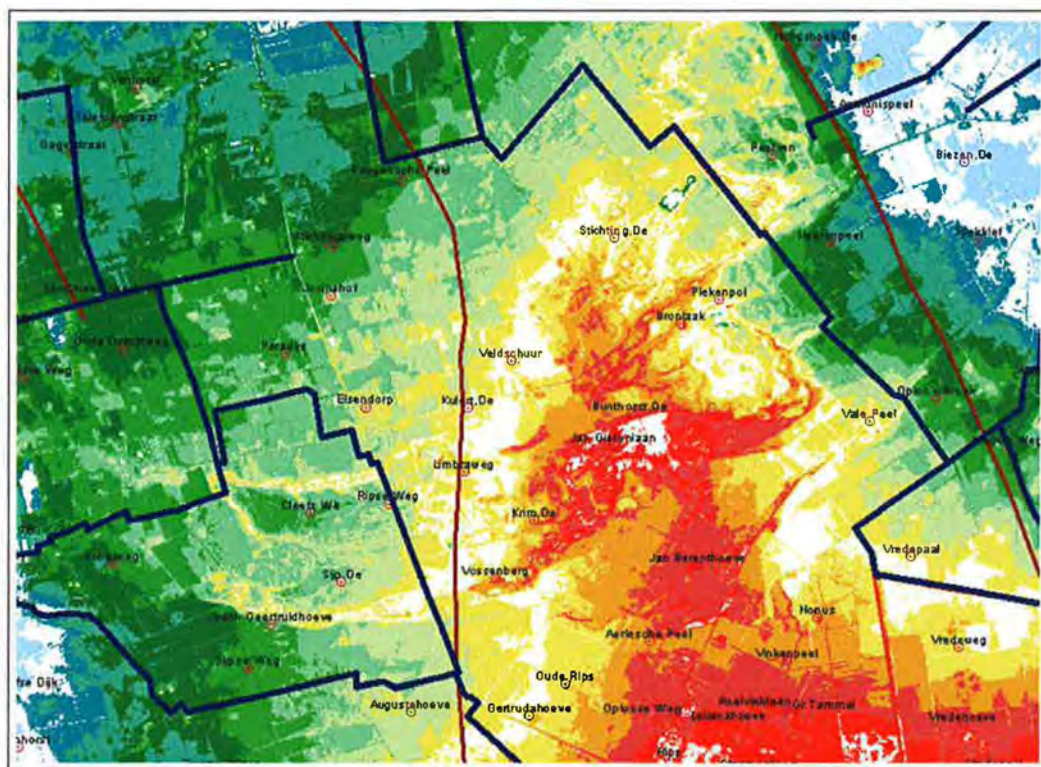


Landschapsecohydrologische Structuurkaart Noord-Brabant

Deel I: Toelichting bij de kaart



Provincie Noord-Brabant

2004

dienst landelijk gebied
voor ontwikkeling en beheer



RuG

Rijksuniversiteit Groningen

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



Provincie Noord-Brabant

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



dienst landelijk gebied

voor ontwikkeling en beheer

Auteurs:

Drs. G.J. Baaijens



Rijksuniversiteit Groningen

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	Inleiding.....	2
3	Waterberging en natuur	3
3.1	Aanleiding.....	3
3.2	Opdracht, uitgangspunten en producten.....	5
4	Opzet Landschapsecohydrologische Structuurkaart	8
4.1	De lagenbenadering toegepast.....	8
4.2	Het opstellen van de kaart	9
4.3	Landschapsvormen	10
4.4	De Landschapsecohydrologische Structuurkaart	14
4.5	De indeling van de kaart	15
4.6	Benadering LES-kaart en modelbenadering	15
5	Toepassing Landschapsecohydrologische Structuurkaart	17
5.1	Waterbeheersing	17
5.2	Beekdalen: kwel en berging	17
5.3	Kwelpotenties	23
5.4	Water retentie en Water vasthouden	28
5.5	Toepassingsbereik	32
6	Nawoord.....	37
7	BIJLAGE: Begrippenlijst	38

1 Ten geleide

De zoek- en reserveringsgebieden voor waterberging in de Provincie Noord-Brabant zijn opgenomen in het Integraal Hydrologisch Streefbeeld, dat door de Brabantse Waterschappen gezamenlijk is opgesteld. De Landschapsecohydrologische Structuurkaart biedt een provinciedekkend structuurbeeld van de landschappelijke en ecohydrologische relaties. De LES-kaart geeft een interpretatie van dit structuurbeeld gericht op het identificeren van kansrijke gebieden voor het bergen-, retentie- en vasthouden van water ter voorkoming van regionale wateroverlast, en voor natuurpotenties en ondersteunt op deze wijze de waterschappen bij het nader concretiseren hiervan. De kaart maakt geen keuzen daarin, maar ondersteunt het afwegingsproces.

De LES-kaart is een studie op hoofdlijnen en beperkt zich tot de schaal 1:50.000. 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.

Voor het maken van de Landschapsecohydrologische Structuurkaart-kaart is zeer veel gebruikt gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) voor beschrijving van landschapsvormen en de interpretatie van hun functioneren. Daarnaast 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: de Landschapsecohydrologische Structuurkaart. In de kaart zijn verschillende legenda-eenheden opgenomen:

1. WATER VASTHOUDEN - in inzijsgebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.
2. KWELPOTENTIES - locaties voor kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge natuurwaarden.
3. WATER BERGING - tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
4. WATER RETENTIE - langdurige inundatie van natuurlijke laagten met niet stromend gebiedseigen water tot op het maaiveld. Functie deels vergelijkbaar met KWELPOTENTIES.

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.

Met betrekking tot de LES-kaart kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De LES-kaart is niet verkregen door gecompliceerde modelberekeningen maar eenvoudig toetsbare principes.
2. Landschapsvorm en functie direct afgeleid van eenvoudige toegankelijke bronnen: AHN, luchtfoto's, historische kaarten, vegetatiegegevens en bodemkaarten.
3. De LES-kaart is onafhankelijk van schaal: kan op elke gewenste detaillering worden uitgevoerd.
4. De LES-kaart is onafhankelijk van een meetnet.
5. De LES-kaart komt met een gereedschapskist zodat iedereen er zelf mee aan de slag kan op elke locatie, op elke schaal, op elk moment.

Dit rapport geeft een inleiding op de kaart en de wijze waarop men de kaart moet lezen en gebruiken. Het tweede rapport beschrijft de landschapsecologische opbouw van Brabant en tevens worden daar ook de verschillende landschapsvormen in beschreven die in de provincie zijn aangetroffen. Hiermee kan de gebruiker zelf naar het Brabantse landschap gaan kijken en toetsbare veronderstellingen genereren over de opbouw en het functioneren van het landschap. Er zit een kleine mate van overlap tussen beide rapporten. In het tweede rapport zijn ook alle literatuurreferenties volledig opgenomen.

2 Inleiding

In het kader van het Regeringsbeleid "*Anders omgaan met Water*" (verder WB-21) moeten gebieden worden aangewezen voor regionale waterberging. Dit is ook opgenomen in het *Nationaal Bestuursakkoord Water*. Tevens is waterberging van belang voor de *Revitalisering van het Landelijk Gebied* en binnen de Provincie Noord-Brabant is WB-21 daarin ook meegenomen.

Naast waterberging (= meestromende berging/ bevoeiing met stromend water), spelen uiteraard ook andere aspecten als natuurpotenties (= kwelkansen en contactzones); waterconservering (= vasthouden in de haarvaten); retentie (= gestuurde berging, stilstaand water). Onduidelijk is echter welke kwalitatieve criteria er zijn, om te bepalen wat een gebied geschikt of minder geschikt maakt voor welk van deze vier doelen. Daartoe zou middels een integrale aanpak, vastgesteld moeten kunnen worden welke gebieden vanuit het landschap gezien de hoogste potentie zou hebben voor welk doel.

In het kader van een aantal landinrichtingsprojecten zijn in dit opzicht goede resultaten behaald door een methodiek die is ontwikkeld door een samenwerking tussen Drs. G.J. Baaijens van de Rijksuniversiteit Groningen en de Dienst Landelijk Gebied. Deze methodiek beoogt een geïntegreerd beeld op te stellen van het functioneren van het landschap: de landschapsecohydrologische structuur. Uit een voorstudie in het waterschapsgebied van de Dommel is gebleken dat deze methodiek de besluitvorming rond waterberging verheldert. Een dergelijk provinciedekkend structuurbeeld was tot op heden echter niet beschikbaar.

Dit project voorziet in het opstellen van een Landschapsecohydrologische Structuurkaart van de gehele provincie Noord-Brabant, met het oog op de besluitvorming rond waterberging in het landelijk gebied.

3 Waterberging en natuur

3.1 Aanleiding

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*¹. 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 zo²:

(...) 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 elimineren³. 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":

¹ Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000. Anders omgaan met water. Waterbeleid in de 21^e eeuw. Min. V &W, Den Haag

² 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.p.

³ 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).

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 voedingsstoffen⁴. 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 meer past bij de beoogde natuurdoeltypen. Het water is 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: i.p.v. geregleerde doorstroom t.b.v. bevoeiingen, was er sprake van een geregleerde 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 t.b.v. 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 gebied⁵.

De Provincie Noord-Brabant heeft de gehele begrensde Ecologische Hoofdstructuur ingevuld middels natuurdoeltypen⁶. Natuurdoeltypen zijn beelden over de gewenste en verwachte vegetatie op een bepaalde plaats. Voor deze typen zijn nu abiotische randvoorwaarden geformuleerd, echter niet m.b.t. overstroming en/of inundatie⁷. Dit is wel gedaan voor het rivierenstelsel⁸. 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 landbouwwensen⁹.

Momenteel worden veel creatieve richtingen verkend om de ontstane gecompliceerde problematiek van tekorten enerzijds en (piek)overschotten anderzijds te lijf te gaan¹⁰. Daarbij wordt bijvoorbeeld

⁴ 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 Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

⁵ 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, Habitatrichtlijngebieden en beschermde soorten (CD).

⁶ Provincie Noord-Brabant, 2001. Natuurgebiedsplannen. (CD).

⁷ 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.

⁸ Zie verder Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

⁹ 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 Waternood 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 "Waternood". Een proeftoepassing in het herinrichtingsgebied De Leijen. Alterra-rapport 26799 p.p. + Bijlagen.

¹⁰ 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 voedingsstoestand 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 Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

gekeken naar de mogelijkheden water vast te houden in de inrijgebieden¹¹. Ook wordt in toenemende mate gekeken of ruimtegebruik (zoals van oudsher...) gecombineerd kan worden. 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 discussies¹².

Toch moeten, in het kader van de trajecten Waterbeheer in de 21^e eeuw, in de Provincie Noord-Brabant concrete locaties aangewezen worden voor regionale waterberging. Met oog op de klimaatsverandering dient in beeld te worden gebracht welke maatregelen noodzakelijk zijn ter voorkoming van – in dit kader – regionale wateroverlast. Dit is tevens van groot belang voor de Revitalisering Landelijk Gebied. Daarbij doen zich de volgende problemen voor:

- Onduidelijk is welke locaties de beste kansen bieden voor waterberging, retentie, water vasthouden en natuur en welke bijdrage dit kan leveren aan het voorkómen van wateroverlast;
- Onduidelijk is in hoeverre waterberging, retentie, en water vasthouden te combineren is met natuur- en landbouwdoelstellingen;
- De criteria om tot een zorgvuldige afweging of onderbouwing te komen rond waterberging, retentie, en water vasthouden ontbreekt; daarmee gaat de discussie veelal over standpunten en niet over feiten.

De Provinciale Commissie Landelijk Gebied (PCLG) heeft de provincie geadviseerd om ten behoeve van deze trajecten een kaart met de landschapsecologische structuur te maken. De provincie heeft aan de Dienst Landelijk Gebied gevraagd om hiervoor een projectvoorstel te maken, welke is uitgevoerd door Drs. G.J. Baaijens van de Rijksuniversiteit Groningen en Dr. P. van der Molen van de Dienst Landelijk Gebied.

3.2 Opdracht, uitgangspunten en producten

De voor dit project geformuleerde probleemstelling luidt:

Hoe kun je, beredeneerd vanuit het bodem- en watersysteem, tot een zorgvuldige afweging komen wat geschikte en minder geschikte locaties zijn voor waterberging (= meestromende berging/ bevoeiing met stromend water); waterconservering (= vasthouden in de haarvaten); retentie (= gestuurde berging, stilstaand water) en natuurpotenties (= kwelkansen en contactzones).

Vanuit deze probleemstelling ontstond de vraag naar:

1. Een provinciedekkend structuurbeeld van de landschappelijke en ecohydrologische relaties;
2. Een interpretatie van dit structuurbeeld gericht op het identificeren van kansrijke gebieden voor het bergen-, retentie- en vasthouden van water ter voorkoming van regionale wateroverlast, en voor natuurpotenties.

Landschapsecologische gaat van 'groot' naar 'klein', oftewel van **macroniveau** (Provinciaal niveau: schaal ca. 1:200.000), inzoomen naar **mesoniveau** (stroomgebiedsniveau, schaal ca. 1:50.000). Concreet zijn voor de vervaardiging gebruikt:

¹¹ 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 Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

¹² 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 vershralingsmaatregelen. Alterra-rapport 951. 86 p.p. + Bijlagen.

1. Kaarten van geomorfologie, AHN, bodemkaart (NEBO en 1:50.000 en waar beschikbaar per landinrichtingsproject tot op schaal 1:10.000)¹³.
2. (Historische) Verspreidingsgegevens van vegetaties en soorten. Deels via *SynBioSys*.¹⁴
3. Historisch kaartmateriaal zoals Militair Topografische Kaart (1850) en de Robas-kaart (ca. 1910).¹⁵
4. Huidige Landschapsecologische Systemanalyses en literatuur op watergebied (b.v. "*Watersystemen in Beeld*" van NITG-TNO).¹⁶
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.

De LES-kaart is een studie op hoofdlijnen en beperkt zich tot de schaal 1:50.000. Over vragen op een meer gedetailleerd niveau doet de kaart geen uitspraken. Dergelijke vragen vereisen nadere studies.

De LES-kaart maakt geen keuzen, maar ondersteunt het maken ervan door anderen. In de kaart worden feiten t.a.v. het landschapsecologische systeem en mogelijkheden t.a.v. waterberging aangedragen. Keuzen uit de voorgelegde mogelijkheden behoren niet tot het resultaat van dit project.

