies, waterschappen en gemeenten gezamenlijk de aanbevelingen vanuit het waterbeleid 21^{ste} eeuw vorm zullen geven zijn vastgelegd in het Nationaal Bestuursakkoord Water. In dit akkoord liggen oa. de afspraken vast op welke wijze de waterschappen het regionale watersysteem in 2015/2050 op orde zullen brengen en houden.

In dit kader brengen de Brabantse waterschappen de wateropgave volgens de trits vasthouden, bergen, afvoeren voor de regionale watersystemen in beeld. Met de uitvoering van deze opgave wordt tevens invulling gegeven aan de nadere uitwerking en concretisering van de zoekgebieden die in de eerste generatie reconstructie- en gebiedsplannen zijn weergegeven.

Bij de zoektocht naar 'ruimte voor water' spelen naast waterberging uiteraard ook andere aspecten, zoals mogelijkheden voor water vasthouden, waterretentie en natuurpotenties een rol. Onduidelijk is echter vaak welke locaties de beste kansen bieden voor waterberging, waterretentie, water vasthouden en natuur en welke bijdrage dit kan leveren aan het voorkómen van wateroverlast. Daarnaast is niet altijd duidelijk in hoeverre waterberging, retentie, en water vasthouden te combineren is met natuur- en landbouwdoelstellingen. Een integrale benadering op basis van een Landschapsecohydrologische structuren en inzicht in het functioneren van het landschappelijke systeem kan ondersteuning bieden bij het maken van keuzen voor duurzame oplossingen, die de aard en veerkracht van het regionale watersysteem niet (verder) aantasten

Om het 'zoeken naar ruimte' voor water te ondersteunen heeft de provincie Noord-Brabant een 'Waterbergingskansenkaart' laten opstellen op basis van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld van Brabant

3.2 Doel

Een Landschapsecohydrologische Structuurbeeld van Brabant beschrijft de verbanden tussen abiotische en biotische componenten van het landschap en geeft een geïntegreerd beeld van de ecologische en hydrologische samenhang in het landschap. Op basis van dit structuurbeeld is een interpretatie gemaakt, de zg. 'Waterbergingskansenkaart' gericht op het identificeren van kansrijke gebieden voor het bergen-, retentie- en vasthouden van water, en voor natuurpotenties.

De Waterbergingskansenkaart verschaft inzicht in de locaties, waar vanuit het landschap beredeneerd gebieden liggen die van 'nature' geschikt zijn voor bergen, retentie en vasthouden van water ter voorkoming van regionale wateroverlast en waar vanuit de landschapsecohydrologie beredeneerd gebieden liggen met hoge natuurpotenties, waar waterberging minder voor de hand liggend is. Het doel van de Waterbergingskansenkaart is de ondersteuning van het zoekproces naar 'ruimte voor water' vanuit een landschapsecohydrologisch perspectief.

3.3 Methode

Met de komst van het nieuwe Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is door samenwerking tussen de Rijksuniversiteit Groningen (drs. G. J. Baaijens) en de Dienst Landelijk Gebied (dr. P. van der Molen) een methodiek ontwikkeld waarmee de basis gelegd kan worden voor een geïntegreerd beeld van het functioneren van het landschap vanuit een Landschapsecohydrologisch perspectief. In het kader van een aantal landinrichtingsprojecten en een voorstudie in het waterschapsgebied van de Dommel is gebleken dat deze methodiek de besluitvorming rond waterberging verhelderd. Een dergelijk provinciedekkend structuurbeeld was tot op heden echter niet beschikbaar.

Het nieuwe AHN geeft mogelijkheden om bekende landschapsvormen samen met bodemkaarten, vegetatiekaarten, historische kaarten, toponiemen en luchtfoto's nader te onderzoeken. Een en ander brengt met zich mee dat in deze studie vormen worden aangetroffen die nieuw zijn voor de wetenschap. Voor een uitgebreide beschrijving van de methode wordt verwezen naar het basisrapport *'Het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld Noord- Brabant.'*

Vanuit het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld van Noord-Brabant is een interpretatie gegeven op basis van de landschapsecohydrologische inzichten naar de geschiktheid van de verschillende onderscheiden landschapsvormen voor waterberging, vasthouden en retentie. Op basis van kwelpotenties is aangegeven waarop gebieden voorkomen met hoge (potentiële) natuurwaarden. Deze interpretatiekaart is de 'Waterbergingskansenkaart'.

3.4 Status van de kaart en gebruik

De Waterbergingskansenkaart is geschikt voor gebruik op schaal ca. 1: 50.000 en leent zich voor toepassing op stroomgebiedniveau. Voor nadere informatie op het niveau van natuurdoeltypen zal detailstudie moeten worden verricht. De gehanteerde techniek kan verder op detailniveau worden uitgewerkt tot een schaal van 1: 10. 000. De Waterbergingskansenkaart is in eerste instantie opgesteld als hulpmiddel bij het zoeken naar en de afweging van de geschiktheid van gebieden voor waterbergen, retentie en vasthouden, vanuit het landschapsecohydrologisch perspectief. Ook zijn gebieden met kwelpotenties aangegeven, waar waterberging vanuit de actuele of potentiële aanwezige natuurwaarden minder voor de hand liggend kan zijn.

De kaart heeft geen beleidsstatus, de kaart maakt geen keuzes, maar ondersteunt het afwegingsproces.

De kaart kan ook diensten bewijzen bij verschillende (provinciale) discussies, zoals over de positionering van de zoekgebieden voor waterberging en retentie in relatie tot natuurwaarden. De kaart kan een bijdrage leveren aan afwegingsprocessen over bv. Stedelijke regio's en Regionale Natuur en Landschapseenheden. Landschapsecohydrologische inzichten kunnen de diversiteit binnen een gebied, zichtbaar maken of verklaren en beslissingen op basis van dit inzicht ondersteunen. Hiermee kan de Waterbergingskansenkaart op tal van gebieden die te maken hebben met de inrichting, gebruik en beheer van het landelijk en stedelijk gebied, de inzichten in samenhang vergroten.

In de GGOR-berekeningen in de reconstructieplannen (de MER-reconstructie) en vervolgens ten behoeve van de provinciale kaders voor het GGOR, wordt uitgegaan van de actuele grondwatersituatie. Omdat de Waterbergingskansenkaart niet direct uitspraken doet over de actuele situatie, speelt zij geen rol in deze fase van het GGOR-proces.

De Waterbergingskansenkaart kan op een aantal punten waar het kwelpotenties betreft verschillen van de in het kader van het GGOR-proces ontwikkelde Referentie Kwelkansenkaart. De verschillen vinden hun oorsprong in een fundamenteel andere benadering en interpretatie van het landschap die zijn oorsprong vindt in het gebruik van nieuwe inzichten in het functioneren van landschapsecohydrologische systemen die mede een gevolg zijn van het gebruik van oa. het nieuwe AHN (zie het Basisrapport).

3.5 Leeswijzer

In het voorliggende rapport, *'De Waterbergingskansenkaart op basis van de Landschaps Ecohydrologisch Structuurbeeld'* is kort weergegeven hoe het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld van Brabant tot stand is gekomen, welke landschapsvormen zijn onderscheiden en de relevantie hiervan voor waterbergen, vasthouden, retentie en waar kwelpotenties zich voor doen. Dit rapport is bedoeld voor een ieder die op basis van de landschapsecohydrologie inzicht wil krijgen in de geschiktheid van een gebied voor de genoemde functies. In het basisrapport, *'Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant'* is beschreven hoe dit beeld tot stand is gekomen.

In hoofdstuk 3 wordt de aanleiding, doel, status en toepassing van de waterbergingskansenkaart beschreven. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de achtergronden van landschap en wateroverlast. In hoofdstuk 5 wordt een korte toelichting gegeven op de gebruikte methodiek en beschreven hoe via de lagenbenadering, gebruik van het AHN en diverse andere kaarten de landschapsvormen zijn onderscheiden, waaruit de landschapsecohydrologische kaart is opgebouwd. In hoofdstuk 6 worden de relatie tussen de legenda-eenheden, water vasthouden, retentie, waterbergen en kwelpotenties gekoppeld aan de landschapsvormen en ontstaansgeschiedenis van Brabant. In hoofdstuk 7 wordt de Waterbergingskansenkaart getoond, het toepassingsbereik van de kaart, en enkele illustraties van het gebruik van de kaart toegelicht en de relatie met andere kaarten besproken. In hoofdstuk 8, 9 en 10 zijn respectievelijk het nawoord, begrippenlijst en de literatuurverwijzingen opgenomen.

4 Achtergrond waterberging en natuur.

Vanaf de 2^e helft van de 20^e eeuw is in Nederland voortvarend gewerkt aan een optimalisatie van het grondgebruik. Middels o. a. afwaterings- en droogleggingsnormen heeft dit geleid tot een technische verbetering van de waterafvoer en het peilbeheer. Eind jaren negentig werd echter duidelijk dat de waterbeheersing te weinig veerkracht meer kende. Diverse oude natuurlijke structuren als rivier- en beekbeddingen en overstromingsvlakten waren in stedelijk of agrarisch gebruik genomen. Door klimaatveranderingen ontstonden problemen als wateroverlast.

Met name in het laatste decennium is Nederland geconfronteerd met tal van vragen in de waterhuishouding. Men ervaart situaties als te droog of te nat ten opzichte van de gewenste doelstelling. Om deze situatie meer in evenwicht te brengen is een nieuw beleid ontworpen. De kern van deze nieuwe aanpak is samen te vatten met de drie begrippen: *Vasthouden, Bergen en Dan pas afvoeren*ⁱ. Daarnaast spelen uiteraard tal van andere aspecten zoals droogte, waterkwaliteit en externe veranderingen, zoals klimaat en bodemdaling, etc. Bij de concrete invulling van dit streven moet de nodige ruimte voor berging en andere overlast en risicoverlagende (veiligheid) maatregelen worden gecreëerd. Gezien de beperkte ruimte en de vele aanspraken op ons landelijk gebied is dit een verre van eenvoudige zaak. De Raad voor het Landelijk Gebied (2001) formuleert het zelfs zoⁱⁱ:

(...) Bij de uitwerking van het principe in waterkansenkaarten, beleidsplannen en voorstellen voor uitvoeringsprojecten op provinciaal en regionaal niveau vormt het streven naar meekoppeling met functies zoals natuur, landschap en recreatie een belangrijk uitgangspunt. Minder in de aandacht staan de sturingsaspecten van water als randvoorwaarde voor het toekennen van ruimtelijke bestemmingen en functies. De recent ontwikkelde waterkansenkaarten en het toepassen van de watertoets als procedure-instrument moeten in dat kader vooral op juiste waarde worden geschat. In juni 2000 bracht de raad het thema 'Waterberging in landbouw-, natuur- en recreatiegebieden' naar voren als adviesonderwerp voor het jaar 2001. Hij constateerde dat het oplossen van de gesignaleerde knelpunten in het waterbeheer belangrijke gevolgen kan hebben voor de LNV-sectoren in het landelijk gebied. Dit maakt een zorgvuldige formulering van afwegingskaders, een weloverwogen prioriteitstelling en nauwkeurige duiding van randvoorwaarden en condities wenselijk. De aandacht voor dit onderwerp werd mede ingegeven door de indruk dat in het streven naar meekoppeling van waterberging met de groene functies niet altijd even serieus aandacht wordt besteed aan de consequenties van dergelijke constructies, met name voor die groene functies. Het optimisme over het bereiken van win-win situaties lijkt soms een kritische beschouwing van de werkelijke mogelijkheden en onmogelijkheden in de weg te staan. (...)

Wateroverlast is niet van alle tijden: in de Vroege Middeleeuwen (sedert ca. 900 - 1000 AD) hebben boeren in Nederland (zoveel mogelijk gebufferd) water met kunstige systemen juist op hun land gebracht om vorstschade te beperken, de landbouwkundige opbrengst te verhogen en schadelijke dieren te eliminerenⁱⁱⁱ. Dat wil zeggen dat overstromingen plaatsvonden op plaatsen waar ze in de natuurlijke loop van een beek nooit zouden optreden. In de lager gelegen delen van de provincie werden dijken bewust doorgestoken om toch maar slib op het land te krijgen. Deze situatie is eeuwen lang met succes gehanteerd en er was eerder sprake van een strijd om het gebruik van het water dan andersom.

Het is goed om te beseffen dat het vraagstuk naar de wenselijkheid en mogelijkheid voor de combinatie van waterdoelen en natuur, nieuw is: vroeger bestond geen "natuur", maar werd alleen een onderscheid gemaakt tussen gronden met verschillende gebruikswaarde: bossen voor hout en mast; heiden voor begrazing en plaggen; graslanden voor weiden en hooiland en "woeste gronden": venen en moerassen voor kluun en turf. Het resultaat van het toenmalig landgebruik was een gevarieerd (halfnatuurlijk) landschap, met naar huidige maatstaven, hoge natuurwaarden. Echter de komst van goedkope makkelijk bruikbare kunstmatige bemestingsmiddelen heeft aan die situatie voorgoed een einde gemaakt. Gebruik van terrestrische vegetaties is veranderd, en ook beekwater is niet langer geschikt voor bevoeiingen vanwege de hoge concentraties aan voedingsstoffen^{iv}. Er is een onderscheid ontstaan tussen "natuur" enerzijds en "landbouw" anderzijds. Met het onderscheid zijn ook belangenverschillen ontstaan, met name ten aanzien van schaal, bemesting en waterhuishouding. Heden ten dage is dus de opgave om opnieuw te vervlechten wat ooit niet gescheiden was. Men dacht

dus vroeger juist in termen van “waterdoelen”, omdat men niet anders wist: in natte gebieden moet je niet bouwen, in beekdalen moet je geen akkers aanleggen, zure natte moerassen leveren weinig op, etc. Wij hebben hier nu termen voor als waterdoelen en duurzaam waterbeheer, vroeger was dit zo gewoon dat men er geen term voor had.

In een eerder rapport hebben we moeten concluderen dat door het langdurig en grootschalig gebruik van deze meststoffen, de huidige beek- en rivierwaterkwaliteit niet altijd meer past bij de beoogde natuurdoeltypen. Het water is vaak te rijk aan voedingsstoffen of stoffen (b. v. sulfaat) die toxische of eutrofiërende effecten teweeg kunnen brengen. Veelal blijven deze nutriënten achter gebonden aan slib. Ook de functie van beeksystemen is gewijzigd: in plaats van gereguleerde doorstroom ten behoeve van bevoeiingen, was er sprake van een gereguleerde afvoer het systeem uit. Om dit snel en efficiënt te doen zijn vele waterlopen gekanaliseerd. Pas recent komt de gebruikswaarde van water wederom in toenemende mate in beeld: water ten behoeve van landbouw en natuur, tevens bergingsvraagstukken. In dit verband heeft de wens van waterbeheerders, om water –ook al is het incidenteel en/of kort- op te slaan in natuurterreinen, consequenties voor provinciale doelstellingen op dit gebied^v.

De provincie Noord-Brabant heeft voor de gehele Ecologische Hoofdstructuur natuurdoeltypen aangegeven^{vi}. Natuurdoeltypen zijn beelden over de gewenste en verwachte vegetatie op een bepaalde plaats. Voor deze typen zijn nu abiotische randvoorwaarden geformuleerd, echter niet met betrekking tot overstroming en/of inundatie^{vii}. Dit is wel gedaan voor het rivierenstelsel^{viii}. Daarnaast zijn er uiteraard nog tal van andere aspecten aan opslag van water in het landelijk gebied: naast gevolgen voor de natuur, ook effecten voor de landbouw, voor de recreatie en het landschap. Integraal landgebruik vereist daarom ook bij het genereren van streefbeelden aan alle voornoemde aspecten eerlijk en gelijkmatig aandacht wordt besteed. Dat gebeurt ook in de nieuwe modelsystemen die worden ingezet bij het op elkaar afstemmen van natuur, water en landbouwwensen^{ix}.

Momenteel worden veel creatieve richtingen verkend om de ontstane gecompliceerde problematiek van tekorten enerzijds en (piek)overschotten anderzijds te lijf te gaan^x. Daarbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar de mogelijkheden water vast te houden in de inzigtgebieden^{xi}. Nieuwe studies over waterberging en landbouw- of natuurdoelstellingen en nieuwe inzichten in de relatie tussen fosfaatconcentratie en vegetatietypen zijn belangrijke nieuwe pijlers in de huidige discussies^{xii}.

