# Waterschap Aa en Maas

# Nadere Inventarisatie Wijstgebieden

# Eindrapportage

**Witteveen+Bos**
**Louis Armstrongweg 6**
**postbus 10095**
**1301 AB  Almere**
**telefoon 036 548 29 00**
**telefax 036 533 38 83**

Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

vrije Universiteit amsterdam

Van Rooijen Adviezen BV
voor geologie en grondwater

# Waterschap Aa en Maas

# Nadere Inventarisatie Wijstgebieden

# Eindrapportage

| referentie | projectcode | status |
|---|---|---|
| HT270-1/meev/016 | HT270-1 | definitief 02 |
| **projectleider** | **projectdirecteur** | **datum** |
| drs. M. Bonte | ir. Th.G. J. Witjes | 13 maart 2007 |

| autorisatie | naam | paraaf |
|---|---|---|
| goedgekeurd | drs. M. Bonte | |

**Witteveen+Bos**
**Louis Armstrongweg 6**
**postbus 10095**
**1301 AB Almere**
**telefoon 036 548 29 00**
**telefax 036 533 38 83**

**Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000**

**© Witteveen+Bos**
**Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.**

**INHOUDSOPGAVE** **blz.**

**SAMENVATTING**

**1. INLEIDING** **1**
1.1. Achtergrond 1
1.2. Doelstelling 2
1.3. Leeswijzer 2

**2. GEOHYDROLOGISCHE BESCHRIJVING** **3**
2.1. Geohydrologische beschrijving studiegebied 3
2.2. Locatie breuken in de ondergrond 5
2.3. Wijstverschijnselen 5
2.4. Typering wijstgronden 7
2.5. Historische ontwikkeling studiegebied 7

**3. GIS-VERKENNING MAASKANT** **9**
3.1. Gebruikte data 9
3.2. Stap 1: Selectie gebieden 9
3.3. Stap 2: Classificatie wijstgebieden 10

**4. NADER ONDERZOEK** **12**
4.1. Inleiding 12
4.2. Quickscan voormalig beheergebied Maaskant 12
4.3. Nader veldonderzoek wijstgebieden 12
4.3.1. Werkwijze 12
4.3.2. Resultaten 13
4.3.3. Samenvatting nadere inventarisatie 15
4.4. Kartering infiltratiegebieden 16

**5. HERSTELKANSEN WIJSTGEBIEDEN** **18**
5.1. Inleiding 18
5.2. Herstel hydrologie 18
5.2.1. Hydrologisch streefbeeld 18
5.2.2. Maatregelen 18
5.2.3. Kans voor herstel hydrologie 20
5.3. Herstel vegetatie 20
5.3.1. Ecologische streefbeelden 20
5.3.2. Maatregelen 21
5.3.3. Kansen voor herstel van de vegetatie 22
5.4. Beleidsmatige inpassing herstelmaatregelen 23
5.5. Herstelkansen per wijstgebied 24

**6. TOETSING BETROUWBAARHEID VAN ONDERZOEKSMETHODIEK** **26**
6.1. Toetsing 26
6.2. Onderzoeksmethoden 27

**7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN** **29**
7.1. Conclusies 29
7.2. Aanbevelingen 30

**8. REFERENTIES** **32**

| | | | |
|---|---|---|---|
| laatste bladzijde | | | 32 |
| Bijlagen | | | aantal bladzijden |
| I | | Profiellijnen | 1 |
| II | | Breukenkaart | 1 |
| III | | Isohypsenkaart / kwel en infiltratiekaart (WOP) | 2 |
| IV | | Beschrijving bronnen GIS analyse | 5 |
| V | | Resultaten GIS Analyse Maaskant | 2 |
| VI | | Resultaten Quickscan | 1 |
| VII | a | Resultaten veldbezoeken Aa-gebied | 76 |
| | b | Resultaten veldbezoeken Maaskant-gebied | 37 |
| VIII | | Inventarisatie wijstgronden 2006 | 1 |
| IX | | Effectiviteit herstelmaatregelen wijst | 5 |
| X | | Kenmerkende plantengemeenschappen voor wijstgronden | 1 |

## SAMENVATTING

In het kader van de Brabantbrede Reconstructieopgave heeft het waterschap Aa en Maas zich ten doel gesteld een onderzoek te verrichten naar de herstelmogelijkheden voor de Brabantse wijstgronden. Deze opgave is medio 2006 nader gespecificeerd en door adviesbureau Witteveen+Bos uitgewerkt tot het technisch inhoudelijk onderzoek getiteld 'Nadere Inventarisatie Wijstgebieden'. In dit onderzoek worden onafhankelijk en op wetenschappelijke wijze de wijstgebieden binnen het beheergebied van het waterschap Aa en Maas nader gekarteerd en wordt inzicht gegeven in de herstelkansen. Dit kennisdocument is één van de pijlers waarop de provincie Noord-Brabant in samenspraak met alle belanghebbenden het beleidskader aangaande aanpak van bescherming en herstel van wijstgebieden vaststelt.

Het onderzoek kan gezien worden als een vervolg op de rapportage 'Brabantse Wijstgronden in Beeld (2003)'. Het verschil met het eerdere onderzoek is dat het huidige onderzoek is onderbouwd door een uitgebreide veldkartering. Binnen het huidige onderzoek zijn drie fasen te onderscheiden:

- In fase 1 is de bestaande kartering uit 'Brabantse Wijstgronden in Beeld' uitgebreid naar het beheergebied van het voormalige waterschap Maaskant zodat het gehele beheergebied van waterschap Aa en Maas is gekarteerd;
- In fase 2 is een uitgebreid programma aan veldmetingen uitgevoerd om de ligging en type wijstgebieden te karteren;
- In fase 3 zijn de herstelkansen voor wijstgebieden en vegetatie beoordeeld.

In het veldwerk van fase 2 zijn ook de gebieden in het voormalig Aa-gebied opgenomen. Het betreft mogelijke wijstgebieden die in 'Brabantse Wijstgronden in Beeld' zijn getypeerd als type B of C2 (respectievelijk kwel in sloten met stuifduinen, en kwel in sloten zonder zichtbare breuk). Voor de overige typen wijstgronden in het voormalige beheergebied de Aa is voldoende zekerheid en hier is geen aanvullend onderzoek nodig. In het onderstaande worden de onderzoeksfasen nader toegelicht.

**Fase 1: Verkenning Maaskant**
In de eerste fase is op basis van een GIS-analyse en lokale gebiedskennis een overzicht opgesteld van gebieden in het voormalig Maaskantgebied waar mogelijk wijst voorkomt. In de GIS analyse zijn gebieden geselecteerd waar wijst voor kan komen op basis van de ligging van de breuk en de kwel/infiltratiesituatie.

Vervolgens is in de gebieden van de GIS-analyse een driedeling aangebracht die de waarschijnlijkheid van wijst weergeeft (waarschijnlijk, mogelijk of geen wijst). De driedeling is opgesteld door de gebieden te beoordelen op basis van GD en GT karteringen, historisch kaartmateriaal (19$^{e}$ en 20$^{e}$ eeuw), bodemtype, voorkomen van roestverschijnselen, maaiveldverkleuringen op luchtfoto's en de mate van ontwatering. Uit deze analyse kwamen 18 gebieden naar voren waar waarschijnlijk of mogelijk sprake is van wijst. Tijdens het veldprogramma zijn de gebieden bezocht en gebleken is dat de gebieden die hoog scoorden vrijwel allen wijstkenmerken hadden.