Het onderzoek heeft de volgende producten opgeleverd:

1. De CD bevat de Landschapsecohydrologische Structuurkaart gemaakt als **shape-file**, geschikt voor gebruik in een GIS-omgeving. Op de CD is de kaart beschikbaar binnen de **GIS-applicatie GeoView**. Hierin is opgenomen:
 - **Landschapsecologie:**
 - De **Landschapsecohydrologische Structuurkaart** op basis van de (schaal 1:50.000; mesoniveau). Op deze kaart staat aangegeven welke functie in potentie het best bij een gebied past, gelet op de wijze waarop het landschapsecologisch systeem werkt:
 - natuurpotenties (kwelkansen en contactzones)
 - potentie voor waterconservering (vasthouden in de haarvaten)
 - potentie voor waterberging (meestromende berging/ bevoeiing met stromend water)
 - potentie voor retentie (gestuurde berging, stilstaand water) (waterbeheersingstypen: kwelpotentie, vasthouden, retentie en berging).
 - De **Landschapsecohydrologische Hoofdstructurenkaart** van de gehele Provincie Noord-Brabant (op ca. 1:450.000; macroniveau).
 - **Basisgegevens**
 - Provinciegrens.
 - Topografische ondergrond.
 - Huidig landgebruik.
 - Huidige waterlopen.
 - Hoogtekaart.
 - **Beleid:**

¹³ Zie voor een overzicht Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

¹⁴ 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 Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

¹⁵ 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 Zie voor een overzicht Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

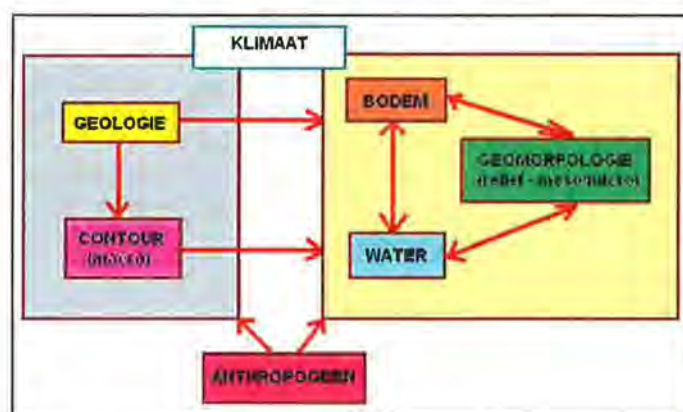
- Integraal Hydrologisch Streefbeeld (IHS)
 - Overige waterthema's.
 - Natuurthema's zoals AHS/GHS, Natuurgebiedplannen.
 - RNLE's
 - etc.
2. **Rapport - Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel I: De kaart.** Dit is een begeleidend rapport over achtergrond en gebruik van de Landschapsecohydrologische Structuurkaart.
 3. **Rapport - Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.** Dit is het achtergrondrapport en verantwoording over de landschapsecologische principes van de Landschapsecohydrologische Structuurkaart en de opbouw van de Provincie Noord-Brabant.

4 Opzet Landschapsecohydrologische Structuurkaart

4.1 De 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 periglaciaire 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 Landschapsecohydrologische factorencomplexen.

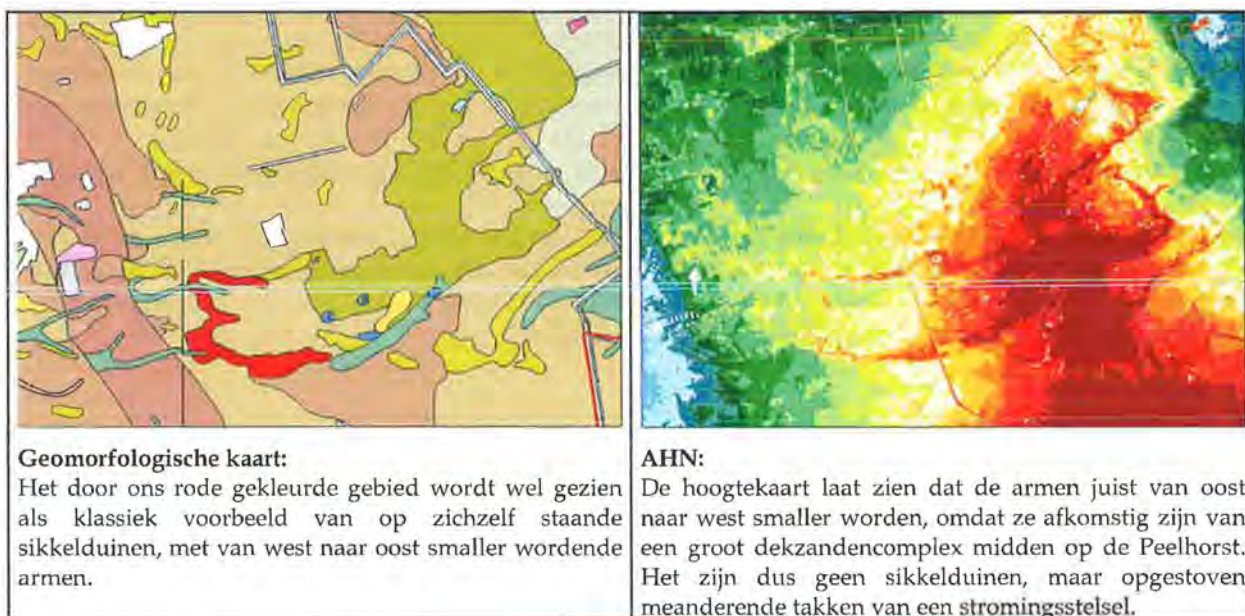
Er zijn geen provinciebrede landschapsecohydrologische rapporten beschikbaar. Weliswaar zijn brede hydrologische onderzoeken verricht, ook op Provinciaal niveau¹⁷. Deze zijn vooraf gegaan door de

¹⁷ Zie voor een overzicht Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

COLN-rapporten, die qua visie en inzet hun tijd ver vooruit waren¹⁸. Ook in de verschillende landinrichtingsprojecten is erg veel tijd en geld geïnvesteerd om de hydrologie, bodem, vegetatie en cultuur nauwkeurig te beschrijven¹⁹. 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 gebieden²⁰, nog nooit is een provinciale verkenning uitgevoerd.

4.2 Het opstellen van de kaart

Voor het opstellen van de kaart is zeer veel gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)²¹, 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 onderkent, (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. 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.



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

¹⁸ 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.)

¹⁹ Zie voor een overzicht Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

²⁰ Zie voor een overzicht Landschapsecohydrologische Structuurkaart Deel II: Landschapsecologie.

²¹ 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

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 b.v. de interpretaties toetsen door verwachtingen op te stellen t.a.v. de locatie van kwelindicerende plantensoorten, of door patronen van korrelgrootten en het voorkomen van leem of veentypen.

Bij het opstellen van de Landschapsecohydrologische Structuurkaart 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: de Landschapsecohydrologische Structuurkaart.

Bij het interpreteren van de landschapsvormen is teruggegaan 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. De 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.
- De effecten van verschillen in waterdichtheid op grond van ionsamenstelling.

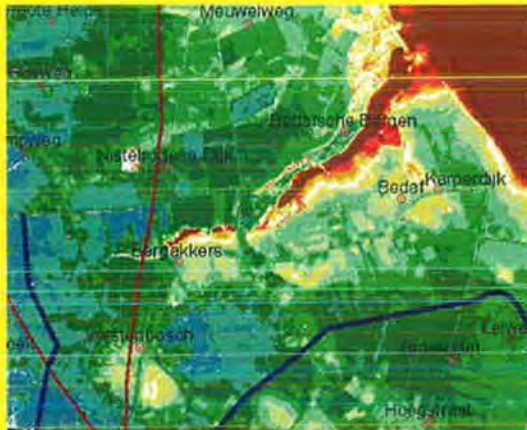
Bijvoorbeeld het eerste punt: nat zand stuift niet en droog zand wel, is van groot belang bij de genese van dekzandruggen. Lage natte delen stoven op en droge hoge delen stoven af. Hoe groter de watertoevoer in de natte opgestoven delen, des te beter het opgestoven zand nat gehouden kon worden, des te 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 landschapsecologische opbouw van Brabant en tevens worden daar ook de verschillende landschapsvormen in beschreven die in de provincie zijn aangetroffen.

4.3 Landschapsvormen

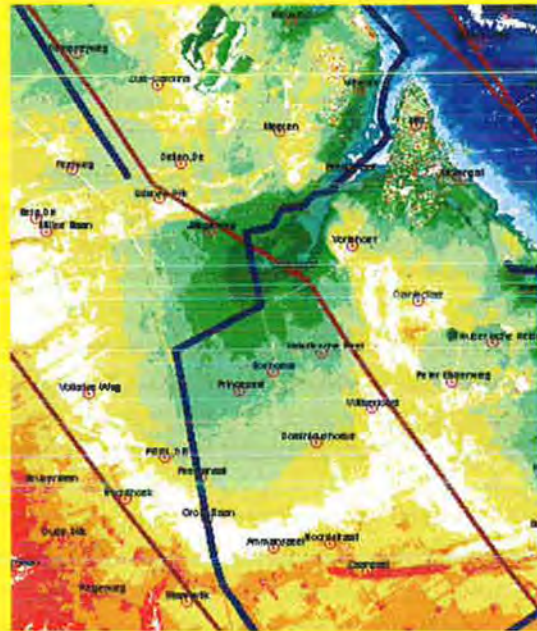
In het tweede achtergrondrapport over landschapsecologie worden de onderscheiden landschapsvormen stuk voor stuk behandeld. Het eenvoudigste geval is een meanderend stromingsstelsel, maar er zijn in totaal twaalf verschillende vormen beschreven, afkomstig uit de gehele Provincie Noord-Brabant. De korte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

Meanderende dekzandruggen



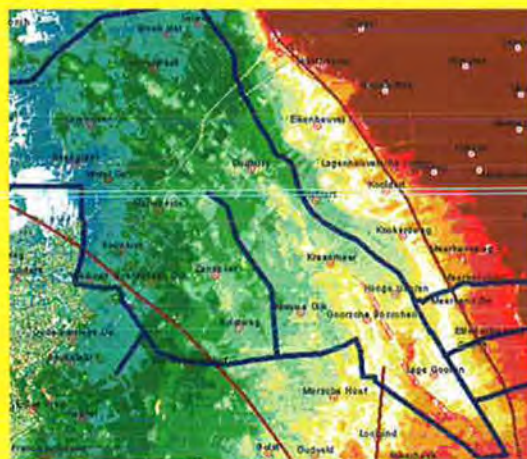
Kronkelende dekzandruggen die vaak van breed naar smal verlopen. Vaak meerdere kilometers lang.

Terugschrijdende erosie



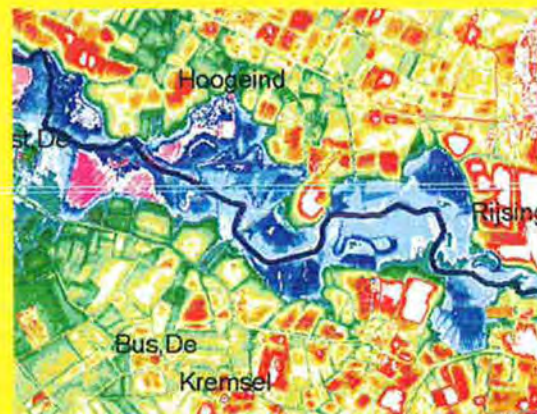
Ronde tot halfronde structuren zoals aan de Peelhorst. Grootte variërend <1 tot 8 km. Deze structuren hebben geen ringwal, maar een vloeiende overgang naar het omringende landschap.

Dekzandruggen op breuken



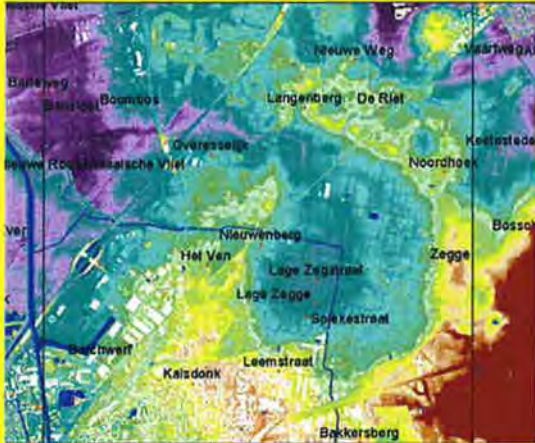
Lange dekzandruggen die een min of meer recht, of zwak gebogen verloop hebben. Deze ruggen zijn meerdere kilometers (< 10) lang

Beekdalen



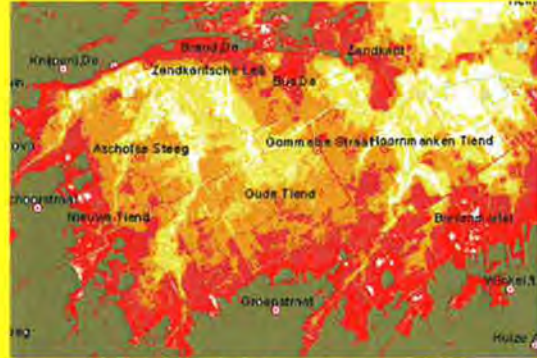
Lage delen tussen dekzandcomplexen in, met beken die veelal van dekzandkop naar dekzandkop springen. Vaak aangevuld met laken en stuwkolken vormen ze bevoeiingsstelsels voor het opzetten en aflaten van water

Kwelkraters



Ronde vormen in het landschap, variërend in grootte van <1 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 hervernatting hoog opgestoven.

Fossiele stelsels



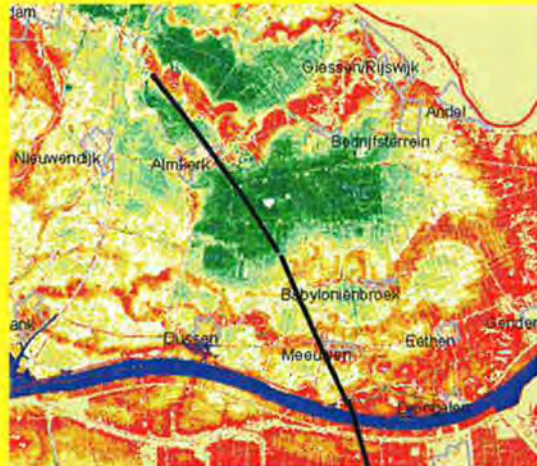
Fossiele beekstelsels die plotseling verdroogt zijn en in hun stervensfase bedekt zijn met een dun laagje klei. Hierdoor zijn ze later niet verstoven.