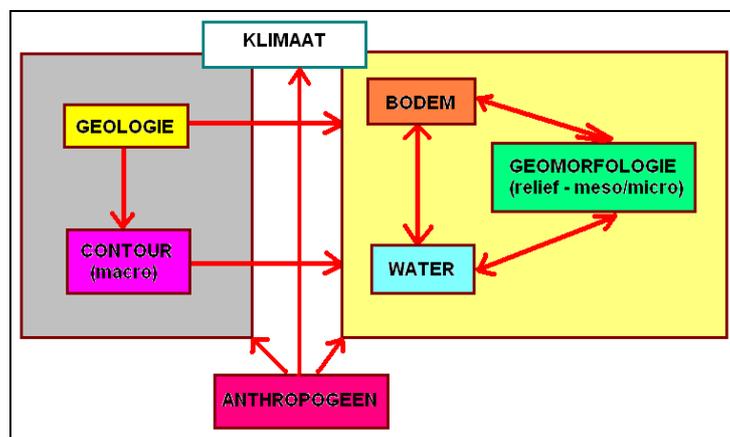
Ook wordt in toenemende mate gekeken of ruimtegebruik (zoals van oudsher...) gecombineerd kan worden. Bij deze benadering is een goed begrip van het functioneren van het landschappelijk systeem van belang. Hierbij speelt de samenhang tussen hydrologie en ecologie een belangrijke rol. Vanuit het inzicht in de landschapsecohydrologische relaties kan een interpretatie naar geschiktheid van gebieden voor *waterberging* (= meestromende berging/ bevoeiing met stromend water); *waterconservering* (= vasthouden in de haarvaten); *retentie* (= gestuurde berging, stilstaand water) en *natuurpotenties* (= kwelkansen) worden gegeven, op basis waarvan duurzame oplossingen kunnen worden gevonden die de aard en veerkracht van het regionale watersysteem versterken en niet verder aantasten. Deze inzichten van geschikte lokaties vanuit het bodem-en watersysteem kunnen bij de nadere afweging van geschikte lokaties met betrekking tot maatschappelijke- en economische aspecten een rol spelen.

5 Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant

5.1 De lagenbenadering toegepast.

In dit hoofdstuk wordt op hoofdlijnen beschreven hoe het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld tot stand is gekomen. Daarbij is de provinciale lagenbenadering toegepast. In de onderste laag van de provinciale lagenbenadering, worden verschillende aspecten van het landschap genoemd: *bodentypologie*, *geomorfologie* en het *watersysteem*. Deze drie aspecten zijn echter elk op een verschillende wijze en schaalniveau aanwezig en op elkaar (wederzijds) van invloed (Figuur 1). Bovendien zijn er meerdere aspecten te onderkennen. In het landschap zijn systemen op verschillende niveaus aanwezig, die het resultaat zijn van de interactie van (a)biotische factoren. Op het hoogste niveau is dat het systeem van de kosmos en vervolgens dat van de atmosfeer. Deze spelen zich af buitenom de aardbol, maar zijn wel met die aardbol in wisselwerking (b. v. het broeikaseffect). Op de aardbol zelf hebben we te maken met het watersysteem: de hydrosfeer, de geologie of lithosfeer en de biotische respons hierop: de biosfeer. De mens heeft met haar denken en handelen op deze systemen een significante invloed (noösfeer).

De atmosfeer ofwel het klimaat is van invloed op alle aspecten. De lithosfeer of geologie is verantwoordelijk voor de contouren (hoogteverschillen boven NAP) in Nederland. Geologie en contour beïnvloeden samen: bodem, water en geomorfologie. Geomorfologie is hier opgevat als een beschrijving van reliëfverschillen in het landschap en de verklaring van het ontstaansproces. Er zijn perioden geweest in de wordingsgeschiedenis van het landschap, waarin water tot geomorfologische dus reliëfveranderingen leidde. Bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een breuk (geologie) ontstaat een vlak waarlangs water naar boven stroomt en uittreedt. Deze natte plaatsen aan het maaiveld, vangen in periglaciale omstandigheden dekzand (bodem) in en vormen ruggen in het landschap (geomorfologie). De ruggen kennen een subtiel evenwicht tussen inzijging aan de bovenzijde en kwelstromen diep van binnen (water). Hierdoor ontstaat nieuwe bodemvorming (bodem) en water treedt op bepaalde plaatsen uit, waardoor daar extra zand wordt ingevangen (dekzandplateaus) (geomorfologie) en nieuwe bodemvorming (bodem). Tenslotte laat de mens (antropogeen) zijn invloed gelden op het landschap. Dat is voornamelijk op het niveau van bodem, water en reliëf. Daarbij wordt inbegrepen het vergraven van rivieren, etc. De mens is echter ook in staat tot grootschalige veranderingen zoals b. v. verleggen van de kustlijn, de diepe ontwateringen t. b. v. mijnbouw en bodemdaling t. b. v. zout- en aardgaswinning.



Figuur 1 Landschapsecologische factorencomplexen.

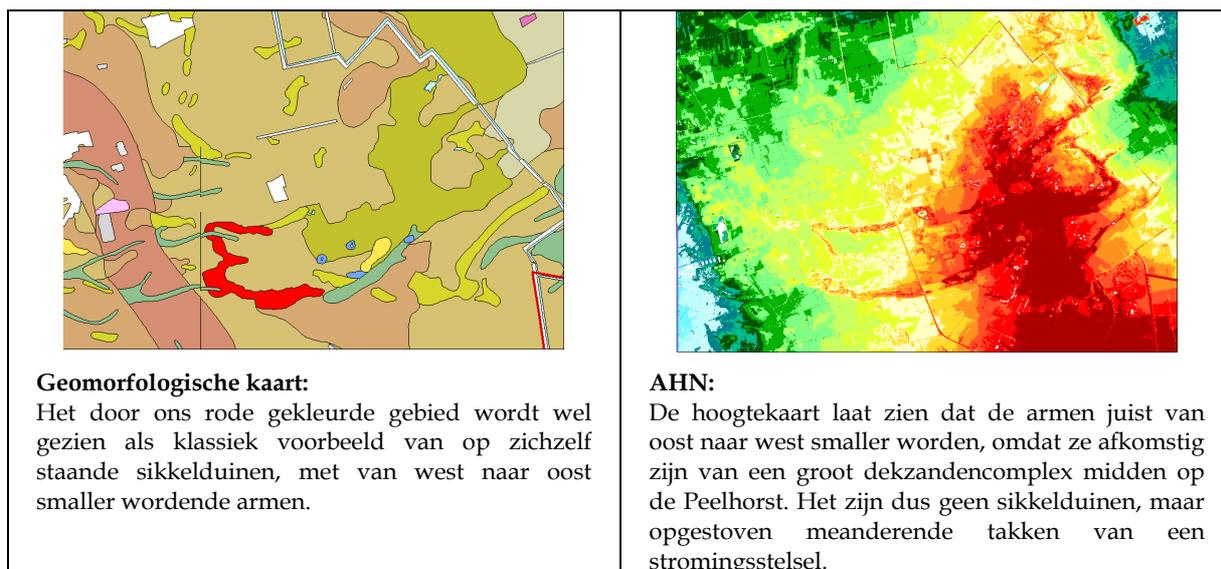
Er zijn geen provinciebrede landschapsecologische rapporten beschikbaar. Weliswaar zijn brede hydrologische onderzoeken verricht, ook op provinciaal niveau^{xiii}. Deze zijn vooraf gegaan door de COLN-rapporten, die qua visie en inzet hun tijd ver vooruit waren^{xiv}. Ook in de verschillende landinrichtingsprojecten is erg veel tijd en geld geïnvesteerd om de hydrologie, bodem, vegetatie en cultuur nauwkeurig te beschrijven^{xv}. Toch zijn er geen daadwerkelijk integrerende rapportages verschenen, waarin alle bovengeschetste factoren op het niveau van de Provincie Noord-Brabant zijn samengenomen. Dergelijke studies zijn wel uit andere delen van het land bekend, maar zijn altijd van toepassing op relatief kleine gebieden^{xvi}; nog nooit is een provinciale verkenning uitgevoerd.

5.2 Het opstellen van de kaart

Concreet zijn voor de vervaardiging van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld gebruikt:

1. Kaarten van geomorfologie, AHN, bodemkaart (NEBO en 1:50.000 en waar beschikbaar per landinrichtingsproject tot op schaal 1:10.000)^{xvii}.
2. (Historische) Verspreidingsgegevens van vegetaties en soorten. Deels via *SynBioSys*.^{xviii}
3. Historisch kaartmateriaal zoals Militair Topografische Kaart (1850) en de Robas-kaart (ca. 1910).^{xix}
4. Huidige Landschapsecologische Systemanalyses en literatuur op watergebied (b. v. "Watersystemen in Beeld" van NITG-TNO).^{xx}
5. Waar mogelijk/nodig luchtfoto's van voor de ruilverkavelingen (zo mogelijk uit de periode eind jaren '30 t/m eind jaren '40 begin '50).
6. Communicatie met andere specialisten van Dienst Landelijk Gebied, universiteiten, onderzoeksinstituten en overige deskundigen.

Voor het opstellen van de kaart is zeer veel gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)^{xxi}, vervaardigd door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat door middel van laseraltimetrie. Dit betreft metingen op het maaiveld, d. w. z. dat uitschieters en metingen op gebouwde objecten en vegetatie zijn verwijderd. Met behulp van het AHN zijn in deze studie landschapsvormen op allerlei schaal onderkend, (her)ontdekt en beschreven. Veel van deze landschapsvormen zijn terug te vinden op bodemkaarten, de geologische en geomorfologische kaarten, luchtfoto's en soms op historische kaarten. Bij nadere beschouwing van deze kaarten blijkt veelal dat ze slechts een deel van het verhaal vertellen. Dat ligt vooral aan doelstelling en de wijze van karteren.



Figuur 2 Vergelijking van interpretatie van landschapsvormen n. a. v. de geomorfologische kaart en het AHN.

Het AHN geeft voor het eerst de mogelijkheid om landschapsvormen op elk gewenst schaalniveau in beeld te kunnen brengen en dat is nieuw. Dat wil ook zeggen dat de vorm zoals die op bijvoorbeeld

de bodem- of geomorfologische kaarten staat aangegeven, met behulp van het AHN anders blijkt te zijn. Een voorbeeld van een dergelijke situatie is weergegeven in de twee plaatjes van Grote Slink – Bunthorst / Cleefs-Wit / de Sijp in Figuur 2. De klassieke interpretatie blijkt nu door het AHN te moeten worden herzien. De nieuwe mogelijkheden van het AHN geven dus de ruimte om tal van bekende landschapsvormen nader te onderzoeken, maar laten ook door de wetenschap onbeschreven vormen zien. Bijvoorbeeld de enorme en complexe structuur die te zien is in Figuur 2 met een spanwijdte van meer dan 9 kilometer is tot nu toe als systeem de aandacht van de geomorfologie en bodemkunde ontsnapt. Op het geomorfologische kaartje in Figuur 2 is weliswaar te zien dat men delen ervan heeft herkend als dekzand, maar het was nog niet mogelijk tot een sluitende conclusie te komen over de structuur als geheel.

Een en ander brengt met zich mee dat in deze studie, door de intensieve bestudering van het AHN, velerlei landschapsvormen worden beschreven die in Brabant (en ook daarbuiten) zijn aangetroffen die nieuw zijn voor de wetenschap. In deze studie worden echter wel toetsbare hypothesen gepresenteerd die de ontdekte vormen verklaren. Zo kan men bijvoorbeeld de interpretaties toetsen door verwachtingen op te stellen ten aanzien van de locatie van kwelindicerende plantensoorten, of door patronen van korrelgrootten en het voorkomen van leem of veentypen.

Bij het opstellen van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld zijn de aangetroffen structuren van wezenlijk belang voor het interpreteren van het landschap. Om die reden is in eerste instantie een zorgvuldige analyse gemaakt van deze vormen en zijn zij ondergebracht in een catalogus die verderop in dit rapport is opgenomen. Deze catalogus, tezamen met enkele basisprincipes, vormen de gereedschapskist waarmee men het landschap kan interpreteren.

In aanvulling op het AHN is gebruik gemaakt van vele bodemkaarten, de geologische en geomorfologische kaarten, historische kaarten, luchtfoto's en hydrologische- en vegetatiegegevens – zowel digitaal als analoog. In ArcView zijn deze gegevens gecombineerd tot één kaartbeeld: het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld.

Bij het interpreteren van de landschapsvormen is teruggedaan naar het moment waarop deze vormen in het landschap zijn ontstaan. De dekzandstructuren dateren bijvoorbeeld uit de laatste ijstijd (Weichselien), maar er zijn veel afzettingen en vormen die veel ouder zijn. Het Nederlandse landschap kan worden begrepen vanuit een basisprincipe: hoe wordt in een eroderend landschap sedimentatie bevorderd en erosie beperkt. Dit principe is erop gebaseerd dat Nederland in de laatste ca. half miljoen jaar vooral erosie heeft gekend. Maar in dit landschap vindt lokaal ook sedimentatie plaats en is er weerstand tegen verdere erosie. De volgende onderliggende principes bij de interpretatie van de landschapsvormen zijn in feite zeer eenvoudig. Enkele voorbeelden zijn:

- Nat zand stuift niet, droog zand kan dat wel.
- Kiezels en grote stenen stuiven ook niet.
- Water is niet samendrukbaar en volgt de weg van de minste weerstand.

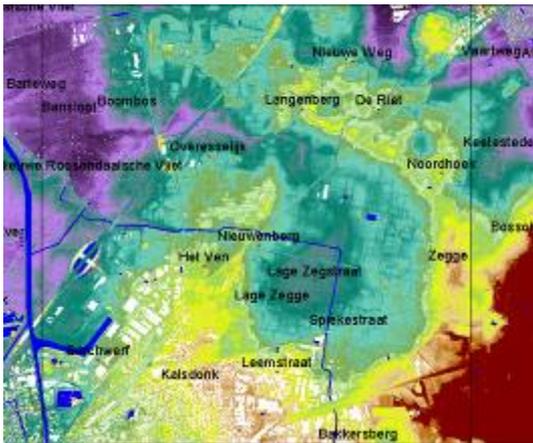
Bijvoorbeeld het eerste punt: nat zand stuift niet en droog zand wel, is van groot belang bij de genese van dekzandruggen. Lage natte delen stoven op en droge hoge delen stoven af. Hoe groter de watertoevoer in de natte opgestoven delen, des te beter het opgestoven zand nat gehouden kon worden, des te hoger de opgestoven rug. Daarom leest het dekzandreliëf zich qua genese als: hoog was nat, laag was droog.

In dit rapport wordt niet verder ingegaan op de manier van interpretatie van de landschapsvormen, het accent ligt hier meer op toepassing van de kaart. Het tweede rapport beschrijft de landschapsecohydrologische opbouw van Brabant en tevens worden daar ook de verschillende landschapsvormen in beschreven die in de provincie zijn aangetroffen.

5.3 Landschapsvormen

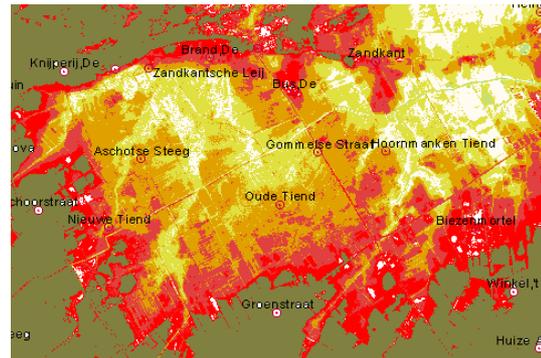
In het basisrapport over landschapsecohydrologie worden de onderscheiden landschapsvormen stuk voor stuk behandeld. Het eenvoudigste geval is een meanderend stromingsstelsel, maar er zijn in totaal twaalf verschillende vormen beschreven, afkomstig uit de gehele Provincie Noord-Brabant. De korte presentatie hieronder dient allen om het palet aan landschapsvormen kort te introduceren, met name omdat bepaalde begrippen later in de tekst terugkomen.

Kwelkraters



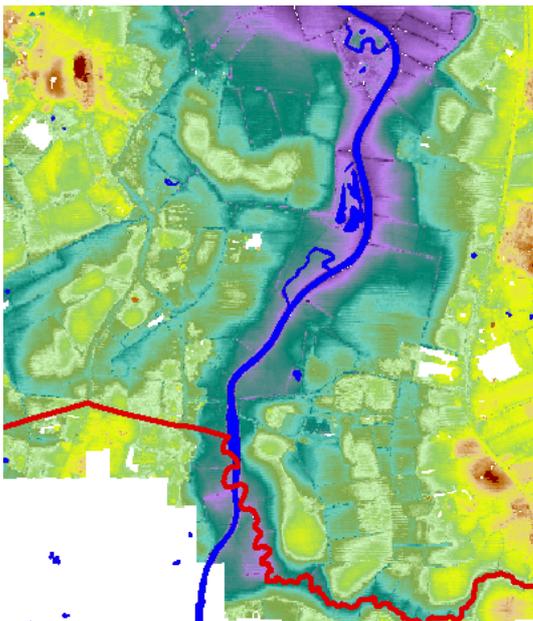
Ronde vormen in het landschap, variërend in grootte van <math><1</math> tot >20 km doorsnede. Veelal met één langere arm en met een ringwal. Eventueel kan deze ringwal later verstoven zijn, of is het centrum in een later stadium na hervatting hoog opgestoven.

Fossiele stelsels



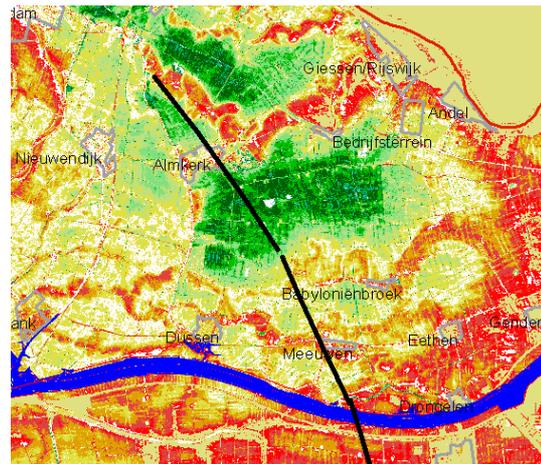
Fossiele beekstelsels die plotseling verdroogd zijn en in hun stervensfase bedekt zijn met een dun laagje klei. Hierdoor zijn ze later niet verstoven.