De 18 gebieden die uit de GIS analyse zijn gekomen, zijn bevestigd door gebiedskenners en aangevuld met 12 extra gebieden meegenomen in de tweede fase van dit onderzoek. In totaal zijn er dus 30 gebieden in het voormalig Maaskantgebied in het veld onderzocht.

**Fase 2: Veldwerk**
De veldwerkzaamheden van fase 2 zijn in twee stappen uitgevoerd. Eerst is er een quickscan uitgevoerd in het voormalig Maaskantgebied en vervolgens een gedetailleerd veldonderzoek voor het gehele studiegebied.

Tijdens de quickscan zijn de mogelijke wijstgebieden in het voormalig Maaskantgebied uit fase 1 in het veld bezocht. Tijdens deze quickscan is gelet op visuele kenmerken van wijst en beoordeeld of een aanvullend veldonderzoek nuttig is. Vaak kan al vrij snel op hoofdlijnen worden beoordeeld of nader onderzoek nodig is. Indien sloten droog stonden, of geen ijzerverkleuring waarneembaar is, is geen nader onderzoek uitgevoerd. Na de quickscan zijn er 12 gebieden overgebleven waar aanvullend veldonderzoek is uitgevoerd.

In de tweede fase is een uitgebreid veldprogramma in het gehele beheergebied uitgevoerd. Tijdens dit veldprogramma zijn de voormalig Maaskantgebieden bezocht en 27 wijstgebieden uit het beheergebied van het voormalige waterschap de Aa (alle gebieden met wijstype C2 en B).

Op basis van het onderzoek is gebleken dat:
- in het voormalig Maaskantgebied negen wijstgebieden aanwezig zijn (zeven keer C2 en twee maal A2);
- van de 21 type C2 wijstgebieden in het Aa gebied, zijn er na veldbezoek:
  - tien gebieden die deze classificatie behouden;
  - drie gebieden met een nieuwe classificatie als type A2 (zichtbare breuk, kwel tot in sloten);
  - één gebied met een nieuwe classificatie als type D (wijst in stedelijk gebied);
  - zeven gebieden waar geen wijstkenmerken zijn gevonden;
- in geen van de vijf type B wijstgebieden in het Aa gebied, is ijzerrijke kwel aangetroffen. Al deze gebieden vervallen als wijstgebied. In een aantal van deze gebieden worden wel zogenaamde ‘stippels’ (ijzerconcreties) aangetroffen;
- samen met de 16 wijstgebieden in het voormalige Aa gebied die niet tijdens dit onderzoek zijn bezocht, zijn er dus in totaal 40 wijstgebieden aanwezig in het studiegebied;
- in vijf van de 40 gebieden zijn de wijskenmerken niet voldoende duidelijk aanwezig en wordt aanvullend onderzoek aanbevolen.

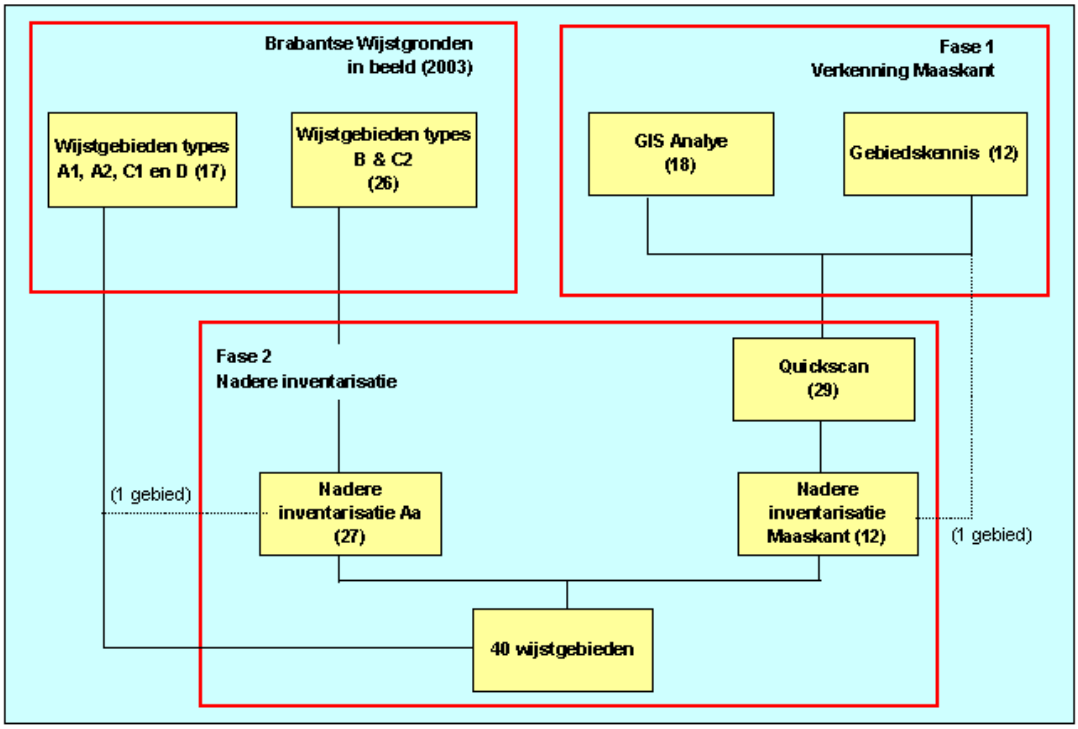
Onderstaande tabel geeft een overzicht van de wijstgebieden.

**Tabel S1. Overzichtstabel gebieden**

| Type | Aa-gebied | Maaskant-gebied | Totaal |
|---|---|---|---|
| A1 | 4 | 0 | 4 |
| A2 | 9 | 2 | 11 |
| B | 0 | 0 | 0 |
| C1 | 5 | 6 | 11 |
| C2 | 10 | 1 | 11 |
| D | 3 | 0 | 3 |
| Totaal | 31 | 9 | 40 |

De gebieden die niet bezocht zijn (wijsttypen A1, A2 en C1 in het Aa gebied) behouden hun typering. De onderstaande afbeelding beschrijft het onderzoekstraject.

**Afbeelding S.1. Samenvatting proces nadere inventarisatie wijstgebieden**




Naast de uitgebreide GIS analyse en veldonderzoek, is er tevens een gedetailleerde kartering uitgevoerd van de breuken in het gebied. Hiervoor is gebruik gemaakt van lithologische beschrijvingen uit boorstaten, seismische informatie, en een hoogtemodel. Uit de kartering van het breukenpatroon blijkt dat dit complexer is dan de breuken opgenomen in de REGIS II kartering. De breuken vertonen een typisch en-echelon patroon waarbij verschillende breuken elkaars werking overnemen. Het nieuw afgeleide breukenpatroon sluit beter aan bij de geïnventariseerde wijstgronden. Aan de hand van de breuken op de REGIS II kaart kon op sommige plaatsen niet verklaard worden waarom er wijst voor kwam.

### Fase 3: Herstel wijstgronden

Herstel van wijstgronden is met name mogelijk door herstel van het hydrologisch systeem. Toename van de kweldruk is een voorwaarde, waardoor de grondwaterstanden zullen stijgen. De kweldruk kan worden hersteld door herstel van de breuk, maar met name door maatregelen *buiten* het wijstgebied: bescherming infiltratiegebieden, terugdringen grondwateronttrekkingen, peilopzet in intermediaire gebieden (tussen infiltratie- en kwelgebied). De effectiviteit van deze maatregelen hangt af van de lokale hydrologische omstandigheden.