Kwelkoppen



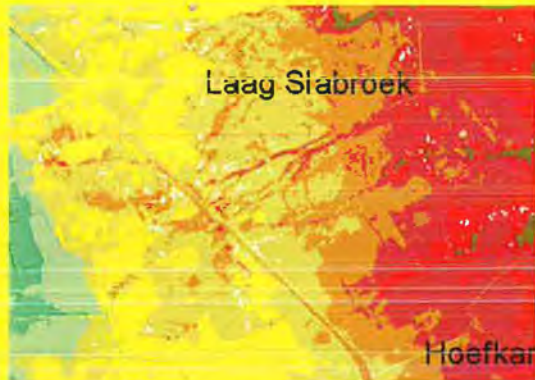
Kwelkoppen zijn tamelijk geïsoleerde hoog opgestoven punten in het landschap. De grootte kan variëren van enkele tientallen meters tot meerdere kilometers zoals bij Liempde. In beekdalen werden ze benut om kalkrijk kwelwater uit af te tappen. Soms gebeurde dat spontaan, zoals de Welberg bij Steenbergen.

Huidige riviersystemen



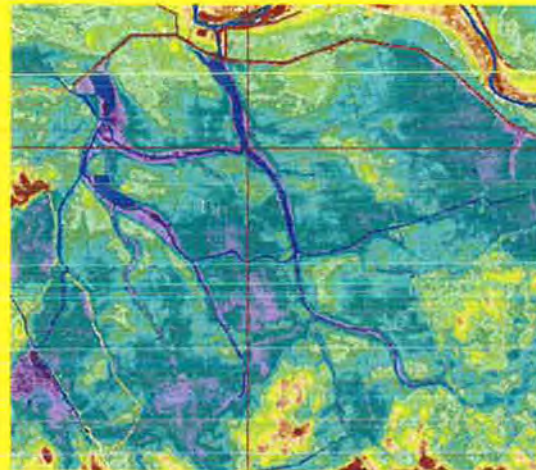
Stroomruggen en komgronden vormen de begeleiding van de fossiele en huidige riviersystemen. Met name in het westen van Brabant zijn het contactzones door de klei heen met de zandige ondergrond.

Deltavormen



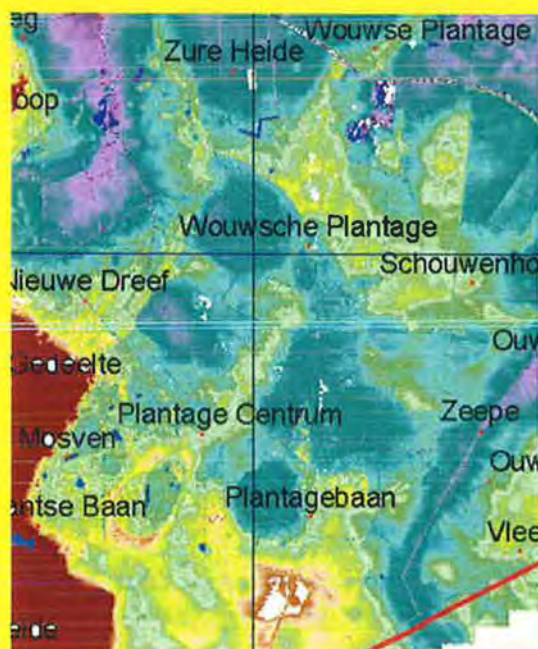
Op verschillende punten in Brabant, waar sterke contourverschillen aanwezig zijn, vinden we deltavormingen. Ze onderscheiden zich van meanderende dekzandruggen doordat het vaak waaiers zijn vanuit één punt.

De Zee



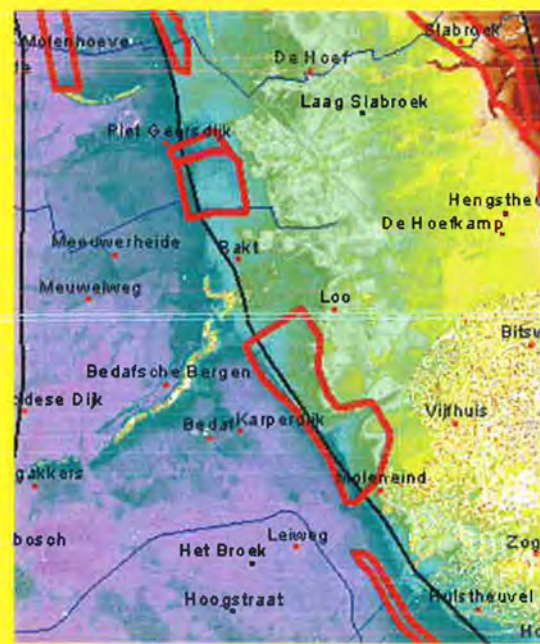
In het westen van Brabant zijn eb- en vloedscharen en fossiele kreeksystemen goed te zien. Het landschap kent daarnaast kleine zandopduikingen die als kwelkop door de kleilagen heen contact hebben met de zandige ondergrond.

Meerbodems



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

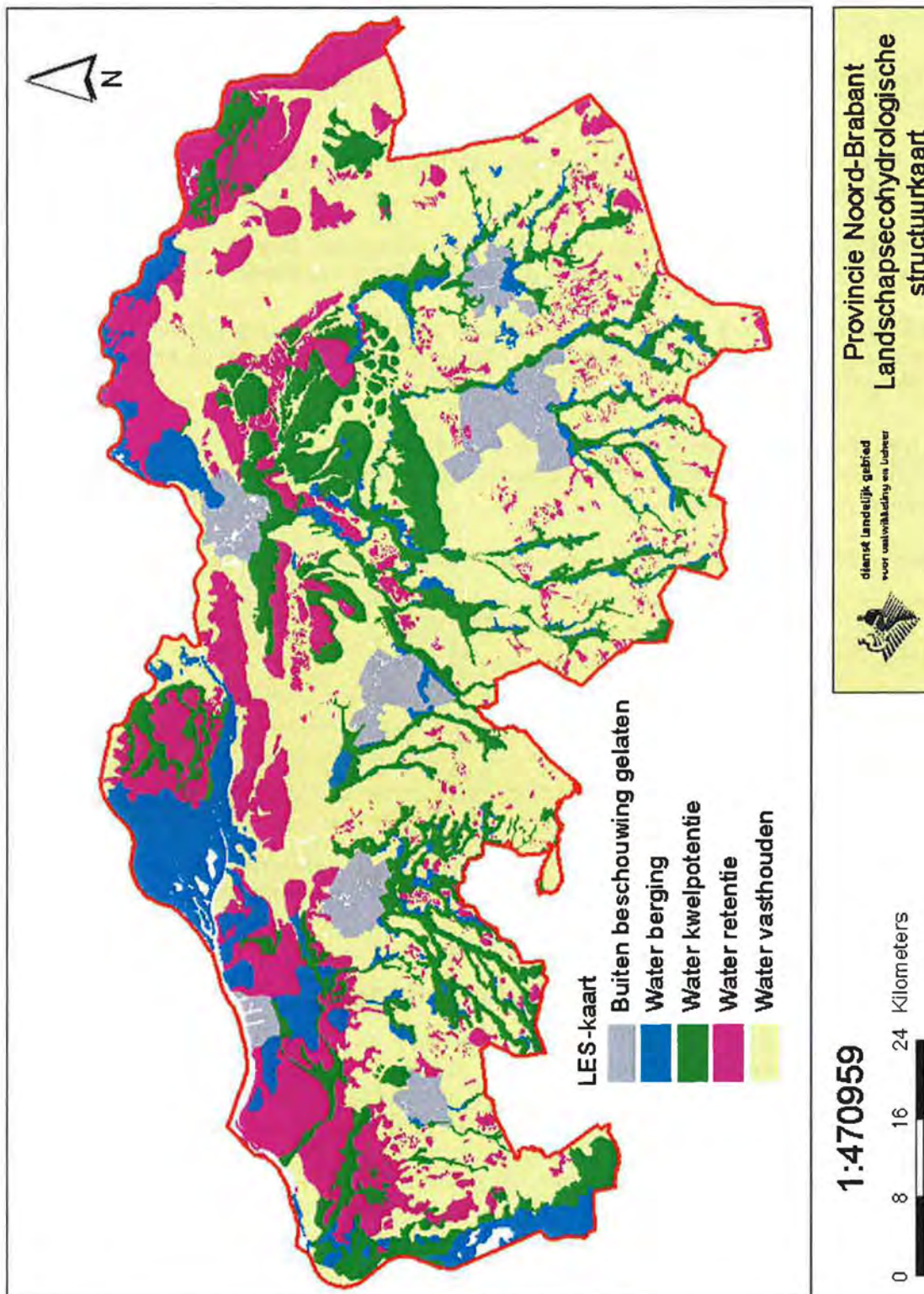
Wijstgronden



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

4.4 De Landschapsecohydrologische Structuurkaart

Hieronder is een afbeelding opgenomen van de Landschapsecohydrologische Structuurkaart op provinciale schaal.



Figuur 3 Landschapsecohydrologische Structuurkaart

4.5 De indeling van de kaart

In de kaart zijn, zoals hierboven in het producten overzicht al werd vermeld, verschillende legenda-eenheden opgenomen:

1. **WATER VASTHOUDEN** – in inzijsgebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.
2. **KWELPOTENTIES** – locaties voor kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge natuurwaarden.
3. **WATER BERGING** – tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
4. **WATER RETENTIE** – langdurige inundatie van natuurlijke laagten met niet stromend gebiedseigen water tot op het maaiveld. Functie deels vergelijkbaar met KWELPOTENTIES.

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.

Er is een vijfde type denkbaar, maar dit is niet in de legenda opgenomen:

5. **BEVLOEIING** – tijdelijke vertraging door bevoeien met stromend water. Water loopt (traag) over het land. Nuttig in wegzijgingsgebieden.

Naar aanleiding hiervan zijn de volgende oppervlakken van de verschillende eenheden berekend:

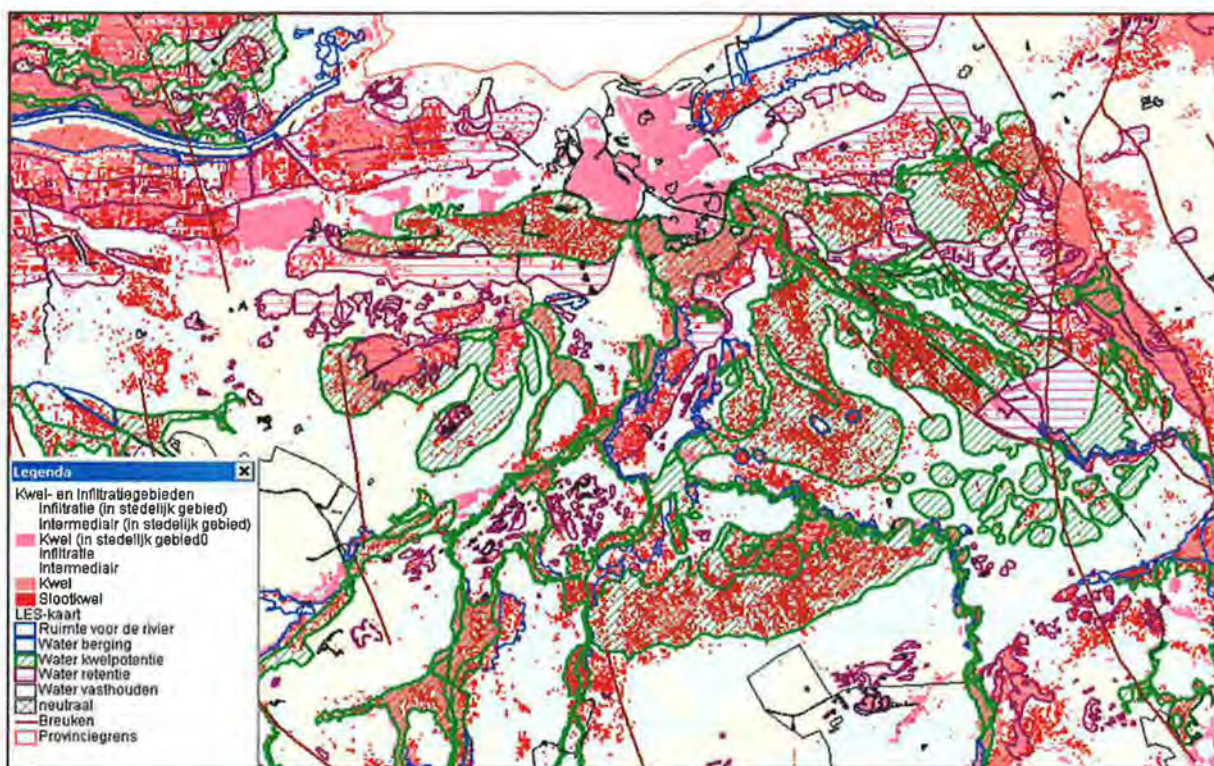
Type	hectare	% van oppervlak
Buiten beschouwing gelaten	4417	2%
Water berging	39176	9%
Water kwelpotentie	73270	16%
Water retentie	86663	18%
Water vasthouden	266578	55%
Totaal	497201	100%

Hierbij moet worden aangetekend dat in deze berekening geen rekening is gehouden met enig bebouwd of verhard oppervlak zoals rondom woningen, bedrijfsgebouwen, steden, industriegebied, infrastructuur, glastuinbouw, kwekerijen, etc.

4.6 Benadering LES-kaart en modelbenadering

De Landschapsecohydrologische Structuurkaart en de kaart met kwelpotenties van NITG-TNO²² blijken goede overeenkomsten te vertonen. Het laat zien dat via geheel verschillende wegen een vergelijkbaar resultaat is behaald, wat de uitkomsten van beiden versterkt. Het NITG-TNO heeft voor haar bepaling de grondwatertrappen van de Bodemkaart omgerekend naar GVG t.o.v. NAP. Daarna hebben ze het verschil bepaald tussen de stijghoogte van het Eerste Watervoerend Pakket (REGIS) en GVG. Dit geeft een indicatie van de ligging van de kwelgebieden. Tenslotte is m.b.v. een kaart van sloten en het AHN de "slootkwel" bepaald. De Landschapsecohydrologische Structuurkaart is op andere wijze bepaald, namelijk de landschapsvorm en functioneren is direct afgeleid van AHN en/of luchtfoto's en historische kaarten. Vegetatiegegevens en bodemtypen van de bodemkaarten zijn gebruikt ter validatie.

²² Stuurman, R., Van Beusekom, G. en Reckman, J. 2000. Watersystemen in Beeld. Een beschrijving van de grond en oppervlaktewatersystemen van Noord Brabant. Provincie Noord Brabant 67 p.p. + CD ROM



Figuur 4 Vergelijking tussen benadering via model (NITG-TNO – Watersystemen in Beeld) en de Landschapsecohydrologische Structuurkaart. Rood = kwel volgens NITG-TNO; Groene en paarse lijnen zijn kwel en retentie volgens LES-kaart.