Kwelkoppen



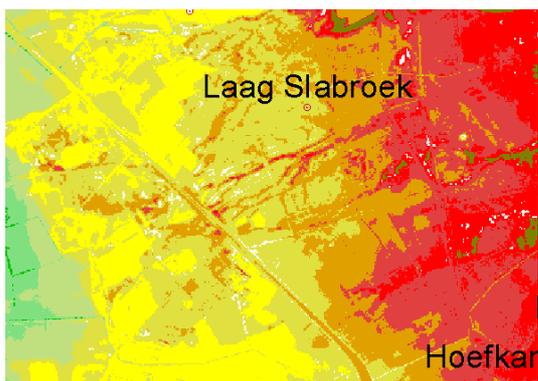
Kwelkoppen zijn tamelijk geïsoleerde hoog opgestoven punten in het landschap. De grootte kan variëren van enkele tientallen meters tot meerdere kilometers zoals bij Liempde. In beekdalen werden ze benut om kalkrijk kwelwater uit af te tappen. Soms gebeurde dat spontaan, zoals de Welberg bij Steenberg.

Huidige riviersystemen



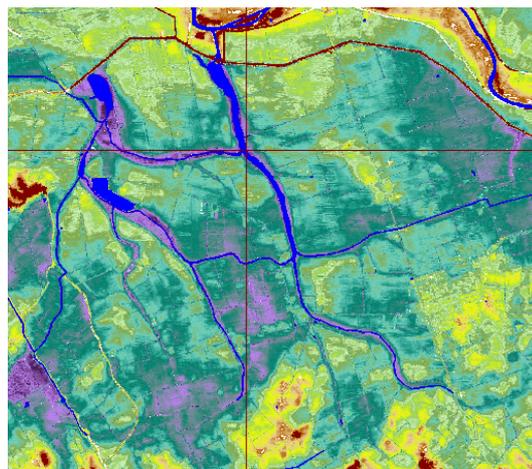
Stroomruggen en komgronden vormen de begeleiding van de fossiele en huidige riviersystemen. Met name in het westen van Brabant zijn het contactzones door de klei heen met de zandige ondergrond.

Deltavormen



Op verschillende punten in Brabant, waar sterke contourverschillen aanwezig zijn, vinden we deltavormingen. Ze onderscheiden zich van meanderende dekzandruggen doordat het vaak waaiers zijn vanuit één punt.

De Zee



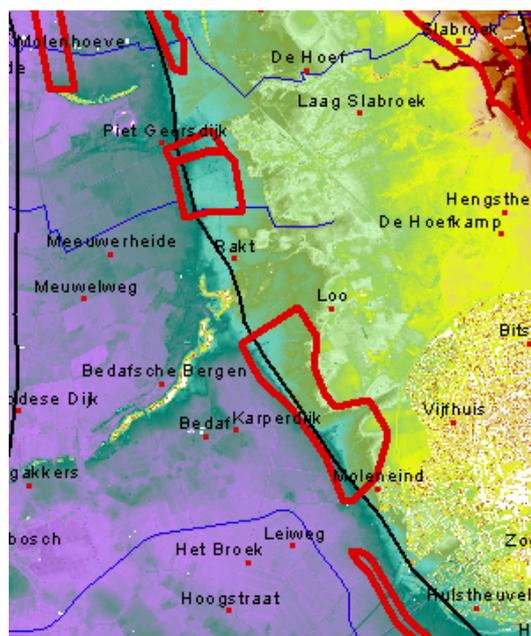
In het westen van Brabant zijn eb- en vloedscharen en fossiele kreeksystemen goed te zien. Het landschap kent daarnaast kleine zandopduikingen die als kwelkop door de kleilagen heen contact hebben met de zandige ondergrond.

Meerbodems



Patronen van meerdere ronde depressies vlak naast een fossiel stromingsstelsel. De depressies zijn nu uitgeveend en hun oorspronkelijke ronde vorm is goed zichtbaar.

Wijstgronden



Wijstgronden zijn vanaf de hoogtekarten en luchtfoto's niet eenvoudig op te sporen. De weergegeven verspreiding is afkomstig van veldwerk door Waterschap Aa en Maas en Staatsbosbeheer.

6 Van Structuurbeeld naar Waterbergingskansenkaart

6.1 Waterbeheersing

Voor de invulling van de wateropgave ter voorkoming van wateroverlast wordt door de waterschappen in de regionale waterbergingsgebieden gezocht naar gebieden die geschikt zijn voor waterbeheersingsmaatregelen: waterberging en vasthouden. In deze studie wordt gezocht naar locaties die vanuit landschapsecohydrologisch perspectief het meest logisch zijn. Bij de bepaling van de geschiktheid voor waterberging is uitgegaan van verwachting van kwel, op basis van het ecohydrologisch functioneren van de onderscheiden landschapsvormen.

De volgende waterbeheersingsmaatregelen zijn als legenda-eenheden onderscheiden en gedefinieerd:

1. *Water vasthouden*- in inzigggebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het water snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.
2. *Waterberging*- tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
3. *Waterretentie*-: langdurige inundatie van natuurlijke laagen met niet stromend gebiedseigen water. (Functie deels vergelijkbaar met kwelpotenties, zie hieronder)

Daarnaast zijn op de kaart locaties met *kwelpotenties* aangegeven; dit zijn locaties met kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge (potentiële) natuurwaarden.

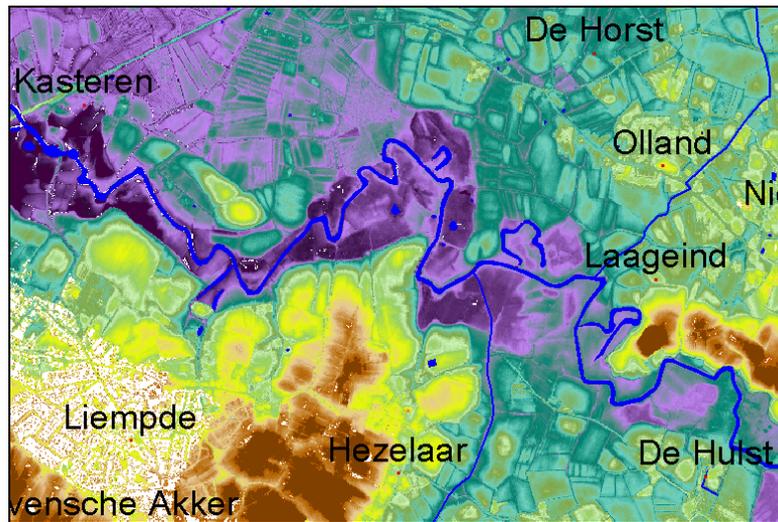
De in het Landschapsecologische Structuurbeeld onderscheiden landschapsvormen zijn niet 1 op 1 te koppelen aan de hierboven onderscheiden legenda-eenheden: vasthouden, retentie, en bergen. De samenhang van de verschillende landschapsvormen binnen een gebied is bepalend voor het vaststellen van de geschiktheid voor vasthouden, retentie, en bergen. Hierbij speelt het voorkomen van kwel een belangrijke rol. In de volgende paragrafen wordt deze samenhang in verschillende soorten gebieden beschreven. Op deze wijze is voor geheel Brabant het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld vertaald naar de Waterbergingskansenkaart.

6.2 Beekdalen: een mozaiek van kwel en berging

Met name in de huidige beekdalen doet zich het dilemma van een keuze tussen waterberging van geëutrofiëerd, gebiedsvreemd water en kwelpotenties zich het meest voor. Zowel in deze studie als in de kwelpotentiekaart van het NITG-TNO blijken de lage delen tussen de dekzandruggen, die later voorzien zijn van beeklopen, de meeste kwelpotenties te herbergen. Dat is ook precies de reden waarom die beken daar aanwezig zijn.

Ondanks het feit dat in de meeste beekdalen grote potentiële en actuele kwel gevonden kan worden, wil dat niet zeggen dat berging van water niet tot de mogelijkheden behoort. Gebieden met de aanduiding 'waterberging' zijn uiteraard het meest geschikt voor het tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd water.

In het onderstaande voorbeeld (Figuur 3, Figuur 4, Figuur 5, Figuur 6, en Figuur 7) wordt aan de hand van kaarten en doorsneden (verkenning afbeelding 1 t/m 9) een toelichting gegeven op het ecohydrologisch functioneren van een beekdal. Dit voorbeeld geeft aan waarom er kwel optreedt in deze beekdalen, waar dat water haar herkomst heeft en waar zich dus wel en niet actuele en potentiële kwel kan voordoen. Een en ander is uitgewerkt in een kleine verkenning voor het Dommeldal bij Liempde:

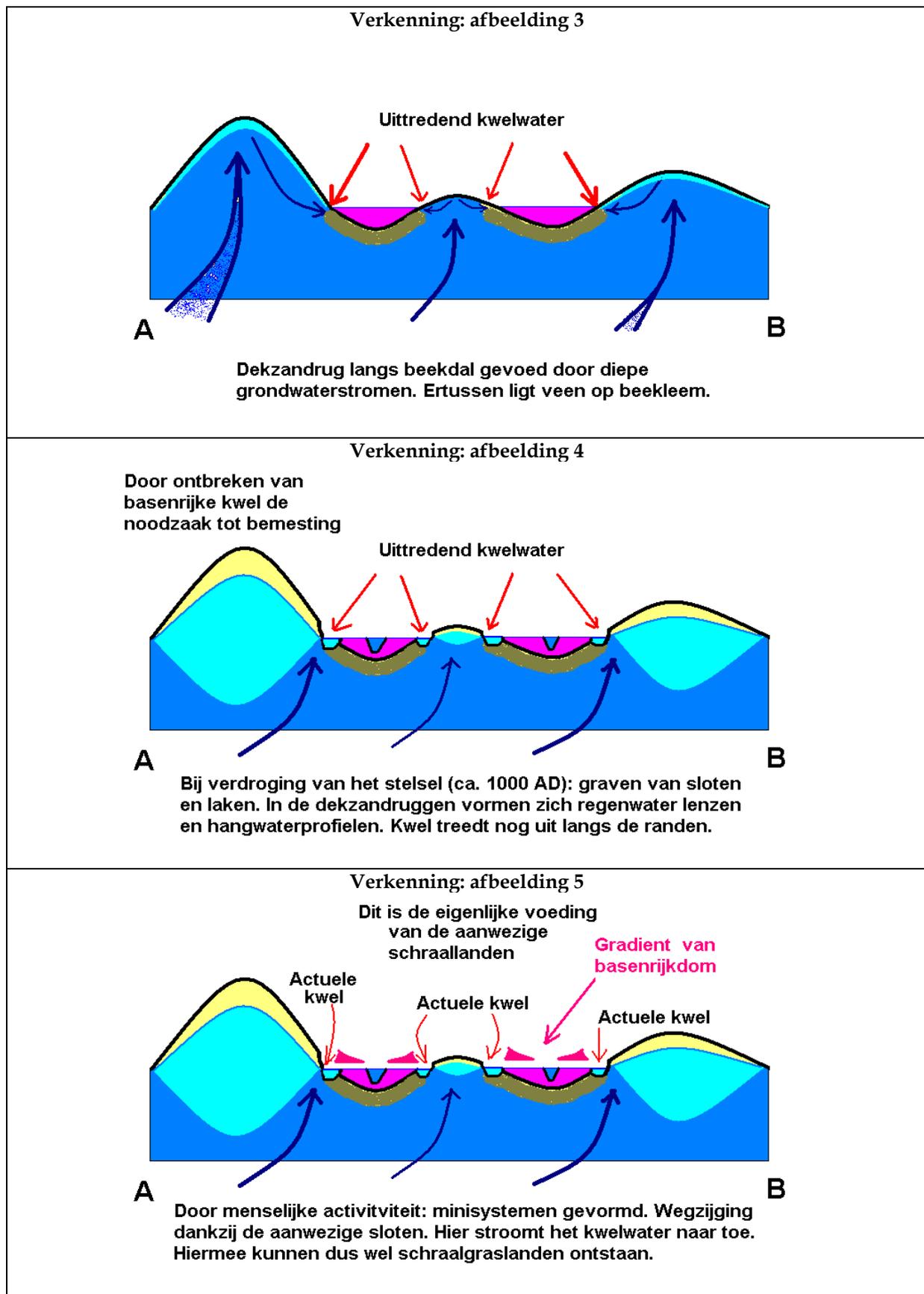


Figuur 3 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde. (Bruin is hoog, paars is het laagste deel).

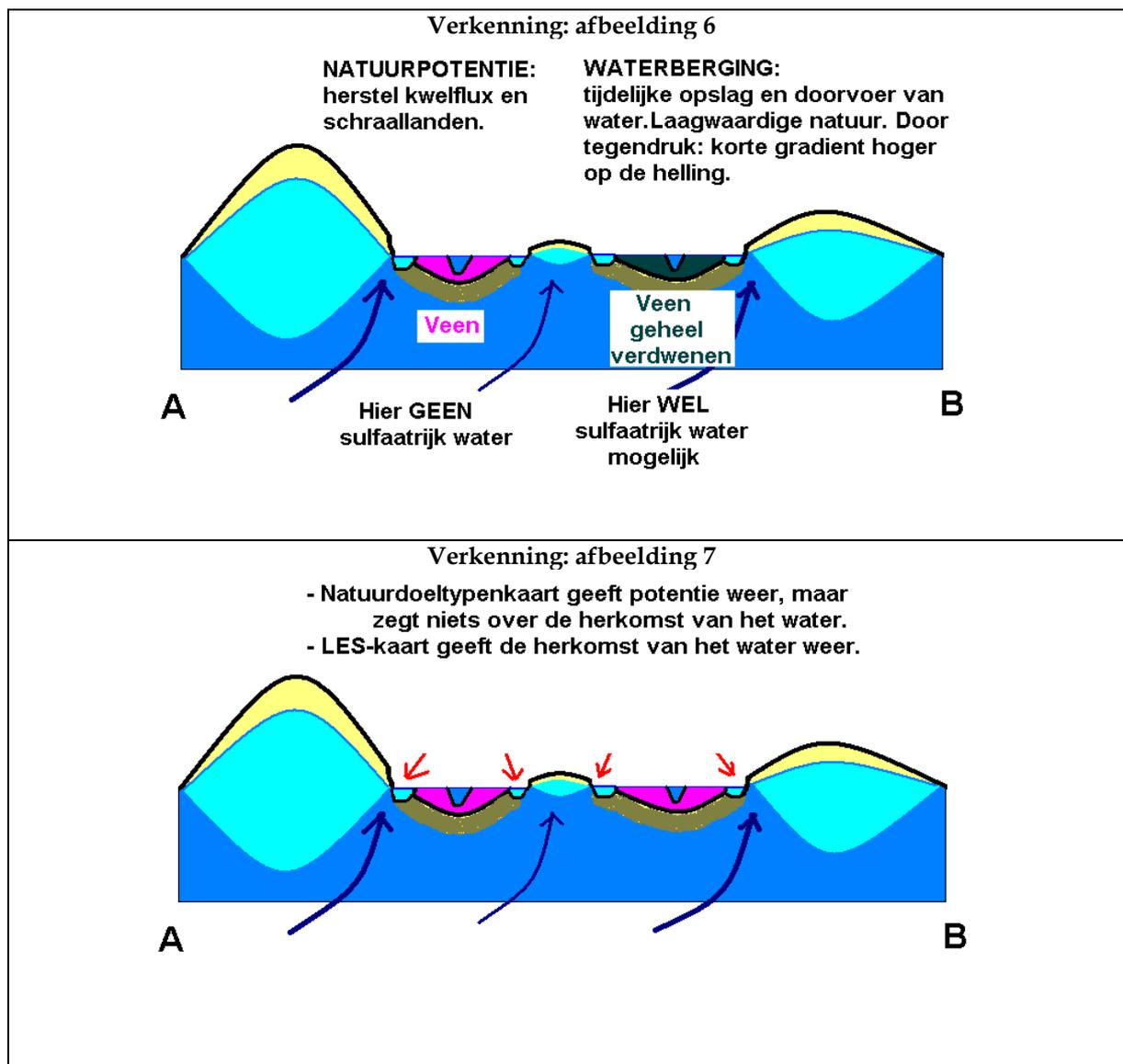
<p>Verkenning: afbeelding 1</p> <p>Deel van het beekdal van de Dommel ten noordoosten van Liempde.</p> <p>Duidelijk zijn de verschillende dekzandkoppen aan weerszijden van het beekdal te zien.</p> <p>(Schaal ca. 1:9000)</p>	
<p>Verkenning: afbeelding 2</p> <p>Kwelpotenties zijn langs de randen van de dekzandkoppen aangegeven in paars.</p> <p>De reden van deze locaties wordt verder uitgewerkt hieronder, langs een transect, (afb 3 t/m7) vergelijkbaar met de lijn A - B op het kaartje.</p> <p>(Schaal ca. 1:9000)</p>	

Figuur 4 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.