**Tabel S.1 Effectiviteit herstelmaatregelen**

| maatregel | effect op grondwater-stand | effect op hoeveelheid diepe kwel | effect op kwaliteit grondwater | effectiviteit (totaal) |
|---|---|---|---|---|
| **binnen wijstgebied** | | | | |
| herstel breuk | ++ | ++ | + | ++ |
| dempen sloten in wijstgebied | + | - | - | - |
| verondiepen sloten bij toenemende kwel | + | 0 | + | + |
| peilopzet in wijstgebied | + | - | - | -- |

| maatregel | effect op grondwater-stand | effect op hoeveelheid diepe kwel | kwaliteit grondwater | effectiviteit (totaal) |
|---|---|---|---|---|
| **buiten wijstgebied** | | | | |
| peilopzet buiten wijstgebied | + | + | + | + |
| terugdringen ontwatering infiltratiegebied | + | + | 0 | + |
| bescherming waterkwaliteit infiltratiegebied | 0 | 0 | + | + |
| aanleggen bufferzone's rondom wijstgebied | 0 | 0 | 0 | 0 |
| idem, inclusief terugdringen landbouw, helofytenfilters | 0 | 0 | + | + |
| stopzetten grotere grondwateront-trekkingen | + | ++ | + | ++ |

### Beleidsmatige inpassing

Herstelkansen van vegetatie zijn met name afhankelijk van de kansen om de water- en bodemkwaliteit te verbeteren. Herstel van vegetatie op locaties die in landbouwkundig gebruik zijn geweest, zal een (veel) langere periode vergen. Aanvullend kan op deze locaties het verwijderen van de bouwvoor als maatregel noodzakelijk zijn. Inpassing van herstelgebieden in bestaand beleid kan op verschillende bestuurlijke niveaus gebeuren. Bestaand beleid zoals de nitraatrichtlijn (EU) biedt kansen om eutrofiering van wijstgebieden te reduceren. Het waterschap kan via de keur en watertoets wijst beschermen. De provincie kan als bevoegd gezag van de Grondwaterwet zorg dragen dat grote onttrekkingen in het invloedsgebied van het wijstgebied niet worden vergund.

### Betrouwbaarheid onderzoek

De betrouwbaarheid van de gebruikte onderzoeksmethoden is voor zover mogelijk getoetst. Hieruit blijkt dat de onderzoeksvragen voldoende nauwkeurig zijn beantwoord: de kartering is voldoende nauwkeurig uitgebreid naar het voormalig Maaskantgebied en er is voldoende vertrouwen in de veldkartering van de wijstgebieden. Vragen die slechts op hoofdlijnen zijn beantwoord zijn de ligging van de infiltratiegebieden, de gaafheid van de breuken en de herstelkansen en beleidsmogelijkheden. Hier zal op projectniveau aanvullend onderzoek vereist zijn.

Op basis van deze betrouwbaarheidsanalyse wordt geconcludeerd dat het onderzoek 'Nadere Inventarisatie Wijstgebieden' voldoende nauwkeurig is. De geïdentificeerde wijstgebieden zijn met voldoende zekerheid gekarteerd en er is een redelijke zekerheid dat de meeste wijstgebieden (80 tot 90%) in het beheergebied van waterschap Aa en Maas zijn gekarteerd.

### Aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn er een aantal richtingen aan te geven waarop aanvullende onderzoek aan te bevelen is. Op hoofdlijnen zijn er drie richtingen:

- regionaal onderzoek om het hydrologische systeem beter te begrijpen en de intrekgebieden te karteren;
- regionale monitoring om de hydrologie van de wijstgebieden te beschermen;
- lokaal onderzoek door middel van een aantal pilotstudies om de herstelkansen te onderzoeken.

### Vervolg

Dit inventariserende onderzoek kan als één van de basisdocumenten worden beschouwd voor de (provinciale) plan van aanpak en prioritering ten aanzien van de bescherming en het herstel van de wijstgebieden. Op basis van deze studie kan verder worden gegaan met het herstel van wijst op projectniveau.