Met betrekking tot de LES-kaart kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De LES-kaart is niet verkregen door gecompliceerde modelberekeningen maar eenvoudig toetsbare principes.
- Landschapsvorm en functie direct afgeleid van eenvoudige toegankelijke bronnen: AHN, luchtfoto's, historische kaarten, vegetatiegegevens en bodemkaarten.
- De LES-kaart is onafhankelijk van schaal: kan op elke gewenste detaillering worden uitgevoerd.
- De LES-kaart is onafhankelijk van een meetnet.
- De LES-kaart komt met een gereedschapskist zodat iedereen er zelf mee aan de slag kan op elke locatie, op elke schaal, op elk moment.

Daarnaast geeft de Landschapsecohydrologische Structuurkaart een samenhangend beeld van het watersysteem, waarbij aandacht is voor zowel diepe als oppervlakkige watersystemen, als geneste systemen. Zo kunnen ook alternatieve locaties voor waterberging en retentie in beeld worden gebracht.

De LES-kaart is op dit moment goed geschikt voor het ondersteunen van afwegingen op een wat grotere schaal. Voor nadere informatie op het niveau van natuurdoeltypen zal een detailstudie moeten worden verricht. De hier gehanteerde methodiek kan verder op detailniveau ingaan tot een schaal van ongeveer 1:10.000. Dat is 2,5x zo nauwkeurig als de huidige natuurdoeltypenkaart.

5 Toepassing Landschapsecohydrologische Structuurkaart

5.1 Waterbeheersing

Op de Landschapsecohydrologische Structuurkaart zijn vier waterbeheersingstypen aangegeven:

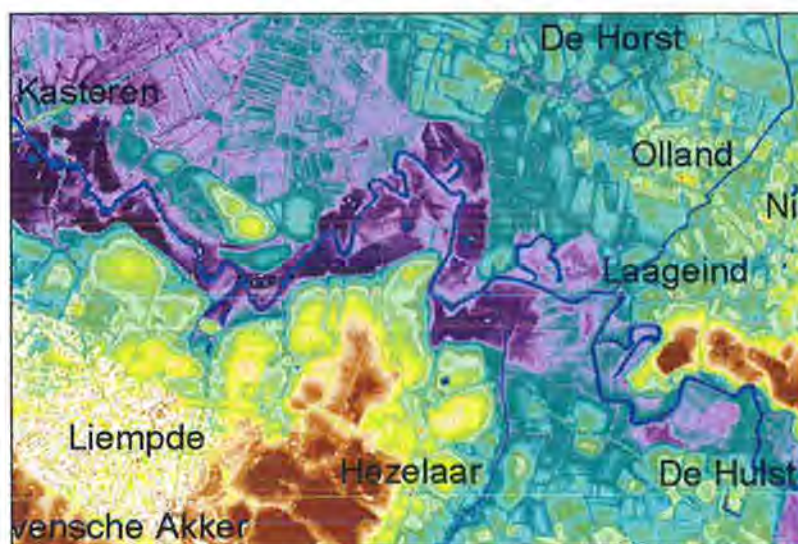
1. **WATER BERGING** – tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd stromend water. Water overstroomt gereserveerde gebieden.
2. **KWELPOTENTIES** – locaties voor kwelafhankelijke en veenvormende vegetaties met hoge natuurwaarden.
3. **WATER RETENTIE** – langdurige inundatie van natuurlijke laagten met niet stromend gebiedseigen water. Functie deels vergelijkbaar met KWELPOTENTIES.
4. **WATER VASTHOUDEN** – in inzijgebieden en haarvaten vasthouden van water in het bodemprofiel. Voorkomen dat het snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater systeem.

In dit hoofdstuk gaan we nader in op de praktische toepassing van deze begrippen.

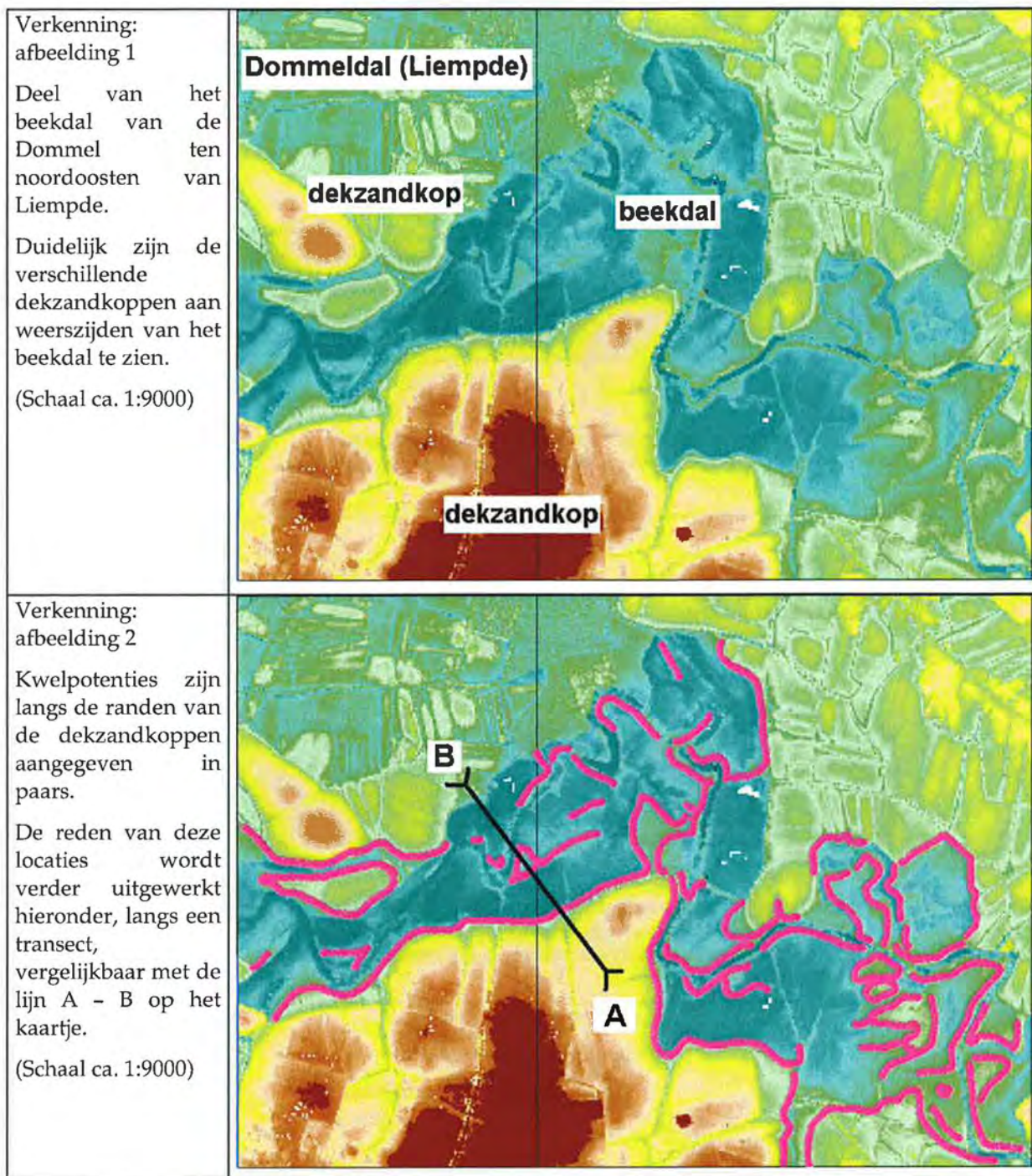
5.2 Beekdalen: kwel en berging

Met name in de huidige beekdalen doet zich het dilemma van een keuze tussen water berging van geëutrofeerd, 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. De Middeleeuwse boeren hadden grote behoefte aan warm, lithoclien water en waren meesters in het zoeken, vinden en benutten ervan.

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. 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. Gebieden met de aanduiding 'waterberging' zijn uiteraard het meest geschikt voor het tijdelijk opslaan van gebiedsvreemd water. Een en ander is uitgewerkt in een kleine verkenning voor het Dommeldal bij Liempde:



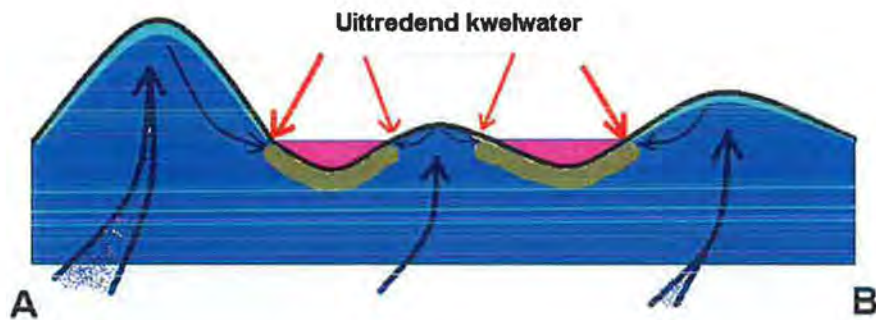
Figuur 5 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde. (Bruin is hoog, paars is het laagste deel).



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

In de volgende reeks figuren worden de kwelstromen langs dit transect geïllustreerd. De tekeningen zijn alleen ter illustratie van processen en zijn niet op schaal.

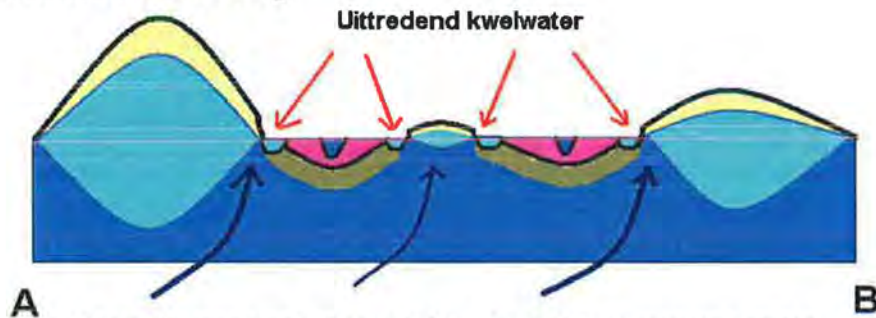
Verkenning: afbeelding 3



Dekzandrug langs beekdal gevoed door diepe grondwaterstromen. Ertussen ligt veen op beekleem.

Verkenning: afbeelding 4

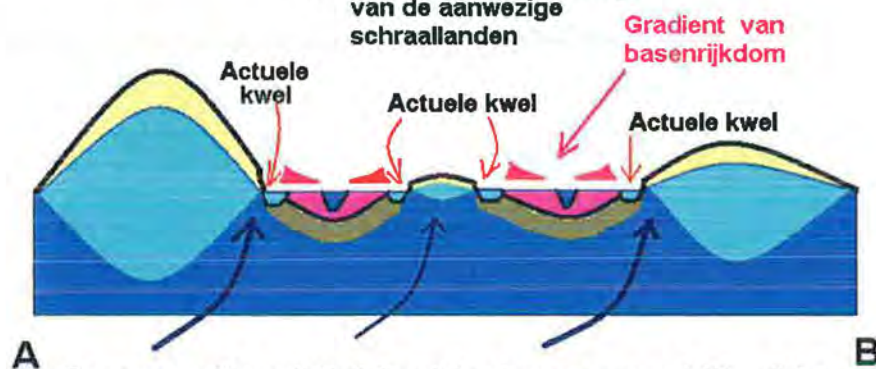
Door ontbreken van basenrijke kwel de noodzaak tot bemesting



Bij verdroging van het stelsel (ca. 1000 AD): graven van sloten en laken. In de dekzandruggen vormen zich regenwater lenzen en hangwaterprofielen. Kwel treedt nog uit langs de randen.

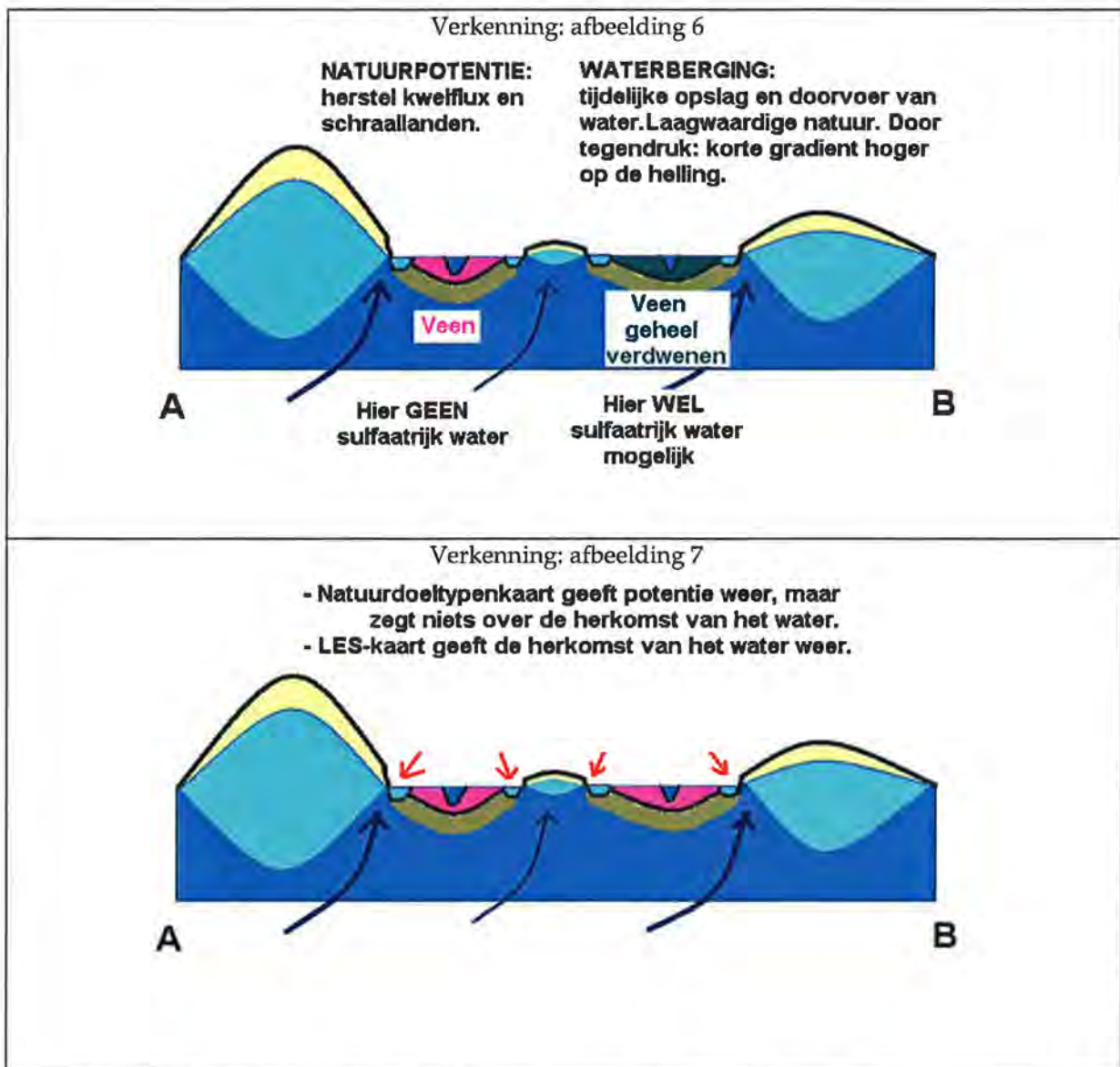
Verkenning: afbeelding 5

Dit is de eigenlijke voeding van de aanwezige schraallanden



Door menselijke activiteit: minisystemen gevormd. Wegzijing dankzij de aanwezige sloten. Hier stroomt het kwelwater naar toe. Hiermee kunnen dus wel schraalgraslanden ontstaan.