In de figuren 5 en 6, (afbeelding 3 t/m 7) worden de kwelstromen langs dit transect geïllustreerd. De tekeningen zijn alleen ter illustratie van processen en zijn niet op schaal.



Figuur 5 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.



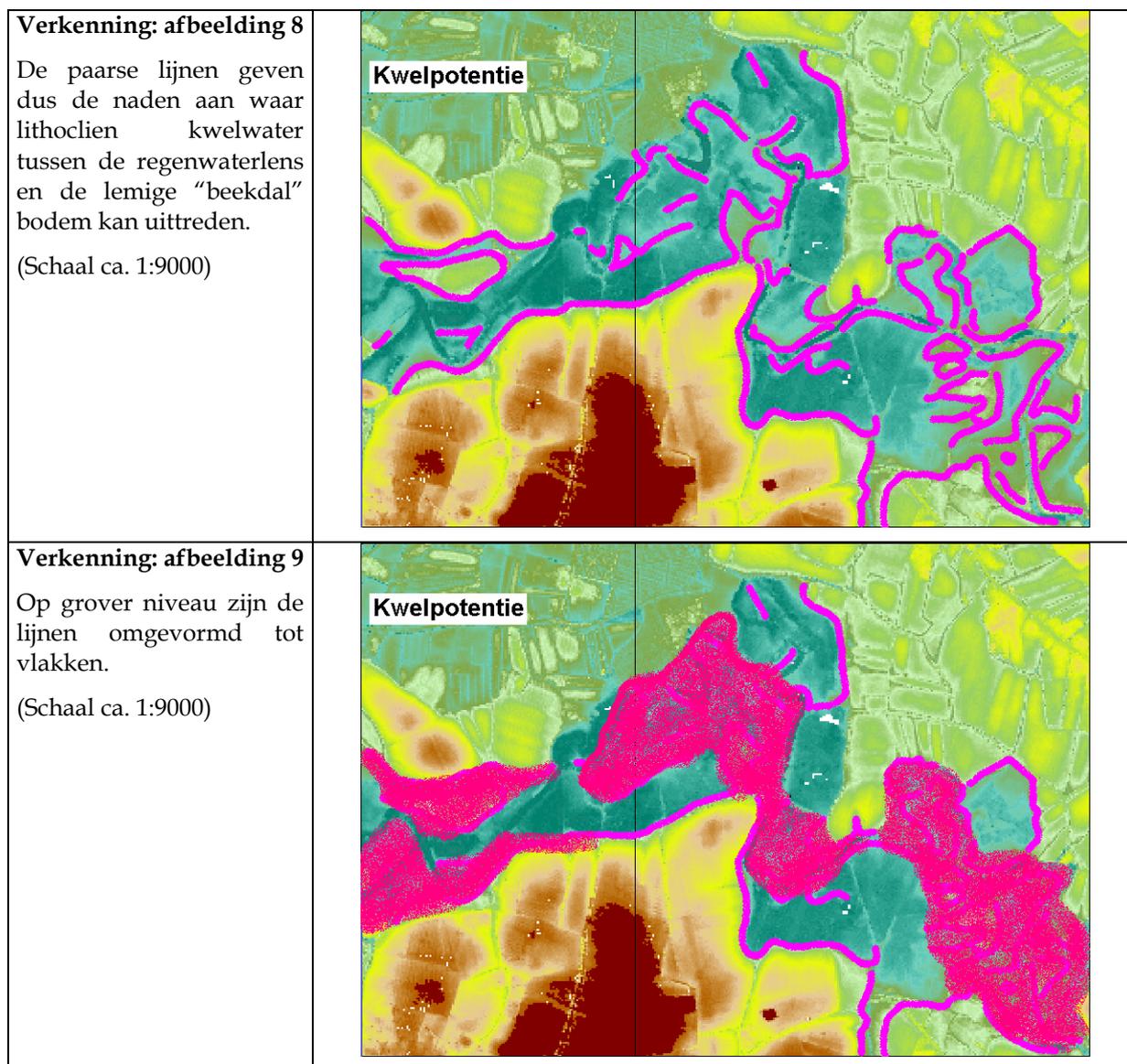
Figuur 6 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.

Kwelwater is afkomstig uit voormalige stromingsstelsels die door reliëfinversie nu dekzandruggen zijn geworden. Voor de komst van de mens trad dit water dus vrijelijk uit langs de randen en vanuit de ruggen zelf. Leemlagen in het “beekdal” voorkwamen dat het kwelwater in kon zijgen en in het gehele beekdal ontstonden rijk geschakeerde vegetatiemozaïeken, variërend van sterk kwelafhankelijk tot hoogveen (figuur 5, afbeelding 3).

Na de grote verdroging rond het jaar 900 – 1000 AD en de latere verdroging door de mens zijn hangwaterprofielen en diepe regenwaterlenzen ontstaan in de dekzandruggen. Deze vernauwen de opening waardoor kalkrijk kwelwater nog het “beekdal” kan bereiken. Door de ontwateringen binnen de “beekdalen” zijn miniwegzijingssystemen gevormd, naar de waterloop toe. Deze vergroten de kans op verzuring van de graslanden tussen de waterloop en de rand van de dekzandrug (figuur 5, afbeeldingen 4 en 5).

Deze benadering maakt duidelijk waar de grootste kwelpotenties zich bevinden. Uiteraard moeten deze verwachtingen wel in het veld worden getoetst, b. v. aan de hand van soortkarteringen, veldwaarnemingen van kwelverschijnselen zoals bacterievliezen en eventueel hydrologische metingen. Als de lijnen worden geaggregeerd tot vlakken zijn dus delen met hogere kwelpotenties onderscheiden van delen waar deze potenties geringer zijn.

In het veld zijn kwellocaties te toetsen door te kijken naar plantensoorten die op enigerlei wijze gebonden zijn aan bepaalde soorten kwel. Ook is het mogelijk om roestverschijnselen of bacterievliezen van ijzerbacteriën te karteren. Aan het eind van deze paragraaf (Figuur 10 tot en met Figuur 15) zijn ter illustratie afbeeldingen van een aantal kwelindicatoren opgenomen.



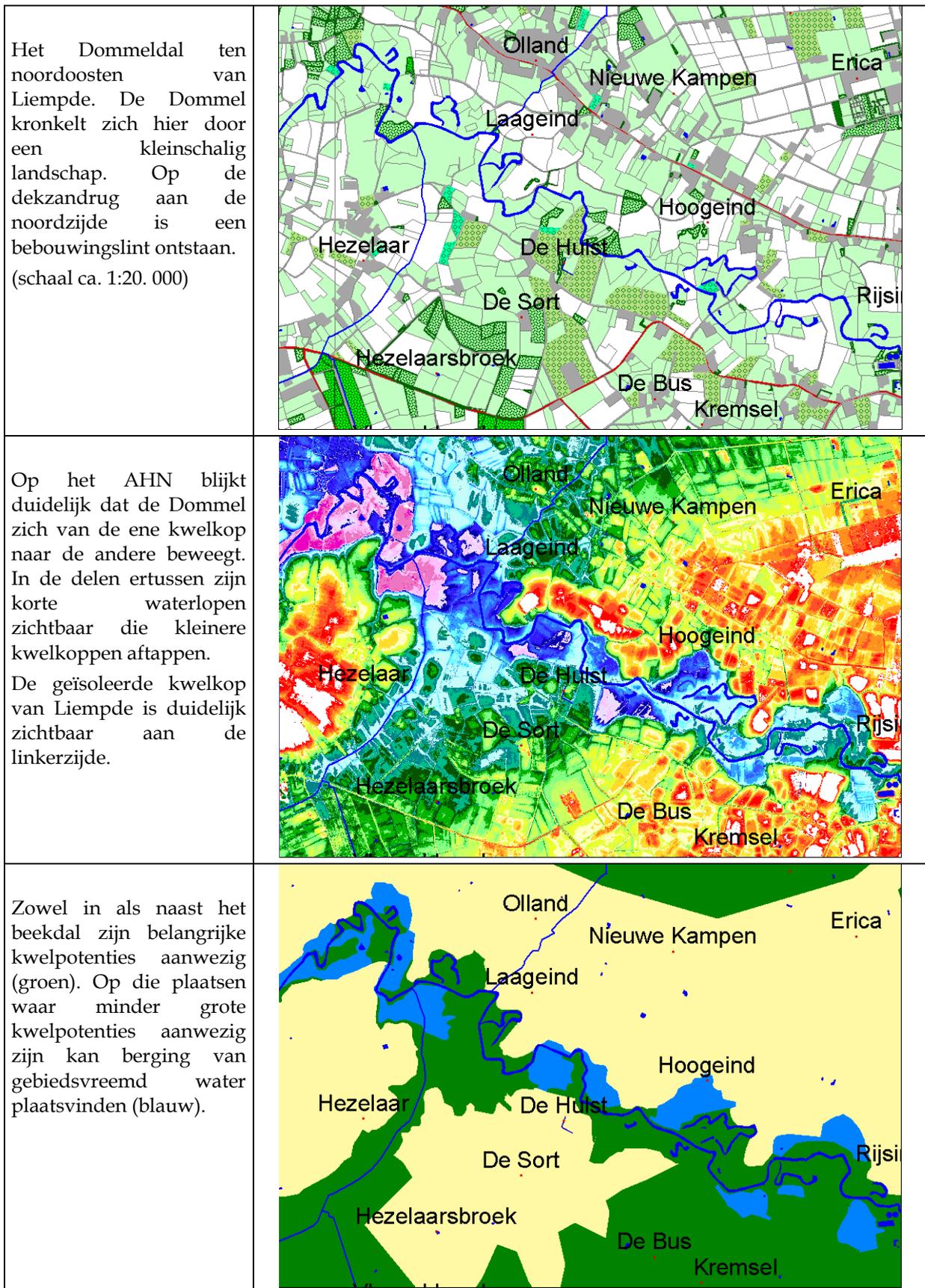
Figuur 7 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.

Zoals uit figuur 6 (afbeelding 7) blijkt, blijft het kwelwater niet beperkt tot de plaatsen waar het uittreedt. Ook op andere plaatsen kan zich dit water verzamelen en daar aanleiding geven tot bijzondere natuurdoeltypen. Als plekken in een beekdal een lage kwelpotentie hebben, wil dat dus niet zeggen dat zich daar geen hoge natuurpotenties zullen/kunnen bevinden!

Vanuit het oogpunt van de noodzaak voor waterberging gezien, ligt het echter meer voor de hand deze locaties te benutten voor gebiedsvreemd voedselrijk water, dan de plaatsen met hoge kwelpotentie. Berging van water kan op deze wijze helpen de kwel te concentreren op de randen van de dekzandruggen, waardoor interessante gradiënten kunnen ontstaan. Met behulp van voorgaande schematische benadering zijn in Figuur 7 kwelpotenties in het Dommeldal aangegeven en geïnterpreteerd naar vlakdekkende gebieden met kwelpotenties.

In de navolgende figuren (Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 17) is de geschiktheid voor de waterbeheersfuncties waterberging, retentie, vasthouden en het voorkomen van kwelpotenties nader uitgewerkt voor het Dommeldal, het Markdal en het land van Heusden Altena .

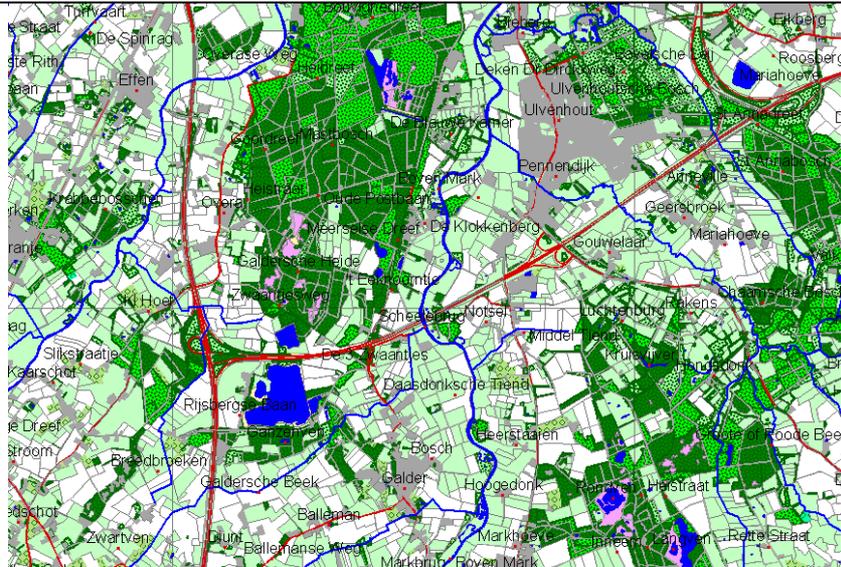
Dommeldal:



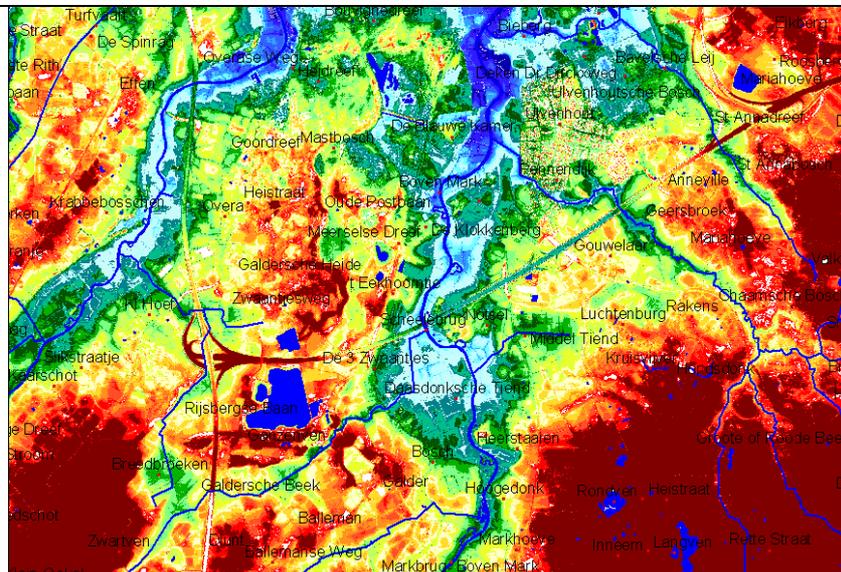
Figuur 8 Voorbeeld van water berging en kwelpotenties in het Dommeldal bij Liempde.

Markdal:

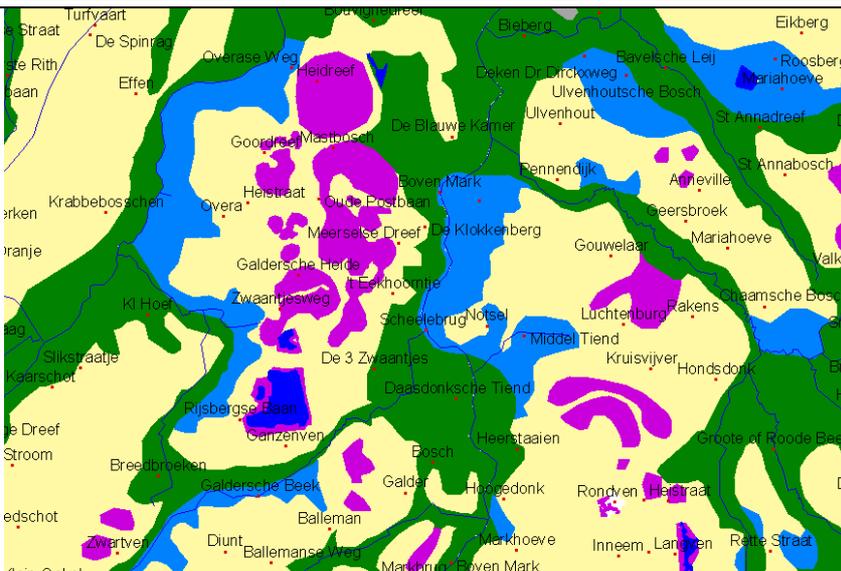
Ten zuiden van Breda bevindt zich een kleinschalig landschap van landbouwgronden, afgewisseld met grotere boscomplexen. (schaal ca. 1:40.000)



Het AHN toont grote dekzandcomplexen waartussen zich de Weerijs, de Mark en het stelsel van de Chaamse beken bevinden. Het dekzandrelief is uiterst veelzijdig wanneer op kleinere schaal bekeken.



Langs de verschillende beken liggen grote kwelpotenties (groen). Op bepaalde plaatsen kan echter uitstekend water worden geborgen (blauw). In de geïsoleerde laagten op de dekzandruggen liggen goede mogelijkheden voor vasthouden (geel) en retentie van water (paars) op het maaiveld.



Figuur 9 Mogelijkheden voor water berging, kwelpotenties, water retentie en water vasthouden in het Markdal.

Kwelindicatoren



Figuur 10 Dotterbloem (*Caltha palustris*) een soort van kwel met dieper grondwater.



Figuur 11 Waterviolier (*Hottonia palustris*) een soort van kwel met carbonaatrijk grondwater.



Figuur 12 Veldrus (*Juncus acutiflorus*) een soort die lokale kwel indiceert.



Figuur 13 Holpijp (*Equisetum fluviatile*) een soort van kwel met dieper grondwater.