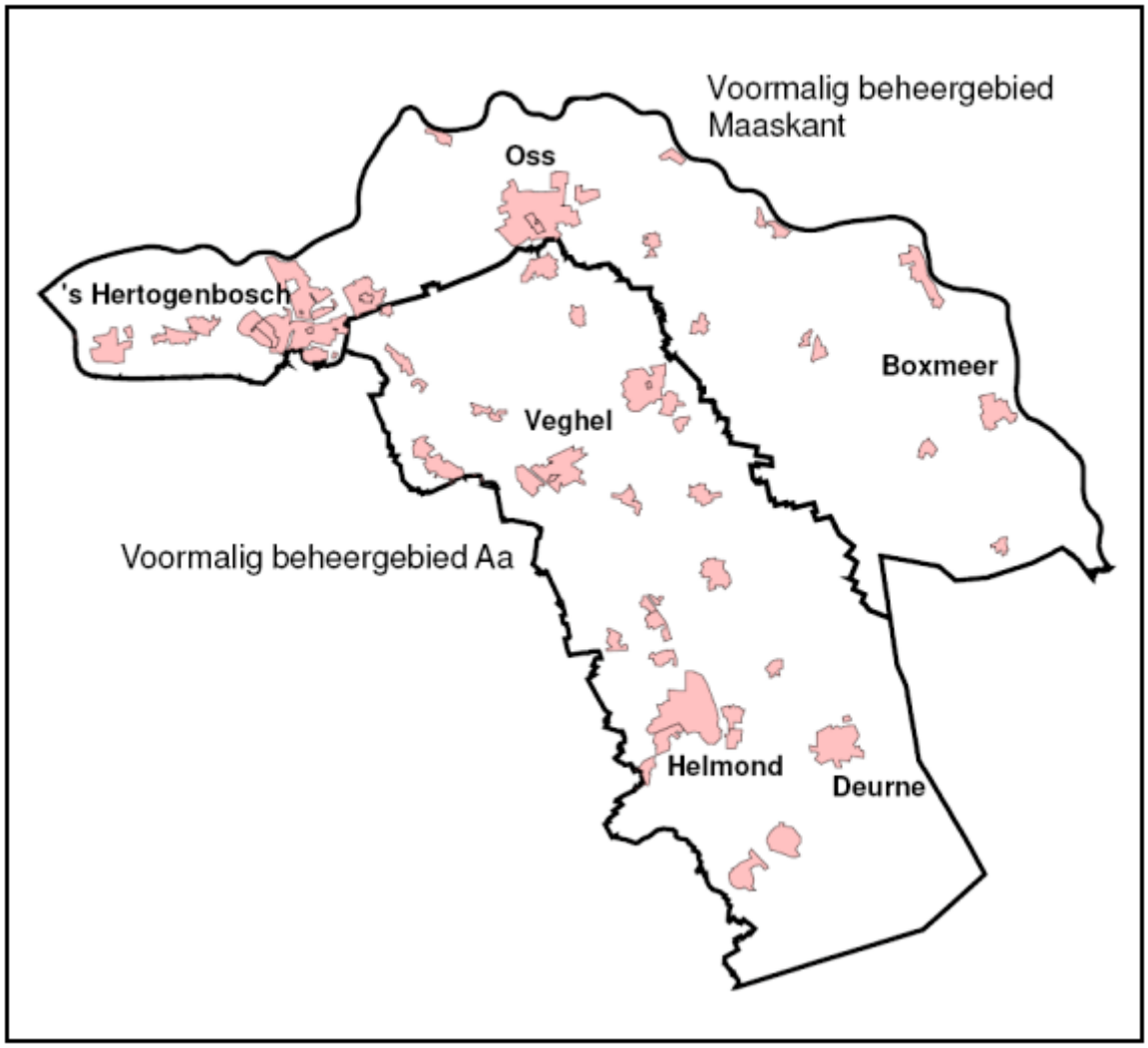
# 1. INLEIDING

## 1.1. Achtergrond

Wijst is een zeldzaam (Brabants) verschijnsel, met bijzondere geologische, hydrologische, ecologische, cultuurhistorische en aardkundige waarden. Wijst is ijzerrijke, basische, kwel veroorzaakt door een slecht doorlatende breuk. Wijst heeft een specifieke waterkwaliteit met onder andere een hoog ijzergehalte. Hierdoor is wijst bijvoorbeeld te herkennen aan de roestrode verkleuring in sloten. Overige visuele kenmerken van wijstgronden zijn hoogteverschillen, type vegetatie, natte gronden en de patronen van wegen en waterlopen.

In 2003 heeft het voormalige waterschap De Aa in zijn beheergebied een inventarisatie uitgevoerd van wijstgebieden ('Brabantse Wijstgronden in Beeld' Waterschap de Aa, 2003). De begrenzing van de wijstverschijnselen leverde bij de betrokken partijen veel discussie op. Het waterschap Aa en Maas wil daarom nu graag inzicht hoe betrouwbaar de destijds gekarteerde potentiële wijstgebieden zijn. Tevens wenst het waterschap de kartering uit te breiden naar zijn totale beheergebied, inclusief het beheergebied van het voormalige waterschap De Maaskant. Een afbeelding van beide beheergebieden is weergegeven in afbeelding 1.1.

**Afbeelding 1.1. Beheergebied waterschap Aa en Maas**



## 1.2. Doelstelling

Om te bepalen hoe betrouwbaar de geïnventariseerde wijstgronden zijn en wat de kansen zijn voor herstel, heeft Witteveen+Bos in september 2006 de opdracht gekregen van Waterschap Aa en Maas om een nadere inventarisatie van de wijstgebieden uit te voeren. Het onderzoek beslaat drie fasen:

- fase 1: quickscan wijstgebieden en uitbreiding kartering naar voormalig Maaskantgebied;
- fase 2: nader veldonderzoek om de wijstgebieden te begrenzen;
- fase 3: bepalen van de herstelkansen van de wijstgronden.

In het veldonderzoek in fase 2 zijn voor het voormalig beheergebied van waterschap de Aa de wijstgebieden type B en C2 (respectievelijk kwel in sloten met stuifduintjes en kwel in sloten zonder zichtbare breuk, zie hoofdstuk 2.4) meegenomen. Voor de overige typen zijn de wijstverschijnselen voldoende duidelijk ontwikkeld en bestaat geen twijfel over de aanwezigheid van deze wijstgronden.

## 1.3. Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 een geohydrologische beschrijving gegeven van het beheergebied Aa en Maas. Hoofdstuk 3 beschrijft de GIS verkenning die in de eerste fase heeft plaatsgevonden. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het nader onderzoek. In hoofdstuk 5 worden de herstelkansen van de wijstgebieden besproken. De betrouwbaarheid van de verschillende onderzoeksmethoden wordt in hoofdstuk 6 besproken, waarna in hoofdstuk 7 de conclusies van de inventarisatie naar wijstgebieden worden beschreven.

## 2. GEOHYDROLOGISCHE BESCHRIJVING

### 2.1. Geohydrologische beschrijving studiegebied

Het beheergebied van waterschap Aa en Maas ligt in een geologisch actief systeem waar sprake is van dalende en stijgende delen van de aardkorst. In het studiegebied ligt de hoger gelegen Peelhorst (stijgend deel van de aardkorst), omringd door de Roerdalslenk (ook wel Centrale Slenk) aan de westzijde en de Venloslenk aan de oostzijde. Op het grensvlak van stijgende en dalende delen ontstaan breuken in de ondergrond. De breuken in het beheergebied zijn ontstaan in de alpiene plooiingsfase in het Tertiair. Op dit moment ligt de basis van de tertiaire sedimenten in de Centraleslenk op een diepte van circa 2.000 m; in de Peelhorst slechts op een diepte van circa 200 - 400 m.

Om meer inzicht te krijgen in de bodemopbouw en het karakter van de breuk zijn twee profielen gemaakt die min of meer loodrecht op de oriëntatie van de breuken lopen (zie bijlage I en II). Ze geven een globale indruk van de aanwezigheid van breuken en de geologische formaties daartussen. De profielen zijn gemaakt op basis van boorbeschrijvingen en seismische gegevens en gaan tot een diepte van NAP - 50 m. Het eerste profiel heeft een NNO-ZZW oriëntatie en loopt door Keldonk, Kraanmeer, Uden, Zeeland en de Reeksche Heide; het tweede profiel heeft een NO - ZW oriëntatie en loopt door Beek en Donk, Gemert, Elsendorp, Oploo, St. Anthonis en Boxmeer.

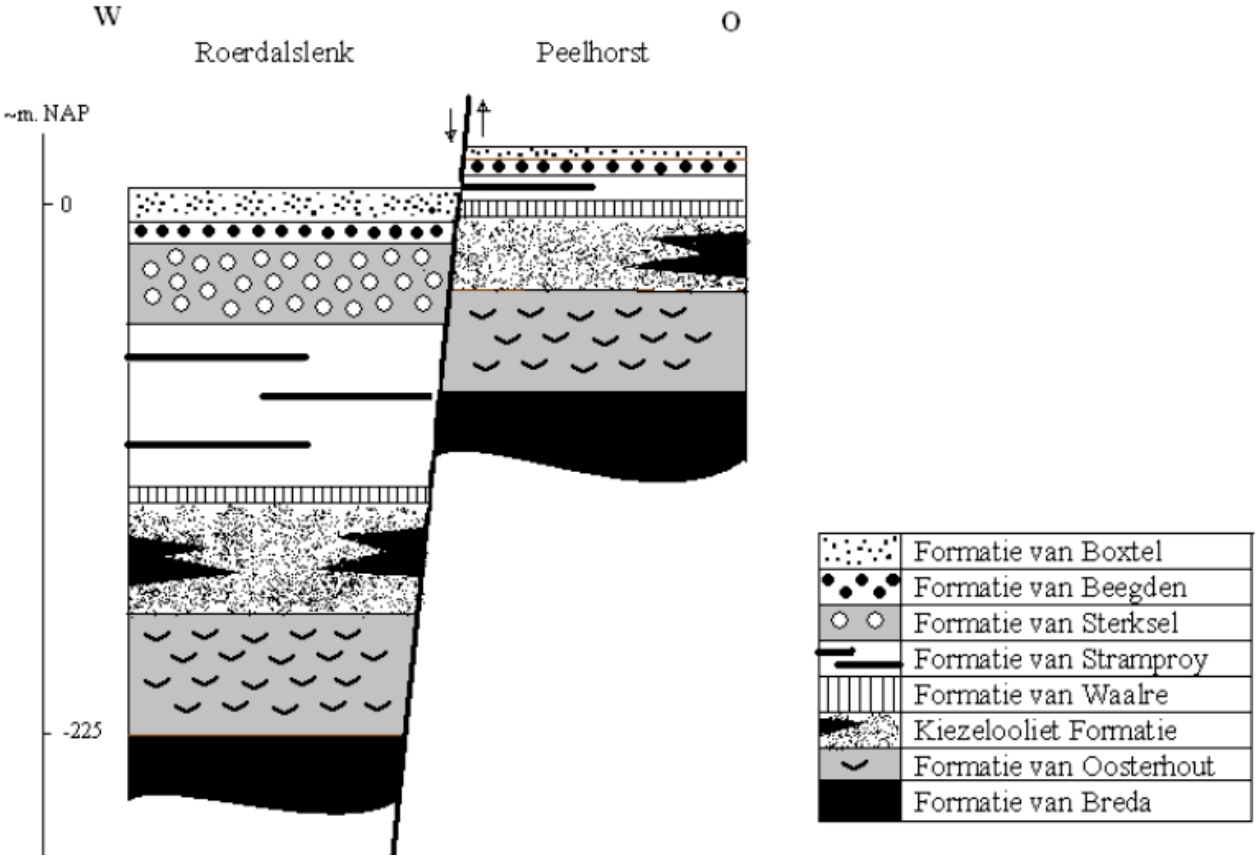
Tabel 2.1 geeft een overzicht van de in het gebied voorkomende formaties, de bijbehorende lithologie en de dieptes waarop de formaties op de Peelhorst en in de Roerdalslenk voorkomen. Hierbij zijn ze schematisch weergegeven in afbeelding 2.1.