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

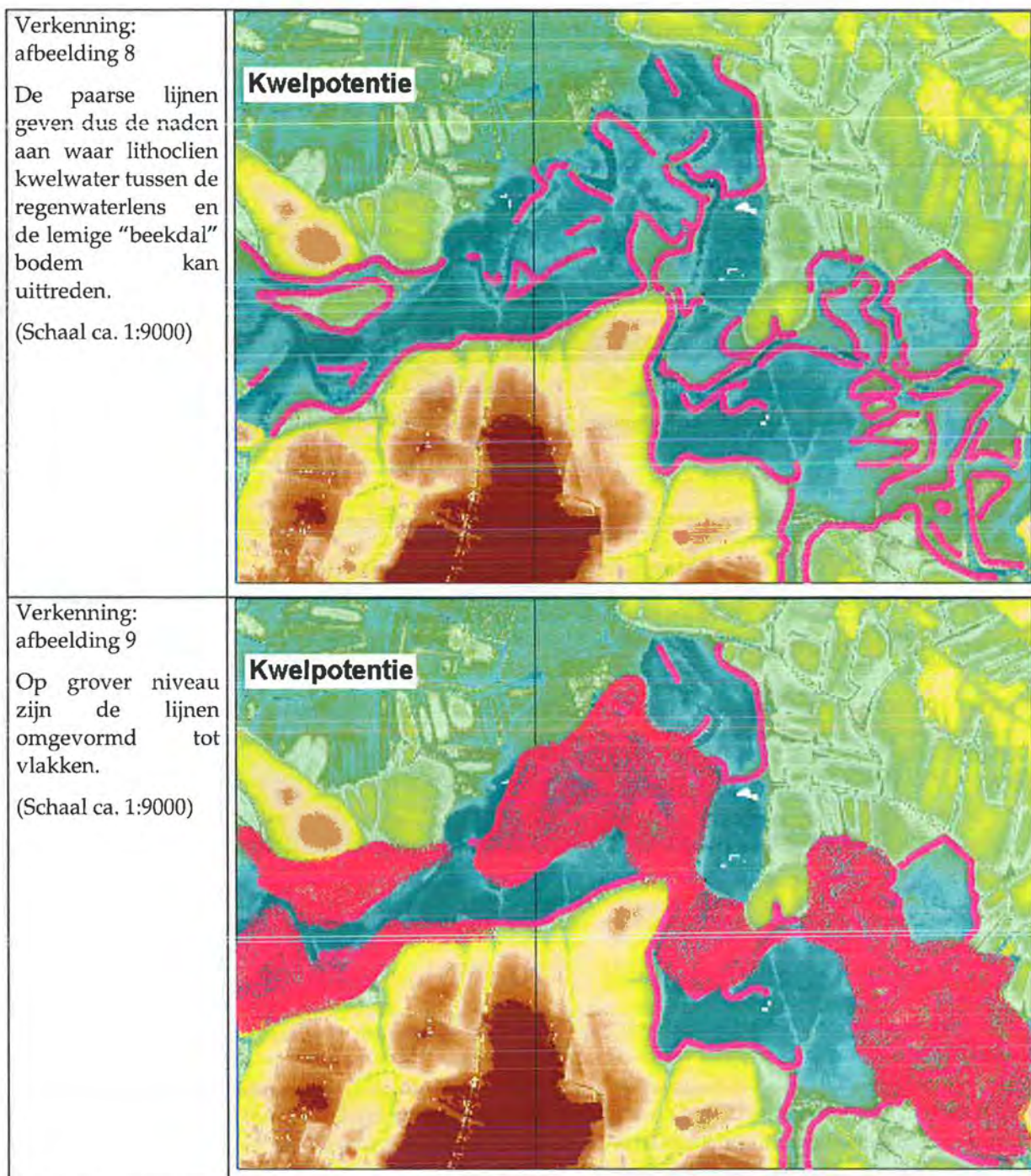


Figuur 8 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.

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.

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 miniwegzijgingssystemen gevormd, naar de waterloop toe. Deze vergroten de kans op verzuring van de graslanden tussen de waterloop en de rand van de dekzandrug.

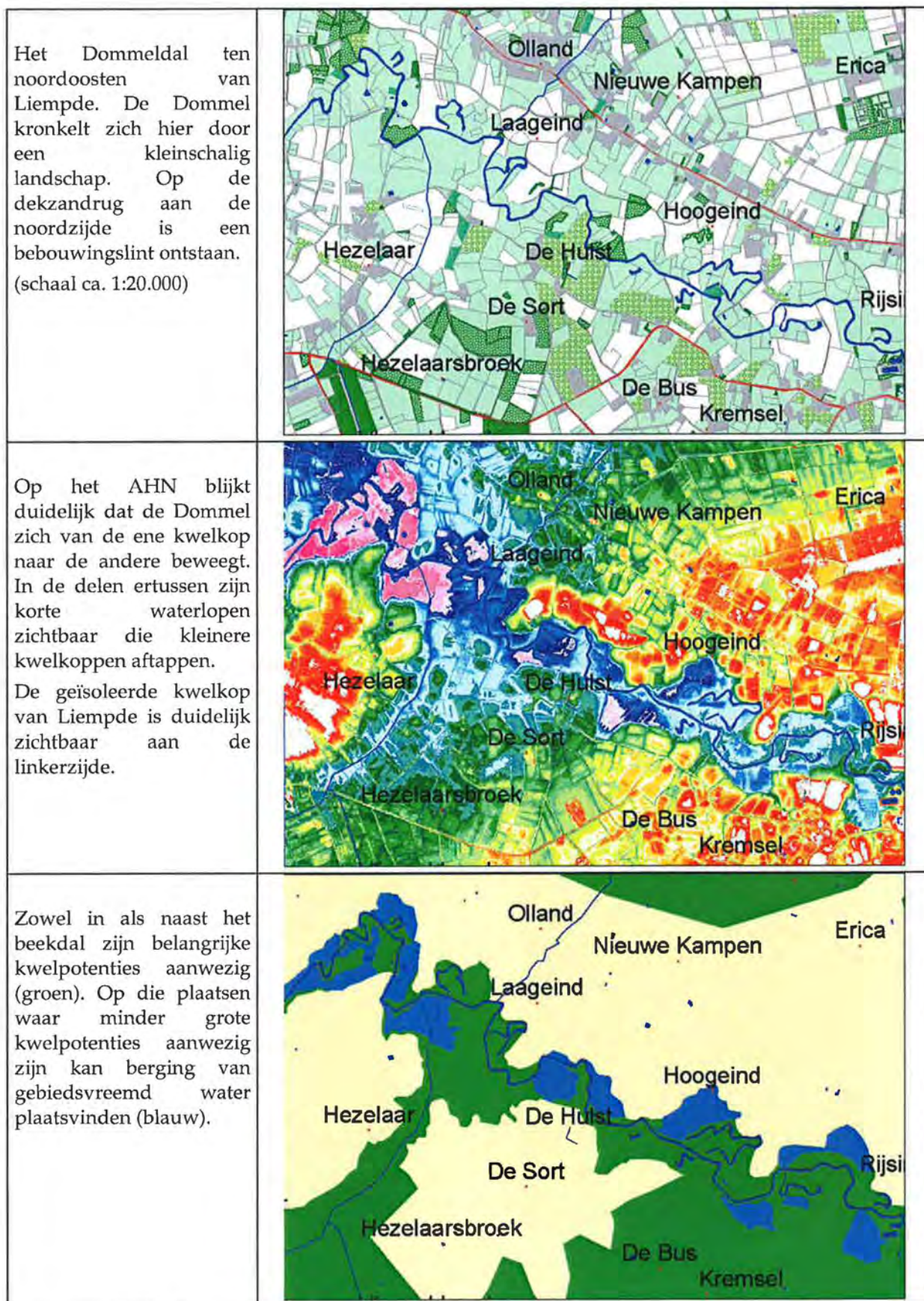
Deze benadering maakt duidelijk waar de grootste kwelpotenties zich bevinden. Uiteraard moeten deze verwachtingen wel in het veld worden getoetst, b.v. aan de hand van soortkarteringen, veldwaarnemingen van kwelverschijnselen zoals bacterievliezen en eventueel hydrologische metingen. Als de lijnen worden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



Figuur 9 Studiegebieduitwerking kwel in beekdalen: Dommeldal bij Liempde – vervolg.

Zoals uit 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. Een verdere uitwerking van het Dommeldal is opgenomen in Figuur 10 hieronder.



Figuur 10 Voorbeeld van water berging en kwelpotenties in het Dommeldal bij Liempde..

5.3 Kwelpotenties

In Figuur 15 hieronder is weergegeven hoe water vasthouden, water retentie, water berging en kwelpotenties in een gebied hun plaats hebben. De basis voor deze verdeling is dus enerzijds de interpretatie van de dekzandvormen, welke de locaties voor kwel en daarmee ook de geschikte locaties voor water berging oplevert. Daarnaast zijn de natuurlijke depressies en afgesloten laagten in het gebied erg geschikt voor retentie. 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.



Figuur 11 Dotterbloem (*Caltha palustris*) een soort van kwel met dieper grondwater.



Figuur 12 Waterviolier (*Hottonia palustris*) een soort van kwel met carbonaatrijk grondwater.

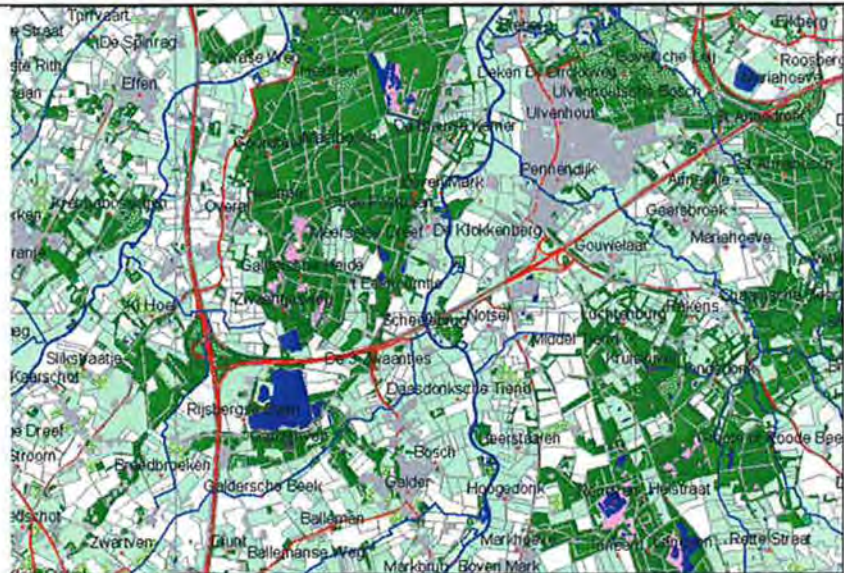


Figuur 13 Veldrus (*Juncus acutiflorus*) een soort die lokale kwel indiceert.

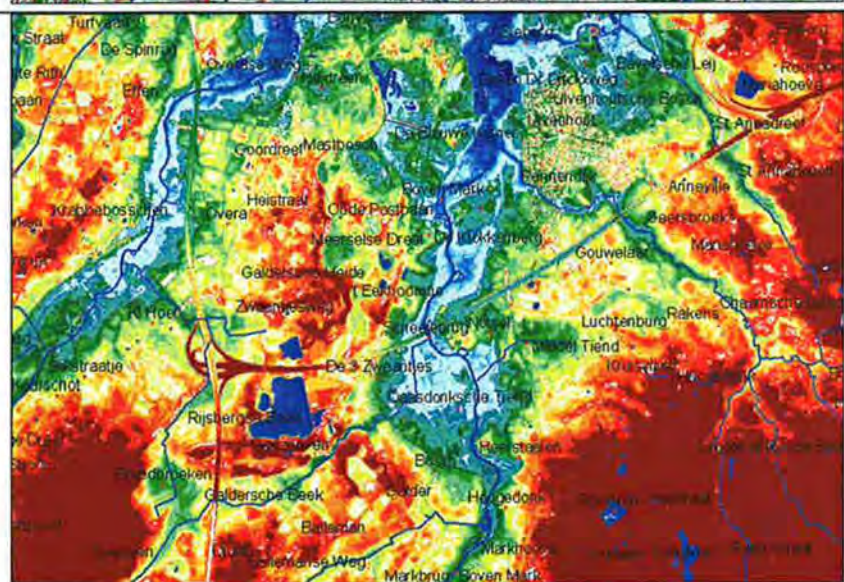


Figuur 14 Holpijp (*Equisetum fluviatile*) een soort van kwel met dieper grondwater.