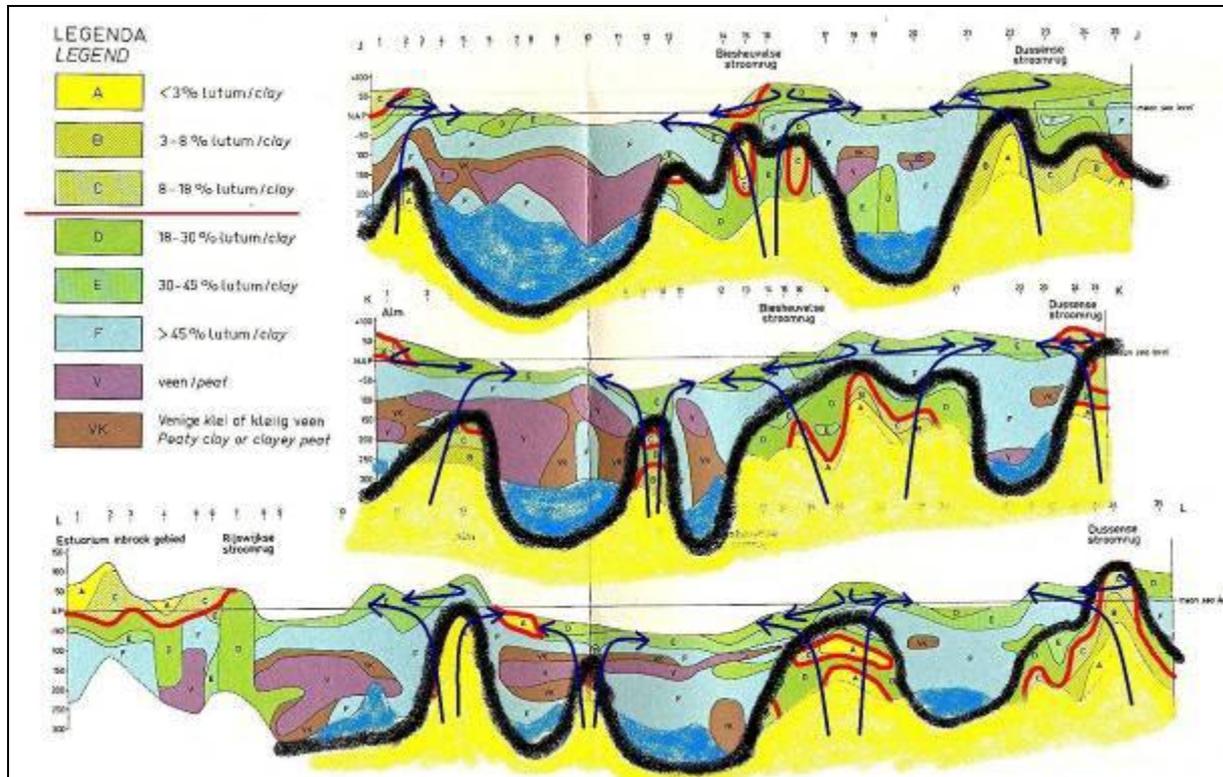
Figuur 14 Roestverschijnselen duiden op ijzerrijke kwel. Hier is ijzeroxide neergeslagen op het gras.



Figuur 15 Bacterievliezen van Ijzerbacteriën geven olieachtige laagjes op het water. Bij aanraking breken ze in stukjes, in tegenstelling tot echte olie. Dit is een duidelijke indicatie van kwel.

6.3 Het kleigebied: kwel in de stroomruggen

In tegenstelling tot de hogere delen van de provincie, waar kwelpotenties worden gevonden in de nu lagere delen tussen de dekzandruggen, bevinden zich de kwelpotenties in West-Brabant in de hogere (stroom)ruggen



Figuur 16 Aanvoer van kwelwater in stroomruggen.

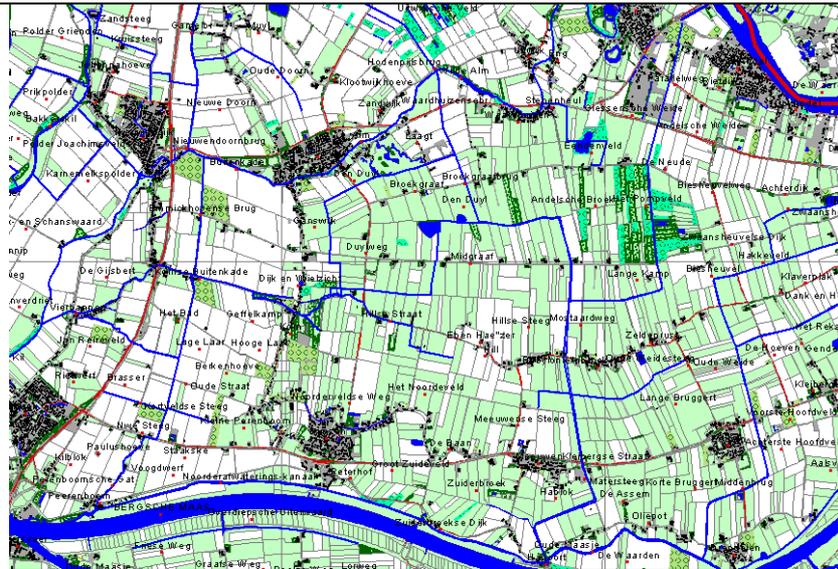
Figuur 16 is een doorsnede door de armen van de kwelkrater bij Babylonienbroek (zie Figuur 17). Hierin is te zien dat watertoevoer naar het maaiveld aan de ene kant veroorzaakt wordt door opwelling vanuit de diepere ondergrond naar de stroomruggen; maar ook door lateraal transport door de armen heen. Dit water is vanwege het gebiedseigen karakter goed te gebruiken voor inundatietoepassingen. Daarom zijn de gebieden tussen de armen ook aangegeven als retentiegebied. Een zeer jong gebied als de Biesbosch is daarentegen beter geschikt voor berging met gebiedsvreemd (hier ook rivier-) water. Ook vele ander gebieden in West Brabant zijn geschikt voor berging van rivierwater in het kader van 'Ruimte voor de rivier'. In de stroomruggen is sprake van een overgang tussen inzijging en kwel, maar deze grens kan aan de hand van kaarten niet nauwkeurig worden vastgesteld. Daar is veldonderzoek voor nodig.

Land van Heusden en Altena

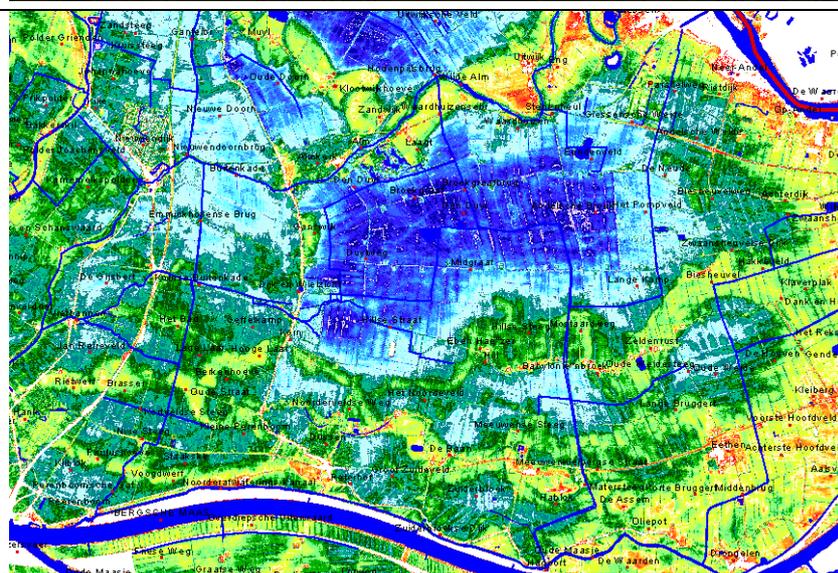
Het Land van Heusden en Altena ten oosten van Rijksweg 27.

De woonkernen zijn Nieuwendijk, Almkerk, Hank en Dussen, Meeuwen en Eethen. Aan de zuidrand loopt de Bergsche Maas.

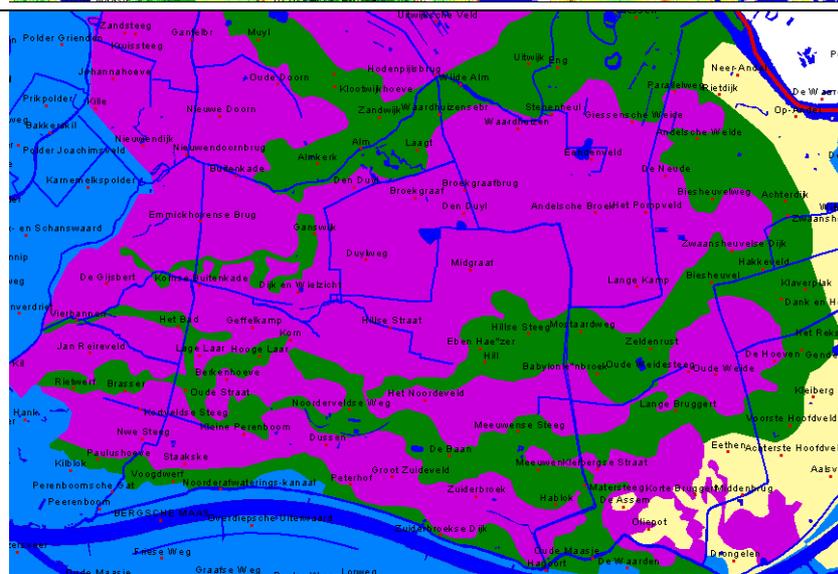
(schaal ca. 1:55.000)



Het AHN laat een gecompliceerd stelsel zien van oeverwallen van de Alm en een grote kwelkrater bij de Oude Weide met daarop aangesloten naar het westen toe meanderende ruggen.



De stroomruggen zijn door hun contact met de ondergrond en onderling de aanvoerwegen van kwelwater (groen). De laagten ertussen zijn zeer geschikt om dit water langdurig in het gebied te houden middels retentie (paars). Hier kunnen ook belangrijke natuurwaarden mee worden gerealiseerd.



Figuur 17 Voorbeeld van water retentie en kwelpotenties in het Land van Heusden en Altena.

6.4 Op de dekzandruggen: water retentie en vasthouden.

Op de kaart zijn zeer veel natuurlijke laagten als geschikt voor water retentie aangegeven. Binnen de natuurgebieden, maar ook in het landbouwgebied, zijn veel natuurlijke depressies aangetroffen. Veelal betreft het hier door dekzandruggen afgesnoerde gebieden, of gebieden waar dekzand secundair is uitgestoven of stromingsstelsels waarin leem is afgezet gedurende hun eindfase en die daarna niet meer zijn veranderd. Ook zijn er gebieden waar veen is afgegraven en die toch geen kwelpotentie bezitten, zoals De Zoeke.

In Figuur 18 is voor het natuurgebied rond het Beuven aangegeven waar men mogelijkheden heeft voor retentie. In de afbeelding van Figuur 17 is te zien waar retentie van water plaats kan vinden in een geheel ander type gebied: het landbouwgebied van het Land van Heusden en Altena. In beide gevallen wordt gebiedseigen water, vermengd met regenwater in het gebied gehouden.

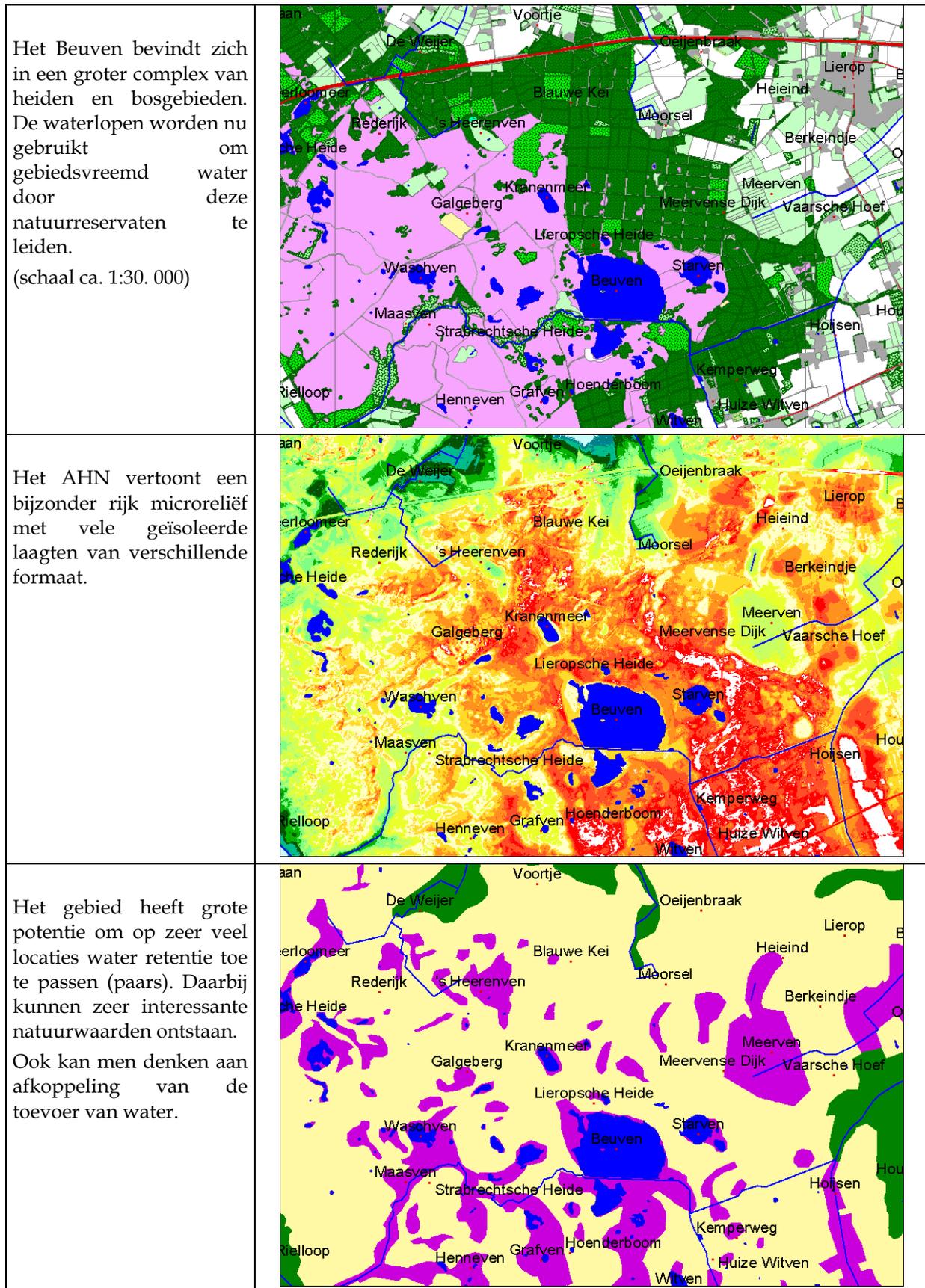
Alle delen waar geen kwelpotenties aanwezig zijn, of die geschikt zijn voor berging of retentie, zijn in principe geschikt voor het vasthouden van water. Het is mogelijk op grote, maar ook om op kleinere schaal te werken aan vasthouden van water, in combinatie met kwelpotenties, retentie, berging en landbouwkundig gebruik. In een voorbeelduitwerking voor een klein gebied in Figuur 20 is te zien hoe grote meanderende dekzandruggen van het complex Grote Slink - Bunthorst op de Peelhorst, zich uitstrekken naar het westen. Verschillende takken zijn benedenstrooms gefuseerd en hebben zo afgesloten laagten gecreëerd. Water wordt nog steeds vanuit dit complex bovenop de Peelhorst afgevoerd naar het westen en grote hoeveelheden bereiken dit afgesloten gebied. Als hier geen landbouwkundig gebruik zou zijn, en als de sloten in de dekzandruggen en in de depressies ertussen weer gedicht zouden worden, dan ontstaat in zeer korte tijd een gebied waar zich een grote hoeveelheid regenwater (en ook wat kwelwater) verzameld. Deze hoeveelheid water in dit afgesloten gebied is in staat om tegendruk te bieden aan de waterstroom Oost - West, en zal het afstromend kwelwater hoger op het systeem in dwingen.

Binnen dit gebied zal dat betekenen dat op tal van plekken het oude kwelsysteem weer gaat functioneren en er zeer veel natte locaties zullen gaan ontstaan op plaatsen die momenteel droog zijn. Ook in de beplante ruggen zal dit merkbaar worden en uiteindelijk de kans geven om het huidig assortiment van Grove den en Ruwe berk en Eik om te vormen naar bijvoorbeeld een droog tot vochtig Beuken-Eikenbos.

Over het algemeen kunnen de drie wijzen van waterbeheersing (vasthouden, retentie en kwel) hand in hand werken aan het vergroten van de natuurwaarden in Brabant. Bijvoorbeeld in de situatie rond het Beuven, zoals afgebeeld in Figuur 18. Door drainage en ontginning zijn alle vochtige en venige systemen in het gebied verdroogd of verdwenen. De soorten die vroeger voorkwamen op de overgangen van nat naar droog zijn afgezaakt tot in het midden van deze voormalige natte gebieden. Door inlaat van voedselrijk water zijn vegetaties van (zwak)gebufferde oligotrofe tot mesotrofe milieus zwaar beschadigd. Toch is een aantal van deze processen in redelijke mate te herstellen.