**Tabel 2.1. Geologische schematisatie**

| stratigrafie* | lithologie | diepte (m NAP) Peel-Horst | diepte (m NAP) Roerdal Slenk |
|---|---|---|---|
| formatie van Boxtel | fijn zand, vaak slibhoudend en lemig, soms met grindsnoertjes, bovenin vaak zwart, sterk humeus en venig zand | circa 15 tot 20 | circa - 5 |
| formatie van Beegden | grof zandige en grindhoudende Maasafzettingen, met hier en daar leeminschakelingen en soms fijn zand | circa 10 | circa - 10 tot - 20 |
| formatie van Sterksel | grof en zeer grof zand met grind | - | circa - 50 |
| formatie van Stramproy | fijn en matig grof zand met dikke leembanken. Pyriet aanwezig | circa 0 | circa - 120 |
| formatie van Waalre | afwisseling van kleilagen en vaak grof, grindhoudend zand. Pyriet aanwezig | circa - 5 tot - 10 | circa - 130 |
| kiezeloöliet Formatie | afwisseling van grof en fijn zand, soms met grind en plaatselijk (dikke) kleiinschakelingen | circa - 20 tot - 30 | circa - 175 |
| formatie van Oosterhout | zandige klei en zand, soms met schelpen en plaatselijk glauconiet. Mariene afzetting | circa - 20 tot - 60 | circa - 225 |
| formatie van Breda | fijn zand met glauconiet. Bovenin vooral vaak verkittingen en in de diepere niveaus schelphoudend. Plaatselijk grof, bevat grind. Mariene afzetting | > - 60 m | > - 225 |

* De Kiezeloöliet formatie en de formatie van Oosterhout en Breda zijn van tertiaire ouderdom; de formatie van Boxtel, Beegden, Sterksel, Stramproy en Waalre zijn afgezet tijdens het Quartair.

**Afbeelding 2.1. Schematische weergave van de geologie rondom de Peelrandbreuk.**




De formatie van Breda wordt over het algemeen gezien als de basis van het hydrogeologische systeem. Deze formatie wordt gevormd door fijn zandige afzettingen van mariene oorsprong. De top van dit pakket is vaak verkit. Door de slechte doorlatendheid van dit pakket voor waterstroming, kan worden verondersteld dat er weinig tot geen horizontale grondwaterstroming plaatsvindt in deze formatie. De diepte waarop deze afzettingen worden aangetroffen, varieert sterk tussen de horst en de slenk. Terwijl op de Peelhorst deze afzettingen worden aangetroffen op een diepte van NAP -60 m, kan de diepte onder de slenk oplopen tot circa NAP - 225 m.

In de Roerdalslenk komen tot een diepte van circa NAP - 50 m de Formaties Boxtel, Beegden en Sterksel voor. Deze zijn over het algemeen beter doorlatend dan de oudere formaties die op dezelfde diepte op de Peelhorst voorkomen. De afzettingen die op gelijke diepte op de Peelhorst voorkomen behoren tot de formaties van Stramproy, Waalre, de Kiezeloöliet formatie en de formatie van Oosterhout. In deze formaties komen relatief veel afdekkende leem- en kleilagen voor. Dit betekent dat over het algemeen de afzettingen in de Roerdalslenk beter doorlatend zijn dan de Peelhorst.

Zoals tabel 2.1. aangeeft, bestaan een aantal formaties uit verschillende afzettingen. De geohydrologische situatie binnen een formatie kan op deze manier lateraal verschillen. Als de formatie van Waalre bijvoorbeeld op de ene plek veel grind bevat, is hij watervoerend, terwijl op een andere plek een kleilaag de afzetting slecht doorlatend maakt.

## 2.2. Locatie breuken in de ondergrond

In het beheergebied van waterschap Aa en Maas lopen diverse breuken in de ondergrond. Deze breuken lopen vrijwel allemaal van het zuidoosten richting het noordwesten. Enkele (kleinere) breuken lopen schuin weg van deze hoofdrichting. De belangrijkste breuken in het beheergebied zijn de Peelrandbreuk en de Raambreuk. Er zijn diverse bronnen die informatie leveren over de ligging van de breuken in de ondergrond. Binnen dit onderzoek zijn de volgende bronnen gebruikt:

- de breuken in REGISII, door TNO samen gesteld op basis van boringen;
- de breuken op de geomorfologische kaart;
- de breuken die gebruikt worden binnen het waterschap Aa en Maas, die eveneens gebruikt zijn in de inventarisatie Brabantse wijstgronden in beeld in 2003.

Er blijken grote verschillen aanwezig te zijn tussen de verschillende bronnen. Om duidelijkheid te krijgen over de precieze ligging van de breuken zijn twee profielen door het studiegebied loodrecht op de geologische structuur gemaakt. De geologische profielen zijn geconstrueerd op basis van:

- lithologische beschrijvingen van boringen (boorstaten) afkomstig uit het DINO loket;
- drie seismische profielen afkomstig van het DINO loket;
- een hellingenkaart afgeleid van een gefilterd hoogtemodel geleverd door het Waterschap.

Vooral de seismische informatie en het hoogtemodel bleken bruikbaar voor het afleiden van de ligging van de breuken. Michon en van Balen (2003) gebruiken hoogtemodellen voor het afleiden van het verzet van de Peelrandbreuk. Zij tonen aan dat het verzet langs de Peelrandbreuk varieert tussen de 120 en 184 mm per 1000 jaar. De profielbeschrijving en de ligging en helling van de breuken zijn opgenomen in bijlage I en II.