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

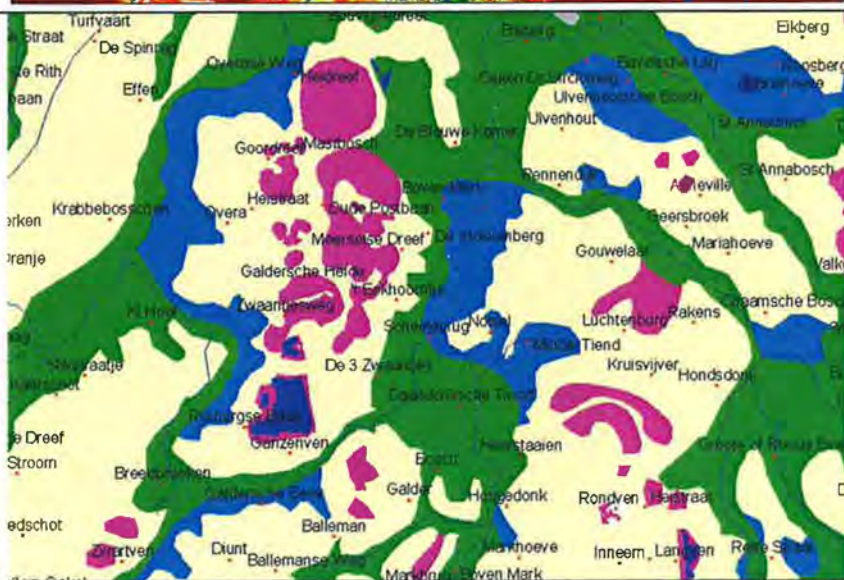


Het AHN toont grote dekzandcomplexen waartussen zich de Weerij, de Mark en het stelsel van de Chaamse beken bevinden. Het dekzandrelief is uiterst veelzijdig wanneer op kleinere schaal bekeken.



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

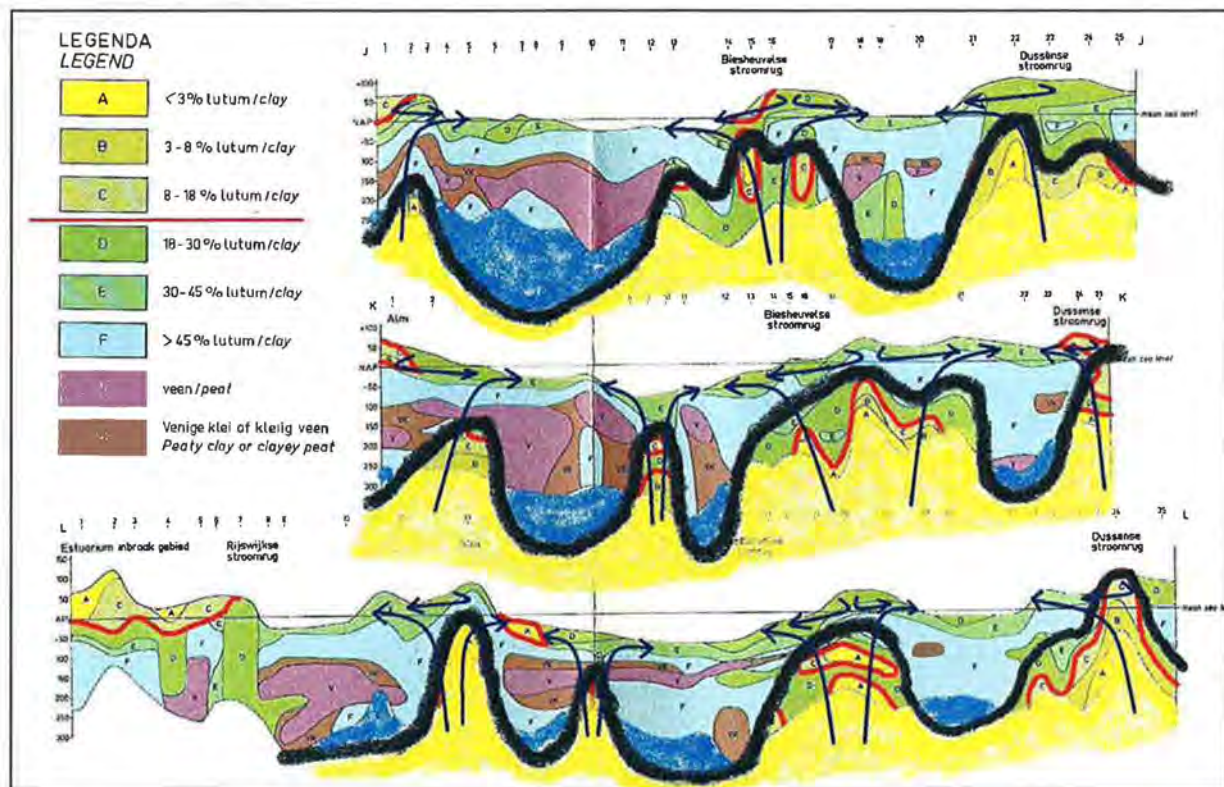


Figuur 16 Roestverschijnselen duiden op ijzerrijke kwel. Hier is ijzeroxide neergeslagen op het gras.



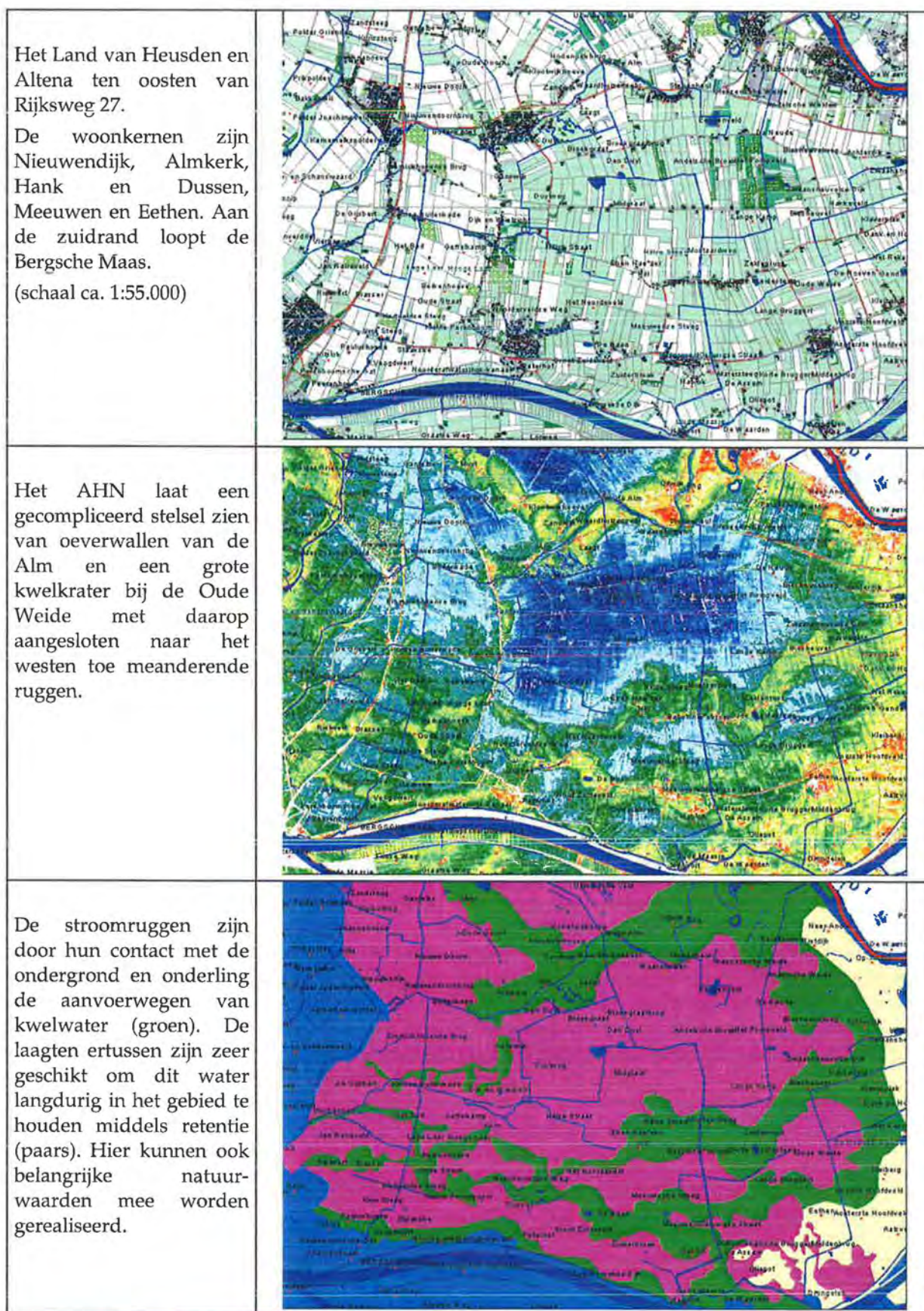
Figuur 17 Bacterievliezen van IJzerbacteriën geven olieachtige laagjes op het water. Bij aanraking breken ze in stukjes, in tegenstelling tot echte olie. Dit is een duidelijke indicatie van kwel.

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 18).



Figuur 18 Aanvoer van kwelwater in stroomruggen.

In deze figuur, die een doorsnede is door de armen vanuit de kwelkrater bij Babyloniënbroek (zie Figuur 19), is te zien dat watertoevoer naar het maaiveld voortkomt door opwelling in de stroomruggen vanuit de diepere ondergrond enerzijds; maar ook door lateraal transport door de armen heen. Dit water is dus goed te gebruiken binnen het gebied zelf 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 andere gebieden in West Brabant zijn geschikt voor berging van rivierwater in het kader van 'Ruimte voor de rivier'. In de stroomruggen is nu 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.



Figuur 19 Voorbeeld van water retentie en kwelpotenties in het Land van Heusden en Altena. .

5.4 Water retentie en Water 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 20 is voor het natuurgebied rond het Beuven aangegeven waar men mogelijkheden heeft voor retentie. In de afbeelding van Figuur 19 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.

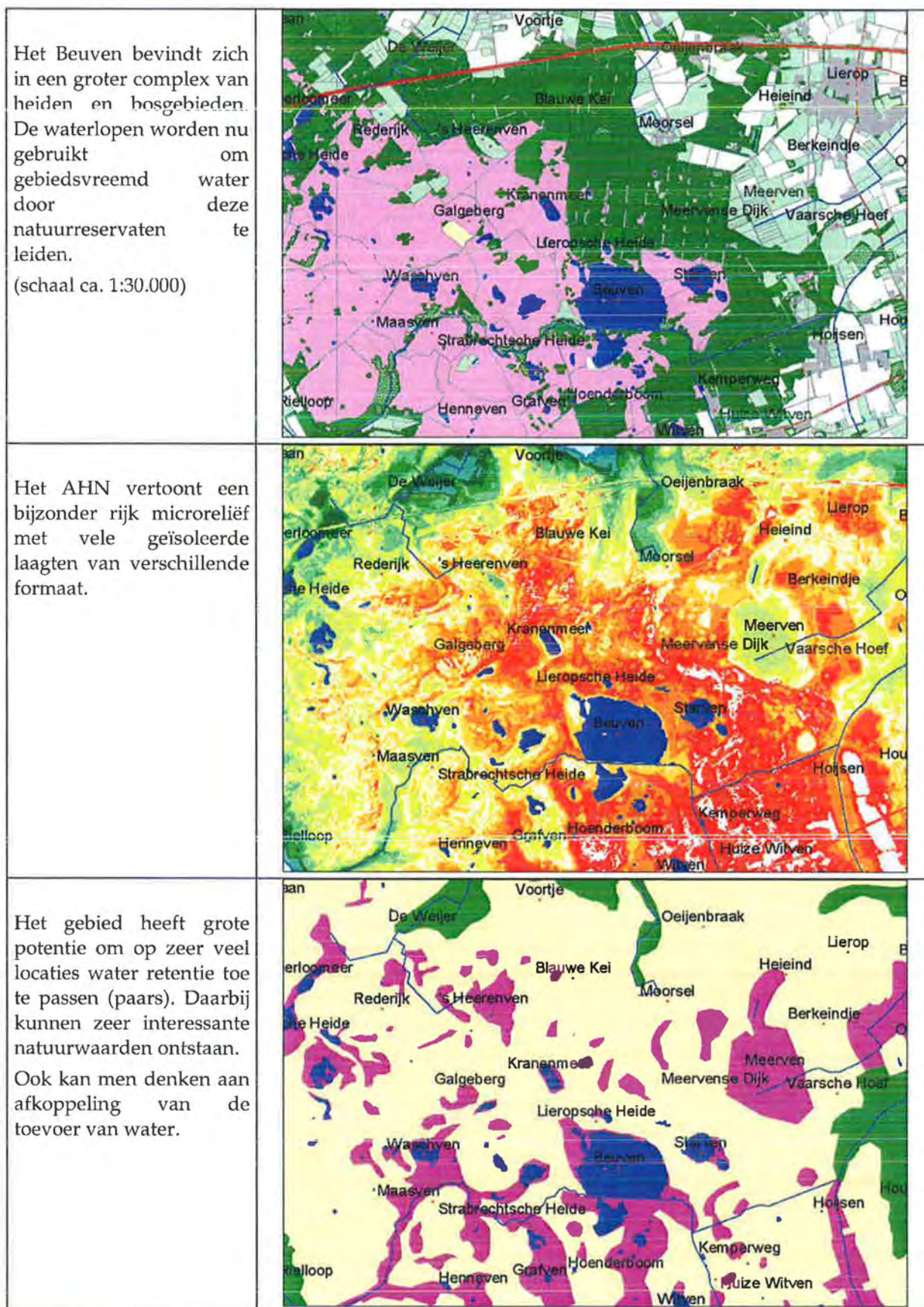
Alle delen waar geen kwelpotenties aanwezig zijn, of die geschikt zijn voor berging of retentie, zijn in principe geschikt voor het vasthouden van water. Het is mogelijk op grote, maar ook om op kleinere schaal te werken aan vasthouden van water, in combinatie met kwelpotenties, retentie, berging en landbouwkundig gebruik. In een voorbeelduitwerking voor een klein gebied in Figuur 22 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 hogerop 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 sortiment 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 20. 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 middel²³.

²³ Zie de bijdragen van H. Esselink in het Preadvies Hoogvenen en het Preadvies Fauna.