Het Beuven is een illustratie van het principe dat in een dergelijk gebied veel water kan worden vastgehouden dat in de laagste delen het water boven het maaiveld komt te staan. In deze retentiegebieden bevindt zich dan water dat deels afkomstig is van diepe en ondiepe kwel en deels bestaat uit regenwater, en zal dus zwak gebufferd zijn. Door de aanwezigheid van dit water begint in de randen van de vennen een herstelproces van de waterkerende gliedelaagjes (soms slechts delen van millimeters dik...) die een natuurlijke rem vormen in het systeem. Op de randen van deze gebieden zal Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) haar plek vinden. Zij moet worden opgevat als een eerste indicatie van herstel en niet als storingssoort. Plaggen van de randen van deze systemen moet dan ook worden nagelaten om de gliedelaag de kans te geven zich te herstellen. Grootschalig plaggen is vanuit deze optiek dus ook een averechtse maatregel. Daarnaast is grootschalig plaggen ook vanuit faunistisch oogpunt een ongunstig middel^{xxii}.

Beuven



Figuur 18 Mogelijkheden voor water retentie rond het Beuven.

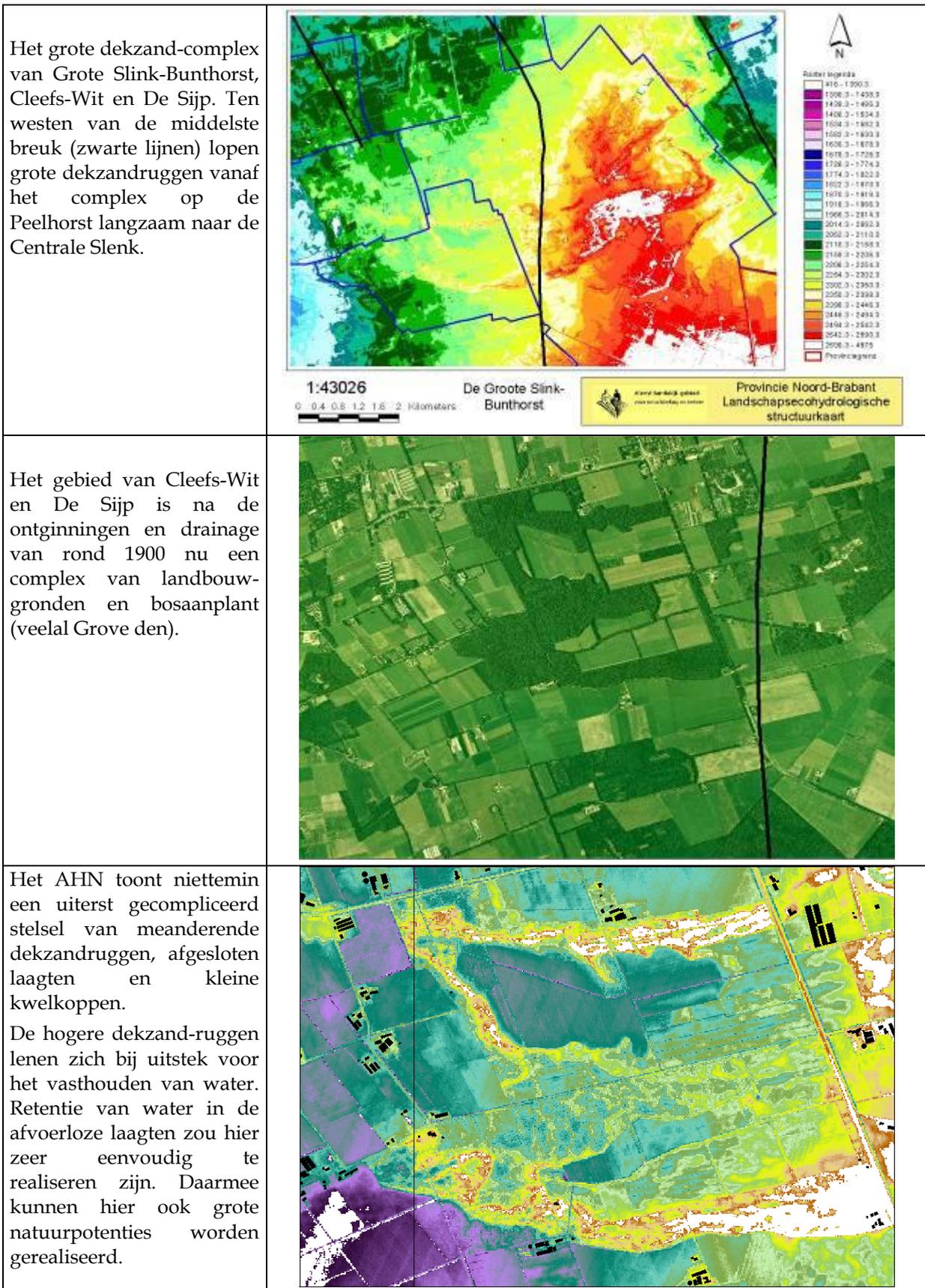


Figuur 19 Pijpestrootje (Molinia caerulea) als indicator van wisselvochtige omstandigheden.

Door de toenemende en permanente vernatting krijgen aquatische en veenvormende vegetaties opnieuw een kans. De soorten die normaliter op de randen groeien van dergelijke systemen worden zo weer gedwongen hun oorspronkelijke plaats op te zoeken. Immers deze randen zijn niet alleen overgangen van nat naar droog, maar vaak ook plaatsen waar verschillende soorten kwel- en oppervlaktewater elkaar ontmoeten. Ook zijn het gradiënten van voedselrijkdom. Herstel van deze randen wil dus zeggen dat soorten van hun huidige locatie op moeten gaan schuiven naar de plaats waar zij eigenlijk thuis horen. Dat zal enige tijd vergen, maar dan is er ook sprake van duurzaam herstel van natuurwaarden.

Hoe deze ingrepen exact moeten worden uitgevoerd is met het Landschapsecydrologisch Structuurbeeld niet te bepalen: daarvoor is nader systeemonderzoek ter plaatse noodzakelijk. Een detailstudie, bijvoorbeeld op het niveau van het gebied Cleefs-Wit / De Sijp (onderste afbeelding in Figuur 20), geeft de mogelijkheid maatwerk te leveren bij het vinden van oplossingen voor landbouw, natuur- en waterbeheer. Allereerst dient men rekening te houden met de grotere landschapsecologische context: in welk deel van welk systeem zijn we aan het kijken? De bovenste afbeelding laat zien dat het bewuste gebied een deel uitmaakt van een stelsel dat minstens drie maal zo groot is. Dit is van belang voor het vaststellen van het stroomgebied van het water. Daarbij moet men zich nadrukkelijk rekenschap geven van het feit dat water zowel door diepe, als door oppervlakkige stelsels loopt. Door het analyseren van het gebied aan de hand van hoogte, bodem en vegetatiekaarten en hydrologische gegevens wordt het mogelijk om toetsbare veronderstellingen te formuleren voor systeemeigenschappen voor het gebied. Verwachtingen over plantensoorten, korrelgrootten, aan- of afwezigheid van kwel, etc. etc. Deze kunnen dan in het veld worden getoetst. Als dit is uitgevoerd en de waarnemingen zijn verwerkt tot een aangepast beeld van het systeem van dit gebied – dan kunnen plannen worden gemaakt voor inrichting en beheer, waarbij alle functies hun juiste plaats kunnen krijgen.

Cleefs Wit



Figuur 20 Voorbeeld uitwerking water vasthouden en retentie.

7 De waterbergingskansenkaart.

7.1 Kaart en legenda

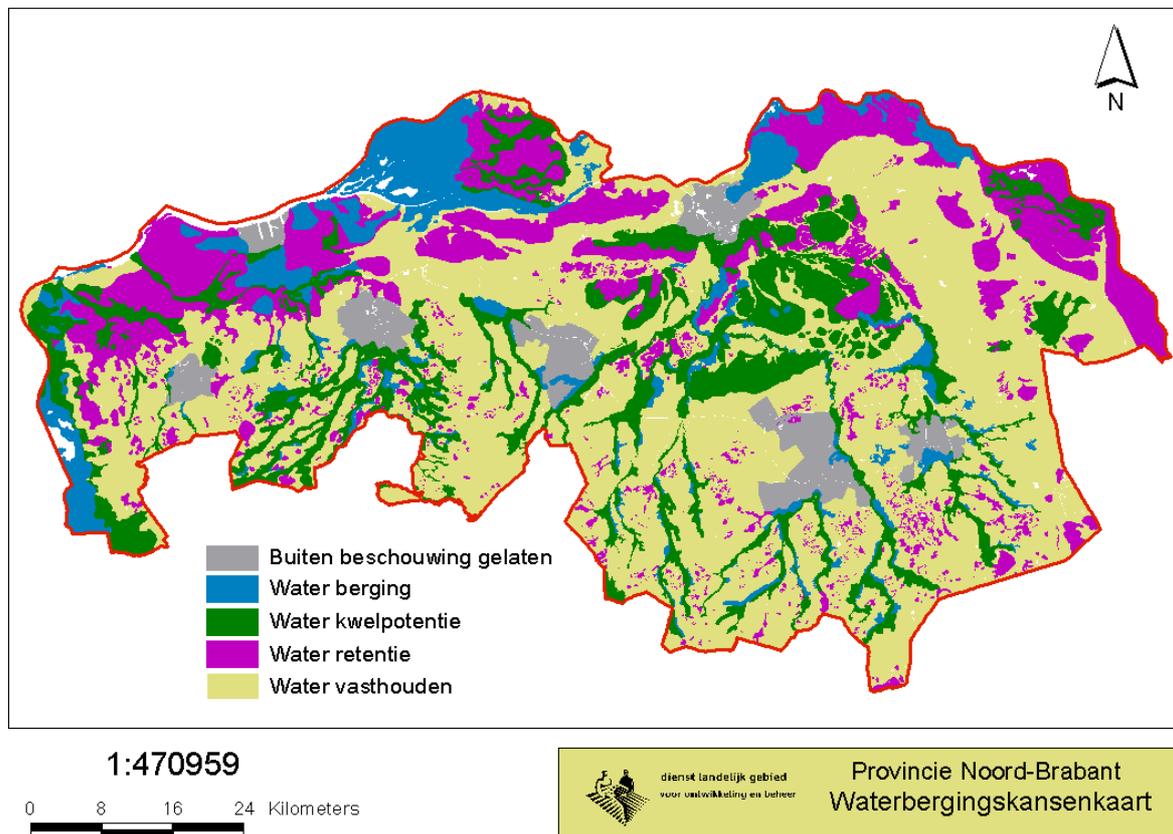
Op basis van de in het vorige hoofdstuk aangegeven methodiek is Brabant-breed een waterbergingskansenkaart opgesteld op schaal 1:50.000.

De volgende waterbeheersingsmaatregelen zijn als legenda-eenheden onderscheiden en gedefinieerd:

1. *Water vasthouden*- in inzigggebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het water snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.
2. *Waterberging*- tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
3. *Waterretentie*- langdurige inundatie van natuurlijke laagen met niet stromend gebiedseigen water. (Functie deels vergelijkbaar met kwelpotenties, zie hieronder)

Daarnaast zijn op de kaart lokaties met *kwelpotenties* aangegeven; dit zijn locaties met kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge (potentiële) natuurwaarden.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de legenda-eenheden wordt verwezen naar hoofdstuk .6



Figuur 21 Waterbergingskansenkaart

7.2 Toepassing

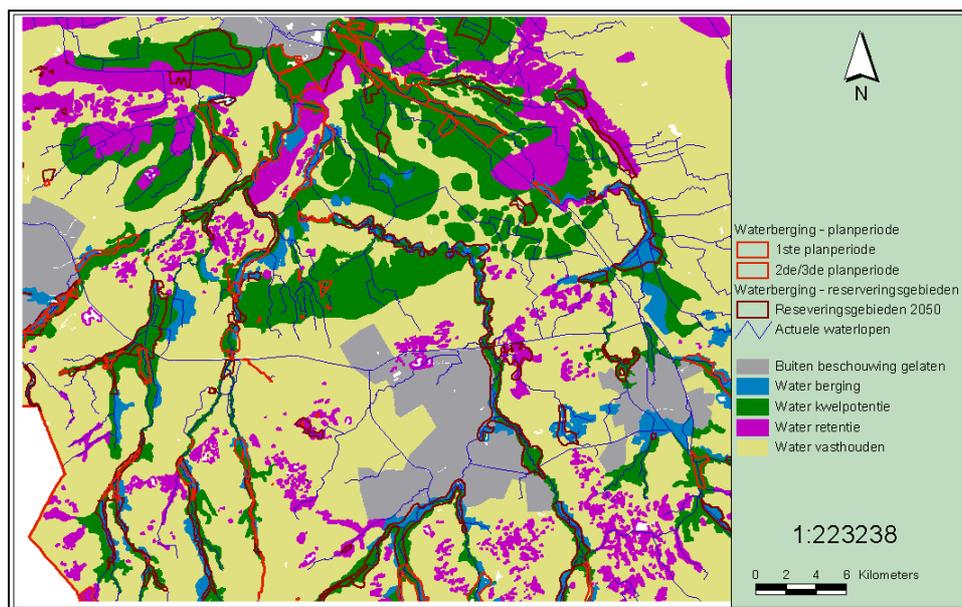
De Waterbergingskansenkaart heeft een maximale detaillering op schaal 1:50.000. Dat wil zeggen dat de kaart niet op een grotere schaal gebruikt mag worden. De methode op basis waarvan het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld is opgesteld leent zich wel voor toepassing op kleinere schaal. Bijvoorbeeld bij de uitwerking van de inrichting van een waterbergingsgebied kunnen verdere details ten aanzien van kwelpotenties worden uitgewerkt, zoals te zien is in paragraaf 6.2 over de beekdalen.

De Waterbergingskansenkaart kan diensten bewijzen bij verschillende (provinciale) discussies, zoals over de positionering van de zoekgebieden voor waterberging en retentie in relatie tot natuurwaarden, waarbij een kwalitatieve benadering aan de orde is. In het onderstaande wordt een aantal voorbeelden gegeven van de toepassing en het gebruik van de Waterbergingskansenkaart. Bij gebruik van de Waterbergingskansenkaart, dient rekening te worden gehouden met de achtergrond en de wijze waarop deze tot stand is gekomen:

De Waterbergingskansenkaart is samengesteld op basis van het *Structuurbeeld Noord-Brabant*, op basis van niet- cijfermatig materiaal. Bij het opstellen van het Landschapsecohydrologisch Structuurbeeld wordt uitgegaan van de ongestoorde hydrologische situatie en worden geen concrete uitspraken gedaan over actuele grondwaterstanden; kwelpotenties zijn op basis van het functioneren van landschapsvormen, aangevuld met gegevens op basis van actuele vegetatiegegevens aangegeven.

De Waterbergingskansenkaart is een vertaling van dit functioneren van een gebied, naar geschiktheid voor waterberging, op basis van potentiële of actuele kwel. Tevens zijn gebieden aangegeven die geschikt zijn voor retentie en vasthouden van water. Dit is een kwalitatieve benadering. De beperking van de Waterbergingskansenkaart is dat het niet altijd de actuele situatie weergeeft, anderzijds geeft het wel inzicht in de aanwezige potenties na herstel van het systeem.

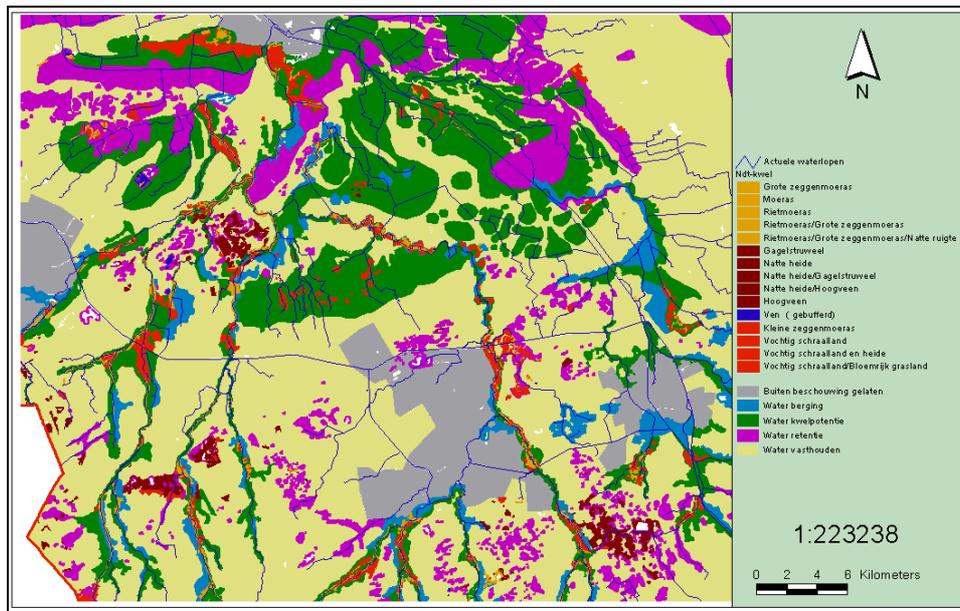
De Waterbergingskansenkaart geeft binnen de lagenbenadering van de Provincie Noord-Brabant, een samenhangend beeld van het watersysteem, waarbij aandacht is voor zowel diepe als oppervlakkige systemen, als geneste systemen. Dergelijke complexe systemen, die zich op meerdere schaalniveaus voordoen, zijn hydrologisch moeilijk in detail te modelleren. Vanuit de benadering van landschapsvormen zijn we echter wel in staat om op kwalitatieve wijze uitspraken te doen over het functioneren ervan.