Uit de analyse van seismische data blijkt dat de ligging van de breuken in REGISII slechts als een globale indicatie mogen worden gevolgd. Uit de analyse wordt duidelijk dat een breukenpatroon dat aansluit bij de seismische gegevens beter past bij het voorkomen van de wijstgronden, zoals die zijn geselecteerd in de inventarisatie in 2003. Verder blijken de breuken op de morfologische kaart beter overeen te komen met deze seismische gegevens dan het breukenpatroon in REGISII.

Breukenkaarten tonen vaak zeer ver doorlopende, ongebroken lijnen. Ook in de REGISII kaart is dit het geval, maar het is zeer goed mogelijk en zelfs waarschijnlijk dat het in werkelijkheid zal gaan om ‘en-echelon’ verspringende breuken die elkaars werking overnemen, zonder dat er een doorlopend en aansluitend breukvlak hoeft te bestaan.

De breuken (bijlage II) zijn afschuivingen of rekbreuken en hellen in de richting van de verzakte schol. De hellingshoek van de breuken zal veelal in de orde van 60 á 70 graden met het maaiveld zijn. Deze helling is echter in de profielen niet zichtbaar door de verticale verschaling.

## 2.3. Wijstverschijnselen

### kenmerken van wijstverschijnselen

Gepaard met het voorkomen van breuken, worden in het gebied wijstverschijnselen aangetroffen. Dit is ijzerrijk grondwater dat als gevolg van een slecht waterdoorlatende, ondiepe breuk opkwelt. Zichtbare kenmerken in de sloten bestaan uit een ijzerrode kleur van het water, ijzerneerslag, een film van microorganismen (ook wel kwelvlies genoemd), en het vegetatietypen in de sloot die zijn aangepast op voedselarme omstandigheden of juist afhankelijk zijn van kwel (bijvoorbeeld Waterviolier die $CO_2$ gebruikt die via het grondwater wordt aangevoerd voor zijn fotosynthese). Op plekken waar de kwel erg sterk is, borrelt het grondwater in de sloten zichtbaar op. Overige visuele kenmerken van wijstgronden zijn hoogteverschillen, type vegetatie, natte gronden en de patronen van wegen en waterlopen.

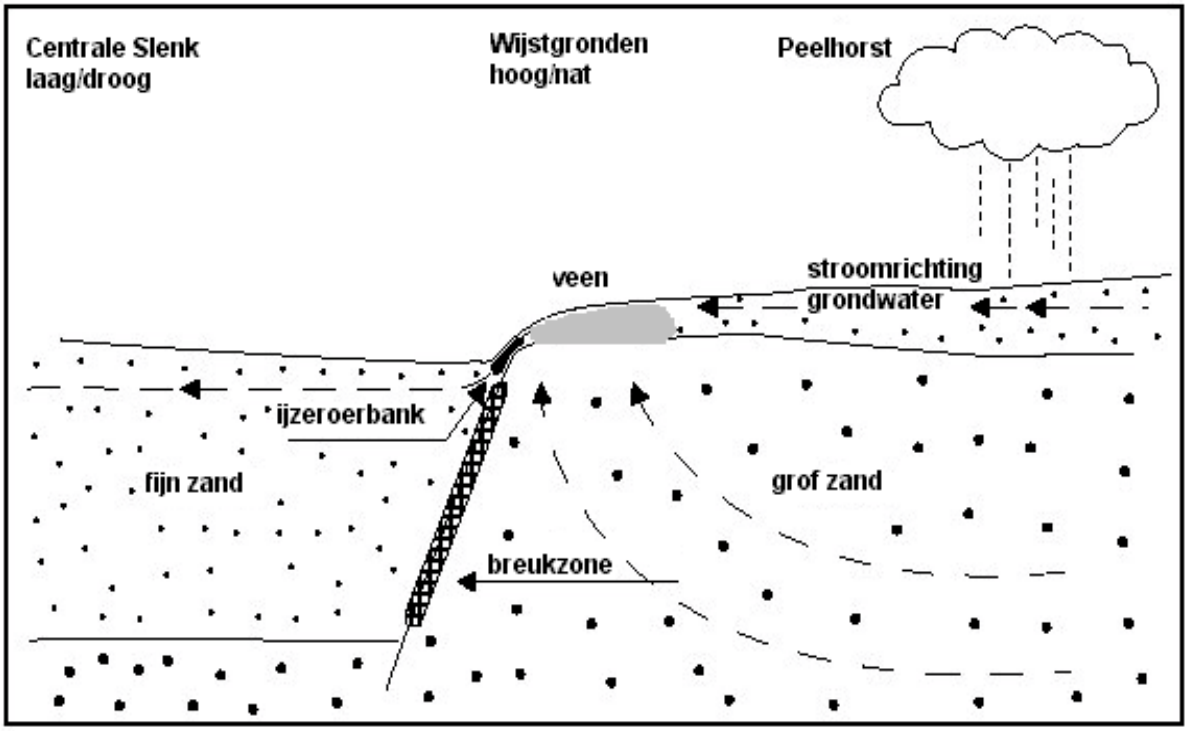
### ontstaan van wijstverschijnselen

Wijstverschijnselen kunnen ontstaan door drie mechanismen:

- versmering van klei of leemlaagjes langs het breukvlak;
- een overgang van grof (relatief goed doorlatend), naar fijn (relatief slecht doorlatend) sediment bij het breukvlak;
- de chemische neerslag van ijzeroxide langs het breukvlak.

Hierdoor ondervindt het grondwater een horizontale weerstand en stroomt het omhoog. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 2.2.

**Afbeelding 2.2. Grondwaterstroming rondom de Peelrandbreuk in het voormalig beheergebied de Aa**




**locatie wijstgebieden ten opzichte van de breuken**

Omdat grondwater ter plaatse van een breuk gedwongen wordt omhoog te stromen, komen wijstgronden alleen voor aan de bovenstroomse kant van de breuken. Gebaseerd op het isohypsenpatroon binnen het beheergebied (zie bijlage III, bron: WOP (Water als Ordenend Principe) wordt duidelijk dat de grondwaterstromingsrichting in het beheergebied voornamelijk twee kanten op stroomt. In het beheergebied van het voormalige waterschap de Aa stroomt het grondwater richting het noordwesten, waardoor de wijstgebieden voorkomen aan de oostzijde van de breuk. In het beheergebied van het voormalige waterschap de Maaskant stroomt het grondwater voornamelijk richting het noordoosten. Dit impliceert dat de wijstgronden ten westen van de breuk kunnen worden aangetroffen. In het veld zijn soms duidelijke verschillen te zien tussen natte en droge plekken, die respectievelijk bovenstrooms en benedenstrooms van de breuk voorkomen.

**kwaliteit wijstwater**

Over het algemeen wordt wijstwater gekarakteriseerd als voedselarm, kalkarm water met een hoog gehalte aan ijzer, nikkel en sulfaat (Waterschap de Aa, 2003). Na infiltratie van regenwater in de intrekgebieden rondom een wijstgebied, zal het water door verschillende formaties stromen richting het wijstgebied. Gedurende dit transport wordt het water verrijkt met de bovengenoemde metalen. Het is waarschijnlijk dat de verrijking met ijzer plaats vind in de afzettingen die behoren tot de formatie van Stramproy en Waalre. Deze afzettingen bevatten namelijk veel pyriet, een ijzerhoudend mineraal. Door chemische verwering/ oplossing komt het ijzer in het grondwater terecht, waarna het door het opkwellende

grondwater richting maaiveld wordt getransporteerd. Wanneer dit ijzerrijke grondwater in contact met zuurstof komt, zal het ijzer oxideren. In de sloten is dit zichtbaar door de kenmerkende rode kleur van de wijstgronden. Door de oxidatie en neerslag van ijzer is het mogelijk dat in het oppervlaktewater lagere concentraties worden aangetroffen.