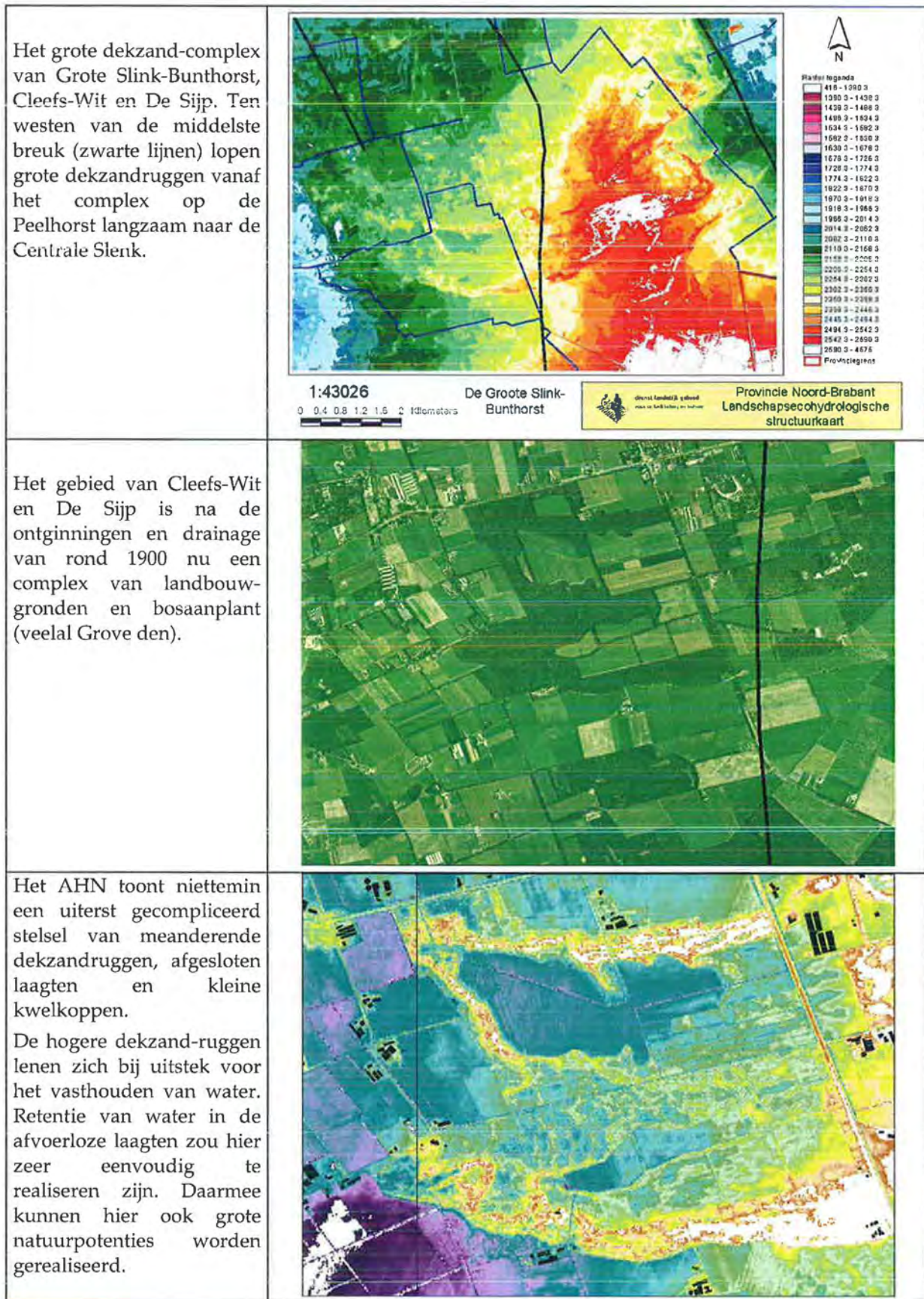
Figuur 20 Mogelijkheden voor water retentie rond het Beuven.



Figuur 21 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 de Landschapsecohydrologische Structuurkaart 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 22), 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.



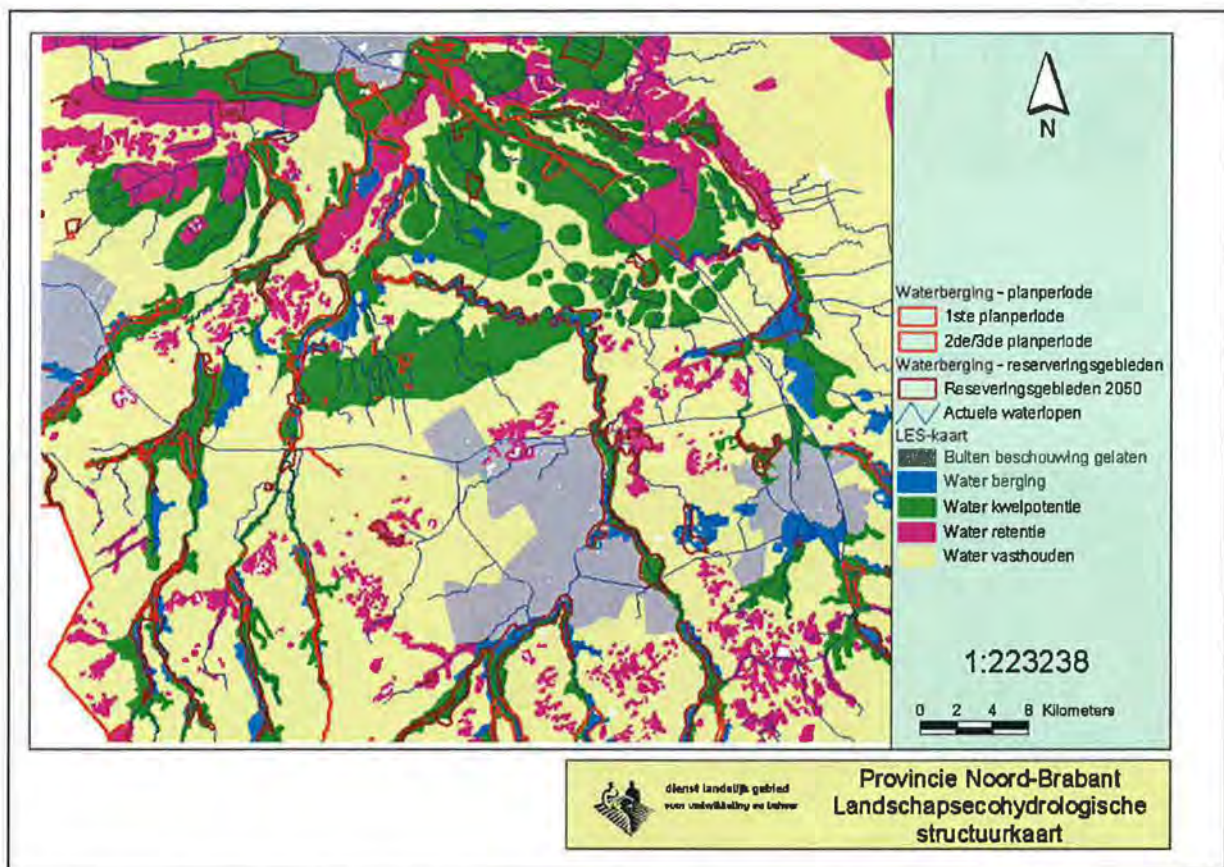
Figuur 22 Voorbeeld uitwerking water vasthouden en retentie.

5.5 Toepassingsbereik

De Landschapsecohydrologische Structuurkaart heeft een maximale detaillering op schaal 1:50.000. Dat wil zeggen dat de kaart niet op een kleinere schaal gebruikt mag worden. Gezien de beschikbare tijd en het uitgangsmateriaal is de analyse tot op dit schaalniveau uitgevoerd.

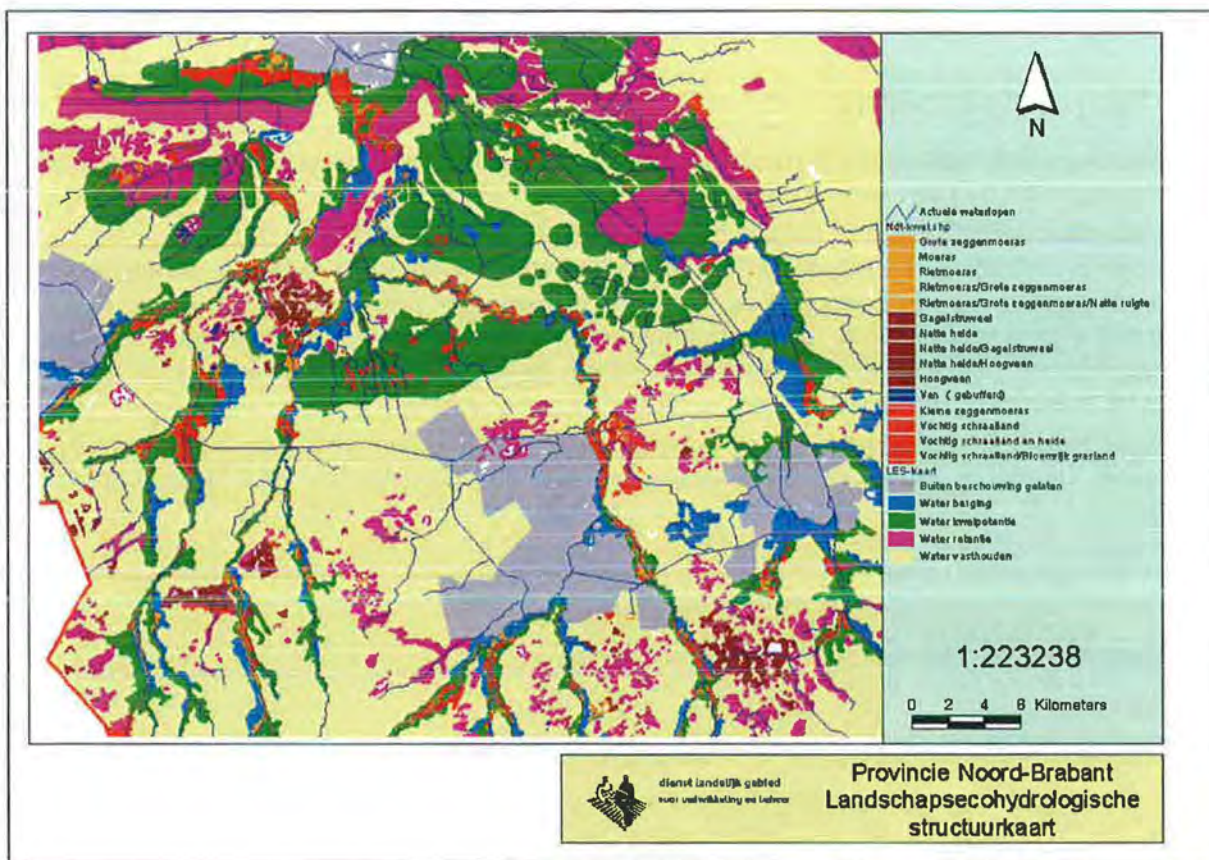
In principe is de methodiek die gebruikt is voor het opstellen van de kaart –zoals wordt uitgelegd in het tweede rapport over de landschapsecologische achtergronden- onafhankelijk van schaal. Dat wil zeggen dat er geen speciale vaste meetpunten nodig zijn om een analyse te kunnen uitvoeren. Het is dus mogelijk om volgens de gebruikte methode op elk gewenst detailleringniveau een aanvullende analyse uit te kunnen voeren.

De Landschapsecohydrologische Structuurkaart kan haar diensten bewijzen bij verschillende provinciale discussies, zoals over de positionering van de zoekgebieden voor waterberging en retentie.

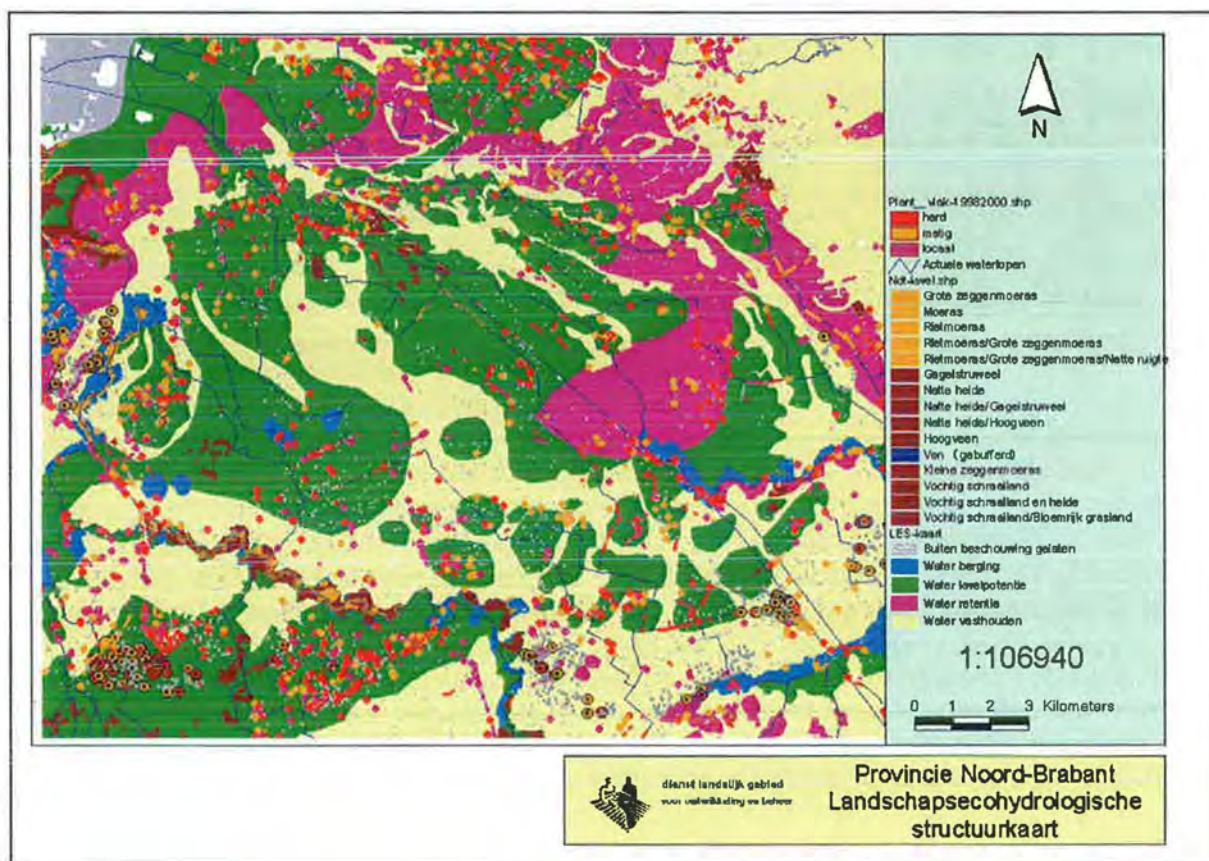


Figuur 23 Voorbeeld toepassing LES-kaart en zoekgebieden voor waterberging.

Op de kaart in Figuur 23 zijn de zoekgebieden voor de eerste en tweede planperiode aangegeven, alsmede de zogenaamde reserveringsgebieden. De LES-kaart geeft uiteraard binnen deze contouren aan of er sprake is van kwelpotenties, dan wel dat er water berging plaats kan vinden. Belangrijker wellicht is dat de LES-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 rondom de zoekgebieden duidelijk naar voren. Tevens wordt in een oogopslag duidelijk hoe belangrijk retentie van water in de natuurlijke laagten is.



Figuur 24 Voorbeeld toepassing LES-kaart en kwelafhankelijke natuurdoeltypen.