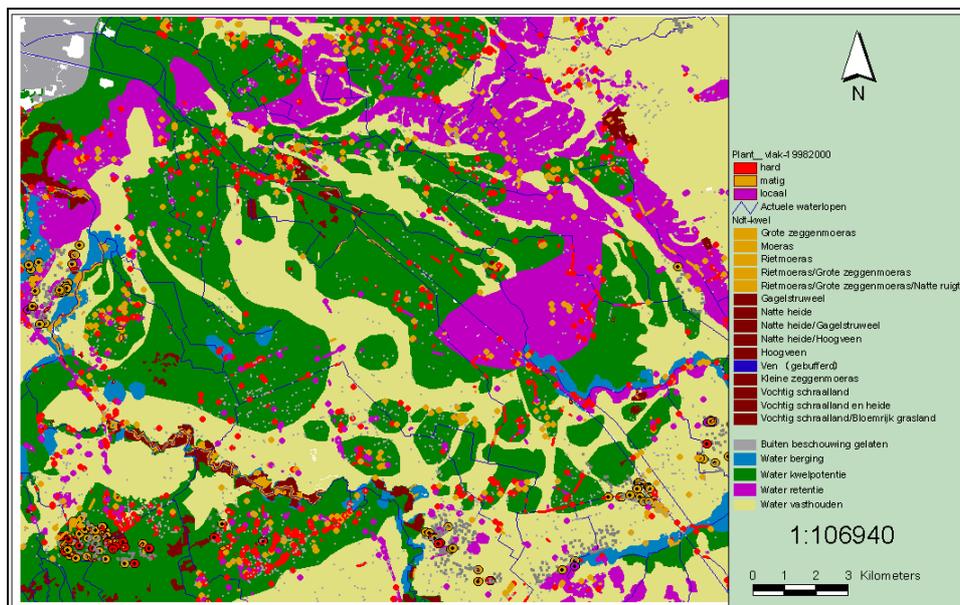
Figuur 22 Voorbeeld toepassing kaart en zoekgebieden voor waterberging.

Zoekgebieden waterberging

Op de kaart in Figuur 22 zijn de zoekgebieden voor de eerste en tweede planperiode, alsmede de zogenaamde reserveringsgebieden uit de reconstructieplannen (begrenzingen medio 2004) aangegeven. De kaart geeft uiteraard binnen deze contouren aan of er sprake is van kwelpotenties, dan wel of er water berging plaats kan vinden. Belangrijker wellicht is dat de kaart deze contouren in een perspectief plaatst en aanvullende informatie erbij geeft: zo wordt duidelijk waarom bepaalde delen beter geschikt zijn voor berging en andere voor kwel. Ook komen alternatieven buiten de contouren van de zoekgebieden duidelijk naar voren. Tevens wordt in een in het kaartbeeld duidelijk waar retentie van water in de natuurlijke laagten mogelijk is en de omvang van de mogelijkheden.



Figuur 23 Voorbeeld toepassing kaart en kwelafhankelijke natuurdoeltypen.



Figuur 24 Voorbeeld kwelafhankelijke natuurdoeltypen en kwelsoorten rond Veghel.

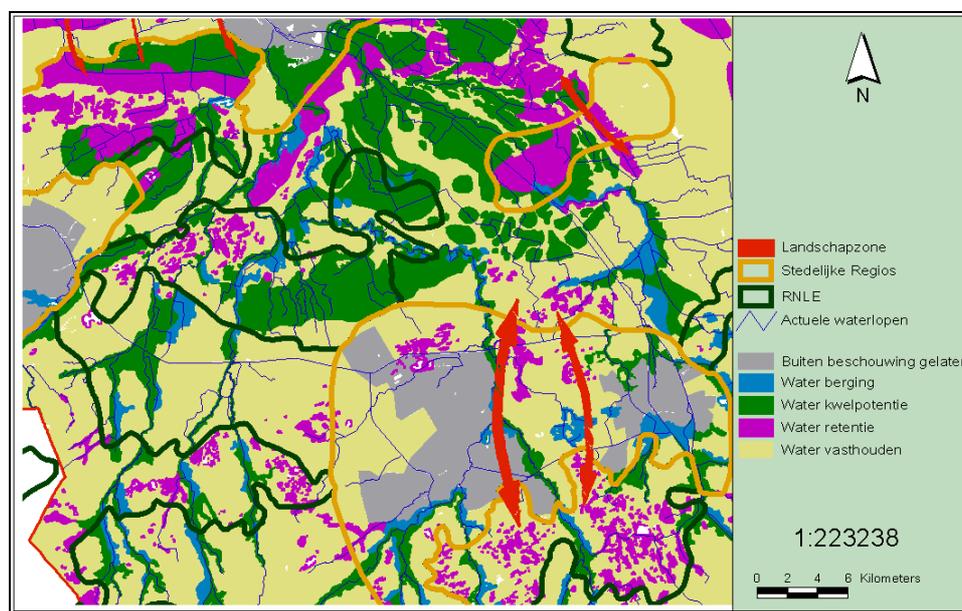
Natuurdoeltypen

Ook voor het verkennen van mogelijkheden voor natuurdoelstellingen is de kaart zoals afgebeeld in Figuur 23 goed toepasbaar. De natuurdoeltypenkaart geeft in groot detail aan welke verwachtingen er zijn van de mogelijkheden voor het verder op niveau brengen van de huidige natuur, en waar kansen liggen voor het ontwikkelen van nieuwe natuur. De Waterbergingskansenkaart is in de huidige vorm minder geschikt op dit perceelsniveau. Wel is het mogelijk de kaart middels detailstudie uit te werken op een schaal van 1:10.000, dus 2,5x zo nauwkeurig als de natuurdoeltypenkaart.

In de kaart in Figuur 23 zijn de kwelafhankelijke natuurdoeltypen geprojecteerd op een deel van de Waterbergingskansenkaart. Zoals verwacht mocht worden zijn de twee kaarten het grotendeels eens over de locaties voor kwelafhankelijke vegetatietypen. De Waterbergingskansenkaart geeft echter op bepaalde plaatsen nog onbeschreven potenties voor kwelnatuur, zoals bijvoorbeeld in het gebied rond Veghel. Op de tweede kaart: in Figuur 24 zijn naast de kwelafhankelijke natuurdoeltypen ook plantensoorten afgebeeld die kwel indiceren, zoals Holpijp (*Equisetum fluviatile*) en vele anderen. De kartering is uitgevoerd door de Provincie Noord-Brabant en is niet vlakdekkend, maar geeft genoeg aanwijzingen over het voorkomen van soorten die gebonden zijn aan diep, kalkrijk kwelwater (aangegeven in rood), soorten die matig harde kwel nodig hebben (aangegeven in oranje) en soorten die afhankelijk zijn van lokale kwel, van veelal vrij zacht water met een regenwaterkarakter (in paars). Dit toont aan dat er in het betreffende gebied potenties liggen voor het ontwikkelen van kwelafhankelijke vegetaties met hoge natuurwaarden. Of die potenties ook daadwerkelijk benut moeten en kunnen worden is een andere vraag. Het antwoord daarop is aan het technische, maatschappelijke en politieke krachtenveld.

Inrichting landelijk en stedelijk gebied

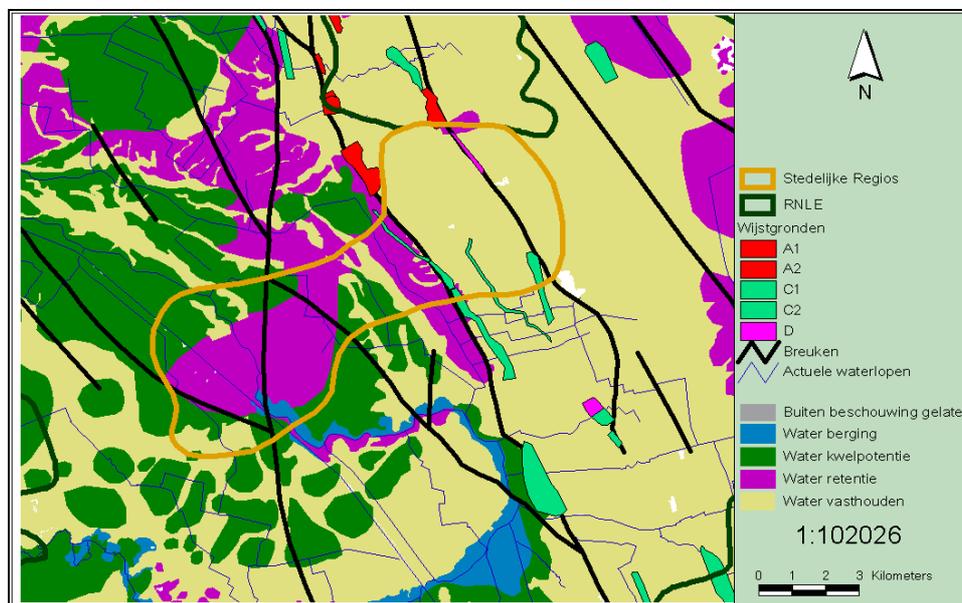
Ook op andere vlakken kan de Waterbergingskansenkaart een bijdrage leveren aan afwegingsprocessen, bijvoorbeeld bij de inrichting en planvorming in Stedelijke Regio's en Regionale Natuur- en Landschapseenheden.



Figuur 25 Voorbeeld toepassing kaart en begrenzing Stedelijke Regio's en Regionale Natuur- en Landschapseenheden.

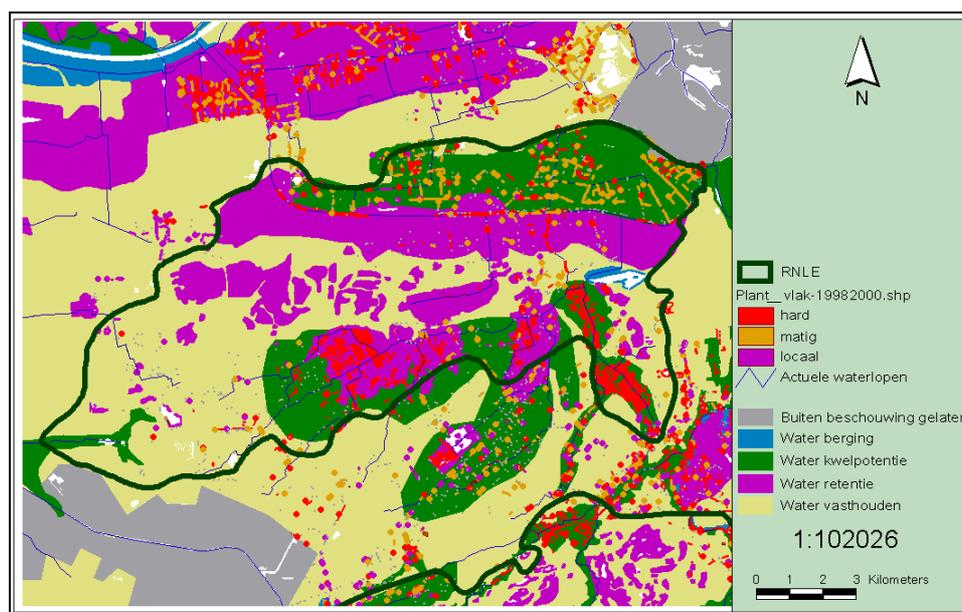
Op de Waterbergingskansenkaart in Figuur 25 zijn beide contouren afgebeeld en tevens zijn de landschapzones aangegeven. De kaart geeft inzicht in de plaats en aanwezigheid van landschapsecologische stelsels. Zo is bijvoorbeeld een duidelijke tweedeling te zien binnen de Centrale Slenk: het gedeelte aan weerszijden van Eindhoven verschilt fundamenteel van de in het groen aangegeven waaiervormige structuur ten zuiden van en rondom 's Hertogenbosch, met o. a. de kwelkrater van Veghel, het systeem van Liempde en van De Leijen en Vught. Uit deze kaart wordt bijvoorbeeld ook gelijk duidelijk dat de Stedelijke Regio Uden - Veghel zich in twee geheel

verschillende systemen begeeft. Dat geeft interessante mogelijkheden om die diversiteit te benutten binnen deze regio. Met creatieve oplossingen kunnen de landschapsecologische verschillen zichtbaar worden gemaakt. In deze regio zijn bijvoorbeeld de Wijstgronden van groot belang (zie Figuur 26). Deze systemen waarbij water door ondoorlatende breuken wordt tegengehouden en wordt opgestuwd en er zich over zeer korte afstanden bijzonder grote verschillen in vochtigheid voordoen – zijn van nationaal belang en hier rijk vertegenwoordigd.



Figuur 26 Voorbeeld de Stedelijke Regio Uden – Veghel en de wijstgronden.

Nog een voorbeeld kan worden gegeven aan de noordoostelijke zijde van Figuur 25: bij de Regionale Natuur- en Landschapseenheid rond de Leijen. Hier valt een belangrijk brongebied (groen gekleurd) net buiten de contour van de RNLE (zie Figuur 27). Dit kan gevolgen hebben voor de kwelafhankelijke natuur die lager in het systeem wordt nagestreefd.



Figuur 27 Voorbeeld RNLE begrenzing en kwelindicatoren.

Inzicht in het landschapsecologisch systeem kan een belangrijke bijdrage vormen op tal van gebieden die te maken hebben met inrichting, gebruik en beheer van het landelijk en stedelijk gebied.

7.3 Vergelijking met soortgelijke kaarten

In eerdere projecten zijn door de Provincie Noord-Brabant drie vergelijkbare kaarten gemaakt, waarvan twee de actuele kwel- en infiltratie situatie in beeld brengen, nl de kaarten '*Kwel –en infiltratiekaart*' uit de atlas '*Watersystemen in beeld*' en de '*Waterdoelen GGOR berekeningen*'. Daarnaast is een kaart opgesteld die nog het meest lijkt op de Waterbergingskansenkaart, de '*Referentie kwelkansenkaart*', omdat beide kaarten de ongestoorde hydrologische situatie in beeld brengen^{xxiii}. In het onderstaande wordt aangegeven hoe deze drie kaarten zich tot de Waterbergingskansenkaart verhouden en welke relaties gelegd kunnen worden.:

'Kwel –en infiltratiekaart' uit de atlas 'Watersystemen in beeld'

De kwel- en infiltratiekaart in de A3-atlas "*Watersystemen in Beeld*" (TNO-NITG, 2000) geeft een kwantitatieve indicatie van de ligging van actuele kwel- en infiltratiegebieden op basis van de grondwatertrappen (bodemkaart) en diepere stijghoogten (Regis).

'Waterdoelen GGOR berekeningen'

Met het Brabantbrede Waterdoelenmodel zijn kwel- en infiltratiekaarten berekend in het kader van het GGOR-proces. In het Waterdoelenmodel is het gehele watersysteem gesimuleerd, inclusief (detail)ontwatering, maaiveldhoogten, ondiepe en diepe stijghoogten (TNO-NITG, 2002 en Kaders voor het GGOR, provincie Noord-Brabant, in concept)

Kwel wordt bij beide kaarten gedefinieerd als grondwater dat vanuit het eerste watervoerend pakket naar het freatische pakket stroomt. Vaak wordt dan ook over diepe, of regionale kwel gesproken. Lokale kwel, stroming van grondwater in het freatische pakket naar ontwateringsmiddelen zoals bijvoorbeeld vennen, is niet meegenomen.

In bovenstaande twee kaarten wordt naast landschap en maaiveldhoogte rekening gehouden met menselijke invloeden als ontwatering en onttrekking van grondwater. De actuele kwelgebieden in deze twee kaarten zijn over het algemeen kleiner dan de kwelgebieden op de Waterbergingskansenkaart. Daarentegen zijn er in diep ontwaterde gebieden, kwelgebieden bijgekomen t.o.v. de Waterbergingskansenkaart.

De kaartbeelden komen op grote lijnen met elkaar overeen, de verschillen worden met name verklaard door de verschillen in de gehanteerde uitgangspunten, nl actuele t.o.v. ongestoorde hydrologische situatie en verschillen in een al dan niet modelmatige benadering. Op de Waterbergingskansenkaart is, uitgaande van de onderscheiden landschapsvormen en kennis van het functioneren daarvan ook lokaal voorkomende kwel aangegeven.

Referentie kwelkansenkaart

In het kader van het GGOR-proces is de Referentie Kwelkansenkaart ontwikkeld, die nog het meest op de Waterbergingskansenkaart lijkt. Als onderdeel van het GGOR-proces is de referentiesituatie vastgelegd. Dit is gedaan voor GHG, GLG en een kwelkansenkaart (RIZA et al, 1997, RIZA en TNO-NITG, 2000). De kwelkansenkaart gaat uit van een natuurlijke situatie waarbij bodem, hydrologie en vegetatie met elkaar in evenwicht verkeren en waarbij meer natuurlijke relaties bestaan tussen geomorfologie, bodem en hydrologie. Bij het opstellen van de kaart zijn de volgende basisgegevens gebruikt:

1. Militaire topografische kaart 1850
2. Hydrologische karakterisering van de bodemtypen
3. Verschillen in stijghoogte
4. Op basis van geomorfologische gradiënten.