## 2.4. Typering wijstgronden

In de inventarisatie van wijstgebieden in het voormalig beheergebied de Aa zijn de wijstgebieden getypeerd op basis van de hoeveelheid kwel en de zichtbaarheid van de breuk (zie afbeelding 2.3).

**Afbeelding 2.3 Onderverdeling wijstgronden (bron: Brabantse wijstgronden in beeld)**

| Mate van kwel ▶ / Zichtbaarheid breuk ▼ | Kwel tot in maaiveld | Kwel in de sloten | Geen kwel |
|---|---|---|---|
| Terreintrede glooiing | Wijstgronden type **A1** | Wijstgronden type **A2** | Zichtbare breuk, geen wijstgrond, maar wel waardevol |
| Stuifduinen | Deze komen naar verwachting niet voor | Wijstgronden type **B** | Geen wijstgrond |
| Niet meer zichtbaar | Wijstgronden Type **C1** | Wijstgronden Type **C2** | Geen wijstgrond |
| Niet meer zichtbaar door bebouwing | Wijstgronden Type **D** | Wijstgronden Type **D** | Geen wijstgrond |

Deze typering is verder ook gebruikt voor de indeling van gebieden in het voormalige Maaskantgebied.

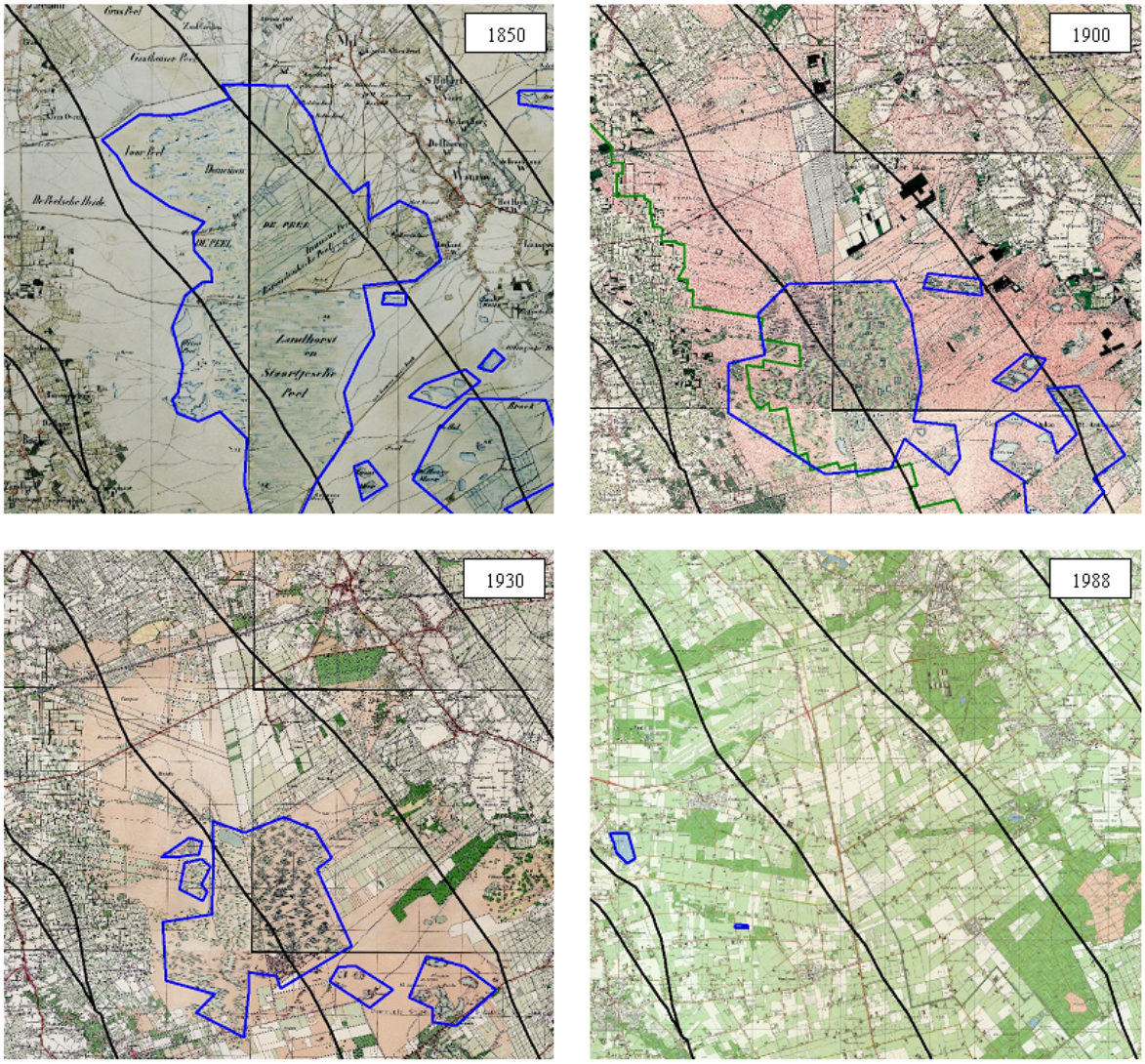
## 2.5. Historische ontwikkeling studiegebied

In Brabant is het verschijnsel wijst al vanuit de Middeleeuwen bekend. Toponiemen op historische kaarten zoals Broekstraat, IJzerbroek of Sprengen verwijzen hiernaar. De gebieden waren toentertijd bekend om hun natte en drassige omstandigheden, veroorzaakt door de aanwezigheid van de waterremmende breuken in de ondergrond. Deze breuken vertraagden de afvoer van het neerslagoverschot in het tussenliggende gebied en zorgden tevens voor het opkwellen van het grondwater in een zone stroomopwaarts langs de breuk.

Deze natte omstandigheden zorgden er tevens voor dat de mineralisatie van organische stof werd geremd en resulteerde zo in het ontstaan van veengebieden. Op oude topografische kaarten uit 1840-1850 is dat ook duidelijk te zien: tussen de breuken liggen erg drassige gebieden (veel plassen en vennen) en bestaat de ondergrond voornamelijk uit veen. Na 1850 wordt Nederland in toenemende mate in cultuur gebracht. In veel wijstgebieden hebben allerlei waterhuishoudkundige ingrepen plaatsgevonden om zo de natte gronden geschikt te maken voor de landbouw, zoals intensieve ontwatering, ruilverkaveling en veenontginning. Door deze maatregelen zijn de kenmerkende verschillen aan de beide zijden van de breuk grotendeels verdwenen en komt de kwel niet meer tot in het maaiveld.

Ter illustratie is in afbeelding 2.4 een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de Peel ten zuiden van Zeeland tussen 1840 en 1988. In blauw zijn de natte en drassige (veen)gebieden weergegeven.