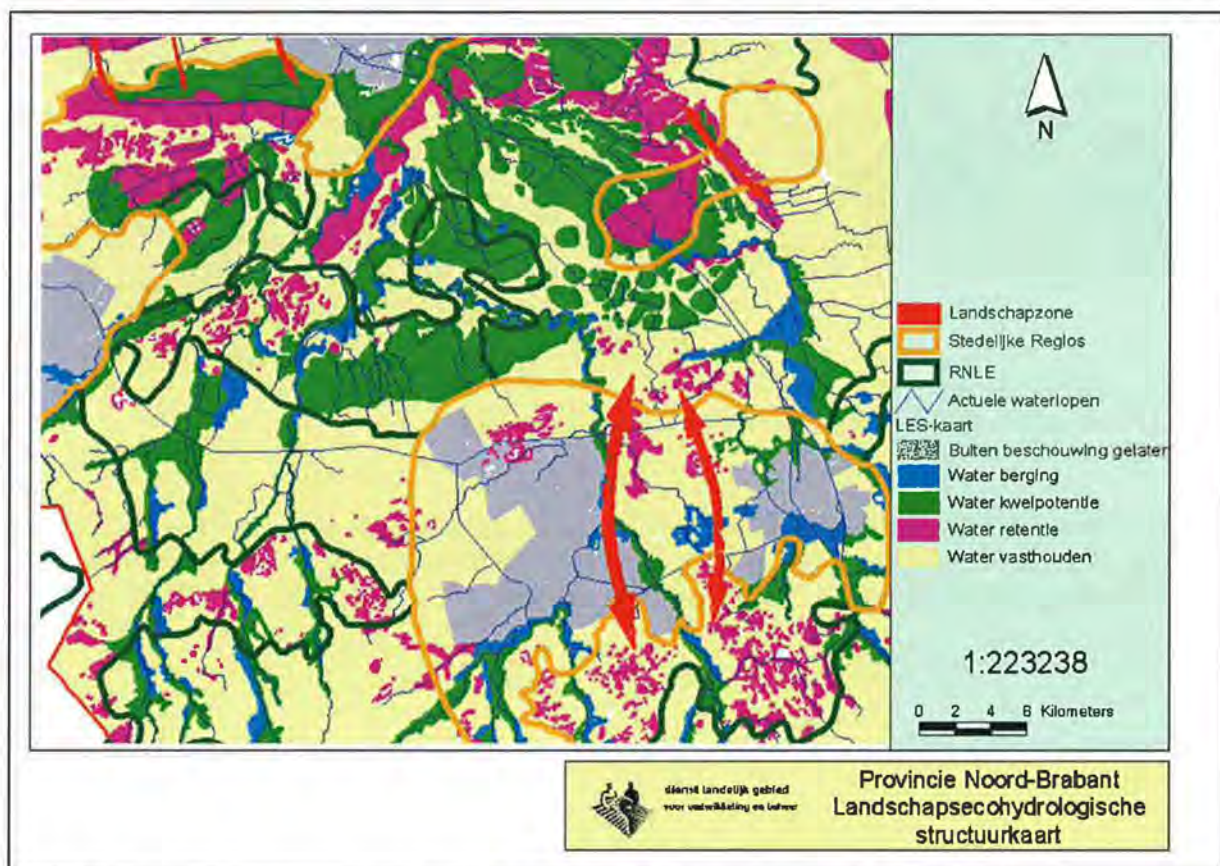


Figuur 25 Voorbeeld kwelafhankelijke natuurdoeltypen en kwelsoorten rond Veghel.

Ook voor het verkennen van mogelijkheden voor natuurdoelstellingen is de LES-kaart zoals afgebeeld in Figuur 24 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 LES-kaart 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 24 zijn de kwelafhankelijke natuurdoeltypen geprojecteerd op een deel van de LES-kaart. Zoals verwacht mocht worden zijn de twee kaarten het grotendeels eens over de locaties voor kwelafhankelijke vegetatietypen. De Landschapsecohydrologische Structuurkaart geeft echter op bepaalde plaatsen nog onbeschreven potenties voor kwel natuur, zoals bijvoorbeeld in het gebied rond Veghel. Op de tweede kaart: in Figuur 25 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 veel kansen liggen voor het ontwikkelen van kwelafhankelijke vegetaties met hoge natuurwaarden. Of die kansen ook daadwerkelijk benut moeten worden is een andere vraag. Het antwoord daarop is aan het maatschappelijk en politiek krachtenveld.

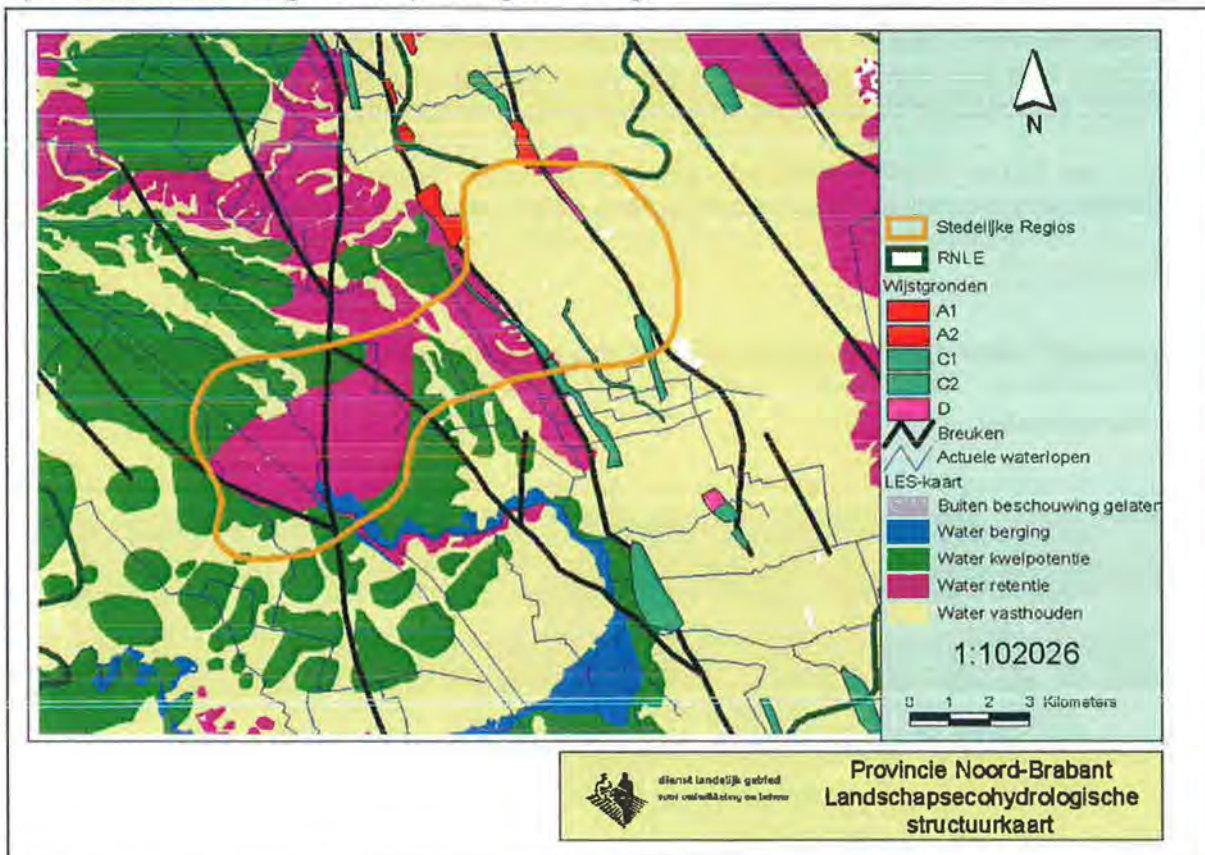
Ook op andere vlakken kan de Landschapsecohydrologische Structuurkaart een bijdrage leveren aan afwegingsprocessen, bijvoorbeeld over Stedelijke Regio's en Regionale Natuur- en Landschapseenheden.



Figuur 26 Voorbeeld toepassing LES-kaart en begrenzing Stedelijke Regio's en Regionale Natuur- en Landschapseenheden.

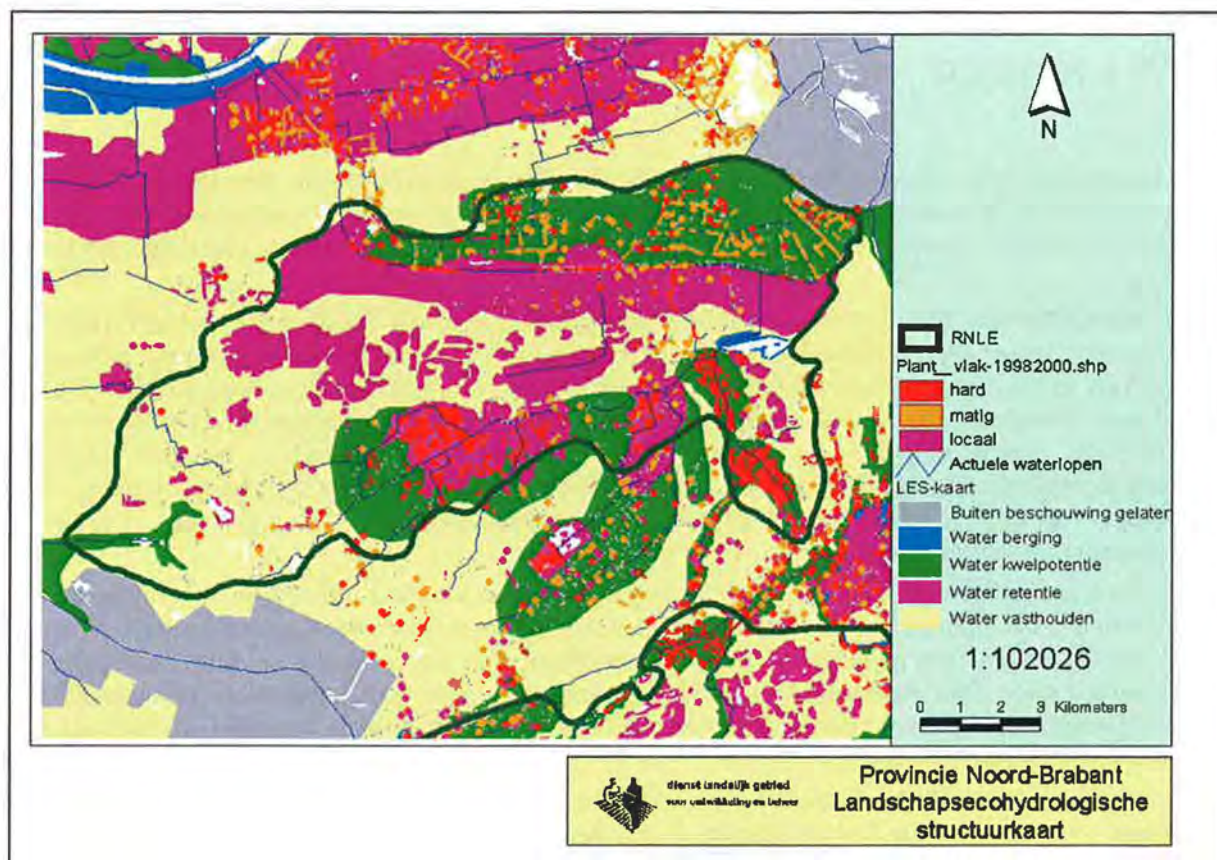
Op de kaart in Figuur 26 zijn beide contouren afgebeeld en tevens zijn de landschapszones aangegeven. De LES-kaart geeft inzicht in de plaats en aanwezigheid van landschapsecologische stelsels. Hier in de kaart is bijvoorbeeld een duidelijke tweedeling te zien binnen de Centrale Slenk: het gedeelte aan weerszijden van Eindhoven verschilt fundamenteel van de in het groen aangegeven waaivormige 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 gelijk duidelijk dat de Stedelijke Regio Uden – Veghel zich in twee geheel verschillende systemen begeeft (zie Figuur 27). 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. 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 27 Voorbeeld de Stedelijke Regio Uden – Veghel en de wijstgronden.

Aan de andere kant: bij de Regionale Natuur- en Landschapseenheid rond de Leijen, valt een belangrijk brongebied net buiten de contour (zie Figuur 28). Dit kan gevolgen hebben voor de kwelafhankelijke natuur die lager in het systeem wordt nagestreefd.



Figuur 28 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.

6 Nawoord

De Landschapsecohydrologische Structuurkaart (Landschapsecohydrologische Structuurkaart) voor de Provincie Noord-Brabant is de eerste provinciebrede landschapsecologisch systeemkaart die ooit is vervaardigd. Hiermee heeft de Provincie een uitzonderlijke stap gezet en een bijzonder product gekregen.

De LES-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. Op deze twee grondslagen is een nadere landschapsecologische indeling gemaakt van waterbeheersingstypen: kwel, berging, retentie en vasthouden. Wel moet worden benadrukt dat de kaart alleen geschikt is voor gebruik op grotere schaal. Detailvragen vergen detailstudie.

De LES-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 LES-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 brengt ons inzicht verder en helpt ons om ons landschap beter te begrijpen en leefbaar te maken voor mens, plant en dier.

Bij het opstellen van de LES-kaart hebben wij ondersteuning gehad van Ir. A.L. Visser-Grijp en drs E.J. Oosterbeek van de Provincie Noord-Brabant (resp. Afdeling Water en van de Afdeling Natuur en Landschap). Daarnaast hebben wij vruchtbare bijeenkomsten gehad met de klankbordgroep die bestond uit : A. Vrielink (Waterschap Aa en Maas); H. Smeets (Waterschap Alm en Biesbosch); S. Krook (Brabantse Milieu Federatie); A.W.M. Mol, M.C. Visser en Y. Graafsma (alle drie Provincie Noord-Brabant); P. van Dijk (Waterschap Brabantse Delta); J. de Hoog, A. van der Looy en C. Ceelaert (alle drie van Waterschap De Dommel); J. Hendriks (Staatsbosbeheer) F. van Erve (Stichting Brabants Landschap); K. Laarhoven (Natuurmonumenten) en J. Elshof (ZLTO).

Buiten deze groep hebben verschillende personen geholpen om onze gedachten te toetsen en verder aan te scherpen. Hun bereidheid om zich over ons materiaal te buigen en dat te helpen begrijpen was bijzonder en vruchtbaar. Een en ander wil niet zeggen dat zij onze meningen hoeven te delen en de verantwoordelijkheid voor inhoud van deze kaart en rapportages ligt volledig bij beide auteurs. Wij bedanken 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. Vandenbergh (Vrije Universiteit Amsterdam) hebben ons zeer veel inzicht 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. (Hanneke) 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).

7 BIJLAGE: 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.