In de kaart worden verschillende soorten kwel onderscheiden: regionale kwel, boven-lokale kwel, afwisselend lokale kwel en infiltratie, kwel naar secundaire/tertiaire ontwateringsmiddelen en kwel naar primaire ontwateringsmiddelen.

De Referentie Kwelkansenkaart kan een rol spelen bij de toetsing van de vraag “ligt deze functie op de goede plek in het watersysteem” (bijvoorbeeld wanneer bij de uitwerking door de waterschappen een natuurdoeltype onhaalbaar lijkt).

Betekenis van Waterbergingskansenkaart voor GGOR

In de GGOR-berekeningen in de reconstructieplannen (de MER-reconstructie) en vervolgens ten behoeve van de provinciale kaders voor het GGOR, wordt uitgegaan van de actuele grondwatersituatie. In het begin van het GGOR-proces is de referentiesituatie (GHG, GLG en kwelkansen) gebruikt als het Optimale Grond- en Oppervlaktewater Regime (OGOR, het wensbeeld). Later is voor het OGOR aangesloten bij de systematiek van hydrologische randvoorwaarden bij de natuurdoeltypenkaart zoals ontwikkeld voor Waternood (STOWA). Omdat de Waterbergingskansenkaart niet direct uitspraken doet over de actuele situatie, speelt zij geen rol in deze fase van het GGOR-proces.

De Waterbergingskansenkaart kan op een aantal punten waar het kwelpotentialen betreft verschillen van de Referentie Kwelkansenkaart. Deze verschillen vinden hun oorsprong in een fundamenteel andere benadering en interpretatie van het landschap die zijn oorsprong vindt in het gebruik van nieuwe inzichten in het functioneren van landschapsecohydrologische systemen die mede een gevolg zijn van het gebruik van oa. het nieuwe AHN (zie het Basisrapport). Sommige onderscheiden vormen en processen zijn zelfs nieuw voor de wetenschap en over deze interpretatie vindt nog discussie plaats. Vanuit deze context is het interessant om bij de vraag: ‘ligt deze functie wel op de goede plek in het (regionaal) watersysteem’ bij toetsing ook de inzichten die voortkomen uit deze nieuwe benadering van de landschapsecohydrologie te betrekken.

8 Nawoord

De Waterbergingskansenkaart voor de Provincie Noord-Brabant is de eerste provinciebrede landschapsecologisch systeemkaart die ooit is vervaardigd.

De kaart biedt niet alleen een overzicht over de landschapsvormen die deze grote en gevarieerde provincie rijk is, maar geeft ook een toetsbare verklaring voor hun ontstaan en functioneren. Vele van deze vormen zijn zelfs nieuw voor de wetenschap. De analyse van deze landschapsvormen heeft ook geleid tot een beschouwing over de wordingsgeschiedenis en het landschapsecologisch systeem van de Provincie Noord-Brabant als geheel.

De kaart is niet het laatste woord. Vooruitgang in kennis en kunde is uitsluitend te bereiken door op basis van alle beschikbare kennis - hypothesen te formuleren en deze vervolgens te toetsen. Zo ook met de kaart: de hier geponeerde landschapsvormen, hun interpretaties en hun functioneren staan allemaal open voor discussie. Een herziene mening, op basis van feiten en in een geregelde discussie geeft verder inzicht om het landschap beter te begrijpen en leefbaar te maken voor mens, plant en dier.

Bij het opstellen van het Landschapsecohydrologisch structuurbeeld en de Waterbergingskansenkaart zijn de auteurs van DLG en RUG ondersteund door een werkgroep bestaande uit Mw. AL. Visser-Grijp, E. J. Oosterbeek, A. W. M. Mol, M. C. Visser en Y. Graafsma van de Provincie Noord-Brabant; A. Vrieling (Waterschap Aa en Maas); H. Smeets (Waterschap Alm en Biesbosch); Mw. S. Krook (Brabantse Milieu Federatie); P. van Dijk (Waterschap Brabantse Delta); J. de Hoog, Mw. A. van der Looy en C. Ceelaert (Waterschap De Dommel); J. Hendriks (Staatsbosbeheer) F. van Erve (Stichting Brabants Landschap); K. Laarhoven (Natuurmonumenten)

Buiten deze groep hebben verschillende personen geholpen om de gedachten van de auteurs te toetsen en verder aan te scherpen. Hun bereidheid om zich over het materiaal te buigen en dat te helpen begrijpen was bijzonder en vruchtbaar. Een en ander wil niet zeggen dat de meningen altijd gedeeld worden. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van deze kaart en rapportages ligt volledig bij beide auteurs.

Bedankt worden de heer W. Leenders (Udenhout), bodemkundige (Stiboka/Alterra) en groot en enthousiast kenner van de ondergrond van de Provincie Noord-Brabant. De heren P. Kiden en A. Menkovic beiden geoloog bij NITG-TNO (Utrecht) en Prof. Dr. J. Vandenberghe (Vrije Universiteit Amsterdam) die zeer veel inzicht hebben verschaft in de vorming van de ondergrond van de Provincie Brabant. Verder zijn vruchtbare gesprekken gevoerd met P. van de Munckhoff (Oranjewoud - Oosterhout) en met Mw. H. van den Ancker en Prof. Dr. P. Jungerius van Bureau Geomorfologie en Landschap en van Platform Aardkundige Waarden (Ede), en Dr. J van Mourik (IBED - Universiteit van Amsterdam).

9 Begrippenlijst

- ❖ **Bevloeiing:** water, afkomstig van eigen gebied of van elders, wordt over landbouwgronden van de ene waterloop (beek) naar de andere (laak) geleid. Als hiervoor infiltratiegebieden worden gekozen draagt deze methode bij aan het verhogen van de grondwaterstand.
- ❖ **Inundatie:** het onder water komen van land met gebiedseigen water. Hiervan zal de waterkwaliteit over het algemeen redelijk tot goed kunnen zijn en zonder slib.
- ❖ **Kwel:** grondwater, dat toestroomt uit naastgelegen of hoger gelegen gebieden en door opwaartse druk in het oppervlaktewater terechtkomt of in de bodem opstijgt tot in de wortelzone of in het maaiveld
- ❖ **Natuurpotenties:** de in het gebied aanwezige mogelijkheden voor het ontwikkelen van natuurwaarden. Op zich een neutraal begrip, maar vaak gebruikt in die situaties waarin meer waardevolle, want zeldzamer, vegetatietypen kunnen gaan voorkomen.
- ❖ **Overstroming:** het onder water komen van land met gebiedsvreemd water. Hiervan zal de waterkwaliteit over het algemeen slecht zijn, en zal slib worden meegevoerd.
- ❖ **Retentie:** gebiedseigen water wordt hier in natuurlijke laagten langdurig vastgehouden. Er is dus water aan het oppervlak zichtbaar en afvoer vindt plaats via natuurlijke weg (infiltratie, verdamping) en niet zozeer via doorstroming.
- ❖ **Vasthouden:** eigen water vasthouden door inundatie of stagnatie. Water wordt dus vastgehouden in de bodem en is hooguit zichtbaar in verhoogde slootpeilen.
- ❖ **Veerkracht:** het vermogen van (delen van) land- en watersystemen om zodanig te reageren op tijdelijke veranderende omstandigheden of verstoringen dat essentiële kenmerken en functies behouden blijven of zichzelf herstellen
- ❖ **Verdroging:** verschijnsel dat optreedt als door menselijk ingrijpen de kwel afneemt, de grondwaterstand daalt of de oppervlaktewaterkwaliteit verslechtert door het inlaten van gebiedsvreemd water
- ❖ **Vernatting:** het door natuurlijke oorzaken of menselijk toedoen stijgen of minder ver uitzakken van de grondwaterstanden en/of oppervlaktewaterpeilen
- ❖ **Water berging:** het tijdelijk opslaan van wateroverschotten afkomstig van hevige neerslag of hoge rivierafvoeren in bodem (grondwater), oppervlaktewateren of boven het maaiveld (in retentiebekkens of calamiteitenpolders) ter voorkoming van wateroverlast elders. Water wordt dus na verloop van enige tijd weer afgevoerd en er is dus sprake van doorstroming.
- ❖ **Waterbeheer:** synoniem voor het begrip waterhuishouding, waarbij de overheidszorg zich richt op het feitelijk beheer (fysieke maatregelen), het juridisch beheer (vergunningen en dergelijke) en de daaraan voorafgaande planvorming
- ❖ **Waterbeleid:** het geheel van plannen, onderzoeken en bestuurlijke maatregelen in samenhang met andere beleidsterreinen dat dient om te komen tot het beoogde waterbeheer in al haar facetten
- ❖ **Waterconservering:** het voorkomen dat water uit een gebied weg vloeit, maar juist in de ondergrond of in opvang- en retentiebekkens in het gebied aanwezig blijft.

10 Voetnoten en literatuur

1. ⁱ Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2000. Anders omgaan met water. Waterbeleid in de 21^e eeuw. Min. V &W, Den Haag
- ⁱⁱ Raad voor het Landelijk Gebied. 2001. Bergen met Beleid. Signaaladvies over de implementatie van waterberging en waterbuffering in beleid en uitvoeringsplannen. RLG-publicatie 01/4. 48 pp.
2. ⁱⁱⁱ Baaijens, G.J., Everts, F.H. en Grootjans, A.P. 2001. Traditionele bevoeiing van grasland. Een studie naar vroegere bevoeiing van reservaten in Pleistoceen Nederland, alsmede enkele boezemlanden. EC LNV (OBN rapport 18) (30 p.p. + Bijlagen).
3. ^{iv} Zie o.a. Sival, F.P., Jansen, P.C., Nijhof, B.S.J. en Heidema, A.H. 2001. Overstroming en vegetatie. Literatuurstudie over de effecten van overstroming op voedselrijkdom en zuurgraad. Alterra-project: 362-11012. Rapport 335, 66 p.p. +bijlagen). Zie verder Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.
4. ^v Provinciale Staten Noord-Brabant. 2002. 'Brabant in Balans': Streekplan en Ontwikkelingsprogramma Noord-Brabant 2002.; Provincie Noord-Brabant 2002. Streefbeelden voor Beek- en Kreekherstel in Noord-Brabant. Provincie Noord-Brabant en Waterschappen Noord-Brabant. 92 p.p. + Bijlagen.; Provincie Noord-Brabant, 2001. Natuurgebiedsplannen. (CD); Provincie Noord-Brabant, 2002, Habitatrictlijngebieden en beschermde soorten (CD).
5. ^{vi} Provincie Noord-Brabant, 2001. Natuurgebiedsplannen. (CD).
6. ^{vii} Een eerste aanzet in Van der Molen PC (2002) Ecologische aspecten van overstroming en inundatie. Literatuuronderzoek naar de gevolgen van overstroming en inundatie voor de Brabantse natuurdoeltypen. Rapport Dienst Landelijk Gebied Noord-Brabant.
- ^{viii} Zie verder Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.
7. ^{ix} Zie o.a. Runhaar, J., Boogaard, H.L., van Delft, S.P.J. en Weghorst, S. 1999. Natuurgericht Landevaluatiesysteem (NATLES) Alterra-rapport 704. 105 p.p. en Projectgroep Waterlood De Leijen: Finke, P.A., Zeeman, W.P.C., Schouten, G., Runhaar, J., Van der Molen, P.C., Van der Meer, W. De Gruijter, J.J., Bierkens, M.F.P. en Van Bakel, P.J.T. 2001. Beter werken met "Waterlood". Een proeftoepassing in het herinrichtingsgebied De Leijen. Alterra-rapport 26799 p.p. + Bijlagen.
8. ^x Zie o.a. Bijkerk W & R Hunink-van Leeuwen (2002) Effecten van waterberging op de ontwikkeling van natuurwaarden. Rapport Oranjewoud.; Kemmers RH, FP Sival & PC Jansen (2003) Effecten van bevoeiing op de basentoestand en nutriëntenbeschikbaarheid van natte schraalgraslanden op klei-, zand-, en veengronden. Veldwaarnemingen en laboratoriumexperimenten. Alterra-rapport 534, Wageningen.; Kemmers RH, SPJ van Delft, FP Sival & PC Jansen (2003) Effecten van bevoeiing op de basen- en voedingstoestand van verzuurde en verdroogde beekdalgraslanden; mogelijkheden van bevoeiing als effectgerichte maatregel. Alterra-rapport 748, Wageningen; Sival FP, PC Jansen, BSJ Nijhof & AH Heidema (2002) Overstroming en vegetatie: literatuurstudie over de effecten van overstroming op voedselrijkdom en zuurgraad. Alterra-rapport 335, Wageningen.; Zie verder Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.
9. ^{xi} Zie o.a. Streefkerk, J.G. 2001. Kansen en randvoorwaarden voor waterberging in terreinen van Staatsbosbeheer. Staatsbosbeheer 65 p.p. + Bijlagen.; Van der Gaast, J.W.J., Massop, H.Th.L., Van Os, J., Stuyt, L.C.P.M.P., van Bakel, P.J.T. en Kwakernaak, C. 2002b. Waterkansen in het SGR-2. Potenties voor realisatie van de wateropgaven in relatie tot de Netto-EHS. Alterra document 558.1.; Van der Gaast, J.W.J., van Bakel, P.J.T. en Massop, H.Th.L. 2002a. Waterkansen in het SGR-2. Evaluatie van de wateropgaven in relatie tot de Netto-EHS. Alterra document 558. ISSN 1566-7197.; Van Bakel, P.J.T. Van Walsum, P.E.V., Groenendijk, M. en Querner, E.P. in prep.

Waterberging en verdrogingsbestrijding. Alterra. Zie verder Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

10.^{xii} STOA, 2003. Waterberging op landbouwgronden. Effecten op plant- en dierziekten, onkruiden en contaminanten. STOA-rapport 19, 76 pp.; Massop, H.Th., Jansen, P.C. en Kwakernaak, C. 2003. Natuur en waterberging: indicaties van overlappend ruimtegebruik. Alterra-rapport 766. 46 p.p. + Bijlagen.; Sival, F.P., Chardon, W.J. en Van der Werff, M.M. 2004. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat: evaluatie van verschrappingsmaatregelen. Alterra-rapport 951. 86 p.p. + Bijlagen.

11.^{xiii} Zie voor een overzicht Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

12.^{xiv} Kouwe, J.J. en Vrijhof, B. 1958. De landbouw-waterhuishouding in de Provincie Noord-Brabant. COLN-rapport 11 TNO. 236 p.p. + Bijlagen. (zie voor verdere literatuur ook Mol, A.W.M. 1986. Overzicht van hydrobiologische literatuur in Noord-Brabant. RIN 86-4 356 pp.)

13.^{xv} Zie voor een overzicht Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

^{xvi} Zie voor een overzicht Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

^{xvii} Zie voor een overzicht Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

14.^{xviii} Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J & A.H.F. Stortelder. 2001. SynBioSys, een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.11 Alterra, Wageningen; Zie verder Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

15.^{xix} Wolters Noordhoff, 1990. Militair Topografische Kaart - Deel 4: Zuid Nederland. (ca. 127 p.p.); Robas, 1991. Historische Atlas Noord Brabant. Chromotopografische Kaart des Rijks 1:25.000 (uitgave tussen ca. 1904 en 1921).

16.^{xx} Zie voor een overzicht Landschapsecydrologisch Structuurbeeld Noord-Brabant - Basisrapport.

17.^{xxi} Het AHN is vervaardigd door Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat. Voor meer informatie bestaat het Loket Geo-gegevens van de Meetkundige Dienst, over aan te kopen of geleverde hoogteproducten. Loket Geo-gegevens; Postbus 5023; 2600 GA Delft; tel 015 - 2691444; fax 015 - 2618962; g.e.o.gegevens@mdi.rws.minvenw.nl of op www.minvenw.nl/ahn

18.^{xxii} Zie de bijdragen van H. Esselink in het Preadvies Hoogvenen en het Preadvies Fauna.

19.^{xxiii} TNO-NITG (2000). Watersystemen in beeld, een beschrijving en kaarten van de grond- e oppervlaktewatersystemen van Noord-Brabant. TNO-NITG, Delft, november 2000, rapportnummer NITG 00-10-A. TNO-NITG (2002). Waterdoelen Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime, ontwikkeling modelinstrumentarium en verkennende berekeningen van knelpunten, maatregelen en globale oplossingsrichtingen. TNO-NITG, Delft, juni 2002, rapportnummer NITG 01-209-B. RIZA en TNO-NITG (2000). Gewenste grondwatersituatie Noord-Brabant, de sectorale wensbeelden. RIZA en TNO-NITG, Lelystad, augustus 2000, ISBN 9036953359. RIZA, CML en TNO-NITG (1997). Gewenste grondwatersituatie Noord-Brabant, deelrapport 1, methode-ontwikkeling voor het bepalen van de optimale grondwatersituatie voor de sector natuur. RIZA, CML en TNO-NITG, Lelystad, september 1997, RIZA rapportnummer 98.027, ISBN 9036951763