**Afbeelding 2.4. Historische ontwikkeling de Peel**




Hieruit wordt duidelijk dat er in de afgelopen 150 jaar het gebied ingrijpend is veranderd. Waar in 1850 nog meer dan 50 % van het gebied wordt gekenmerkt door natte en drassige omstandigheden, is in 1988 hier nog maar weinig van terug te vinden. Uit afbeelding 2.5 wordt ook duidelijk dat het hele gebied tussen de breuken wordt gekenmerkt door natte omstandigheden. Waarschijnlijk waren de breuken zo waterremmend dat niet in alleen in een smalle zone stroomopwaarts van de breuk, maar in het hele gebied tussen de breuken zich veen kon ontwikkelen. De afbeelding laat ook zien dat er een behoorlijke versnippering van de natte gebieden opgetreden is. Deze versnippering zou representatief kunnen zijn voor de huidige situatie van het hele beheergebied. De veranderingen hebben plaatsgevonden door handelen van de mens. In de toekomst opnieuw ingrijpen zal betrekking hebben op herstelmogelijkheden van deze gebieden.

## 3. GIS-VERKENNING MAASKANT-GEBIED

Voorafgaande aan het veldwerk is er voor het voormalige beheergebied van waterschap De Maaskant een verkenning geweest naar gebieden die wijstverschijnselen vertonen. Hierbij is gebruik gemaakt van GIS analyse en informatie van lokale gebiedskenners. De wijstkartering aan in het voormalig Maaskantgebied heeft plaatsgevonden in twee stappen. Allereerst is er een selectie van mogelijke wijstgebieden gemaakt aan de hand van GIS analyse en lokale gebiedskennis. Daarna zijn deze gebieden verder geclassificeerd naar de mate van waarschijnlijkheid van het voorkomen van een wijst.

### 3.1. Gebruikte data

Voor de verkenning van de wijstgebieden is gebruik gemaakt van geografische informatie aangeleverd is door het waterschap en de provincie. In bijlage IV is een beschrijving opgenomen van de gebruikte informatie. In tabel 3.1. wordt een overzicht gegeven van alle mogelijke kenmerken die met behulp van het GIS-onderzoek zijn waargenomen. Daarbij wordt tevens aangegeven welke informatiebron gebruikt is om de kenmerken te lokaliseren.

**Tabel 3.1. Overzicht beschikbare en toegepaste karteringsmethoden**

| kenmerken | | zoekcriterium | gebruikte bron |
|---|---|---|---|
| intrinsiek | locatie wijstgebied | < 1 km afstand van breuk | REGISII |
| | hoge grondwaterstand | COLN klasse zomer: 0 - 50 cm - mv | COLN data (1952-1955) |
| | | GLG: 0 - 50 cm – m.v. | GXG |
| | | Grondwatertrap I, II of III | GT en GD kaart |
| | Kwelsituatie | kwel | WOP kwelgebied en slootkwel |
| | | verkleuringen bodem | luchtfoto's |
| | drainage | intensief gedraineerd | watergangen waterschap Aa/ Maas |
| | ijzerrijk grondwater | aanwezigheid gleyverschijnselen | Bodemkaart (1970-1980) |
| | 'waterval' | grote sprong in isohypsenpatroon | GXG, WOP stijghoogte |
| landschappelijk | hoogteverschillen | AHN - gradiënt > 0,1 m/m | AHN |
| | | horstplateau/ glooiing | Geomorfologische kaart |
| | | geen beekdal | Geomorfologische kaart |
| | drassige gebieden | veengebied, plassen, toponiem, afwisseling droge en natte gebieden | Oude topografische kaarten<br>Militaire kaart (1834-1840)<br>Bodemkaart (1970-1980) |
| | topografie | knik in wegen/ watergangen/ veranderingen in verkaveling/ omgrachte boerderijen | (Oude) topografische kaarten<br>Luchtfoto's |
| vegetatie | natte vegetatie | voorkomen van riet/ kwelvegetatie | LGN3/ LGN4/ Gewassenkaart |
| | | scherpe vegetatiegrenzen langs breuk | |
| | | weinig begroeide bodems | |

### 3.2. Stap 1: Selectie gebieden

Om een eerste selectie van mogelijke wijstgebieden te maken is gebruik gemaakt van de GIS-informatie. De gebieden zijn bepaald aan de hand van de volgende objectieve criteria:

- gebieden binnen een straal van 1 km rond de door TNO aangegeven breuk (REGISII, voldoende nauwkeurig op deze schaal);
- gebieden met een grondwatertrap van I, II of III in 1987 of 2000 (gebieden die liggen in beekdalen zijn uit de selectie verwijderd);
- gebieden waar sprake is van kwel (inclusief kwel in sloten).

Uit deze GIS-analyse volgen 27 gebieden. Deze zijn door de gebiedskenners veelal bevestigd en aangevuld met 12 locaties die niet op basis van de GIS-analyse zijn gedetecteerd. In totaal zijn 39 gebieden binnen het voormalige beheergebied van de Maaskant geselecteerd voor nader onderzoek.

### 3.3. Stap 2: Classificatie wijstgebieden

Op basis van de beschikbare informatie zijn de geselecteerde mogelijke wijstgebieden verdeeld in drie groepen:

- gebieden waar wijst **waarschijnlijk** voorkomt;
- gebieden waar wijst **mogelijk** voorkomt;
- gebieden waar **geen wijst** voorkomt[1].

Er zijn voor de verschillende databronnen criteria opgesteld waarvoor geldt dat er mogelijk sprake is van wijst. Deze criteria zijn weergegeven in tabel 3.2. Op basis van deze criteria zijn de verschillende gebieden 'gescoord' naar de waarschijnlijkheid van wijstvoorkomen. De totale score is berekend als de som van de toegekende waarden aan bovengenoemde criteria. Op basis van de totale score zijn de gebieden onderverdeeld in verschillende groepen:

- de gebieden waar wijst waarschijnlijk voorkomt: gebieden met een totale score groter dan 4;
- de gebieden waar wijst mogelijk voorkomt: gebieden met een totale score tussen 1 en 4;
- gebieden met een totale score lager dan 1 zijn geclassificeerd als waarschijnlijk geen wijst.

Tijdens de classificatie zijn de gebieden geanalyseerd op basis van de aanwezige historische gegevens, het drainagepatroon, de bodemkaart, de luchtfoto's, de COLN - kartering en de berekende GLG. Er is aan de gebieden een score toegekend. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in bijlage IV.

**Tabel 3.2. Criteria classificatie gebieden**

| criterium | sterke aanwijzing geen wijst (score = -1) | mogelijk wijst (score = 0) | sterke aanwijzing wijst (score = 1) |
|---|---|---|---|
| historische situatie | n.v.t. | niet nat | nat/ drassig/ veen |
| drainagestelsel/ ontwatering | n.v.t. | matig/ weinig | intensief |
| aanwezigheid gley verschijnselen | n.v.t. | niet aanwezig | aanwezig |
| verkleuring op luchtfotos | vrijwel niet aanwezig | matig tot zwak | sterk |
| COLN - klasse | klasse > 100 cm - mv | klasse < 100 cm - mv | klasse < 50 cm - mv |
| GLG | GLG > 100 cm - mv | GLG < 100 cm - mv | GLG < 50 cm - mv |
| veen aanwezig | | veen niet aanwezig | veen wel aanwezig |

De volgende informatiebronnen bleken niet geschikt om wijstverschijnselen te lokaliseren:

- landgebruik (LGN3 en LGN4) en gewassenkaart: het recente landgebruik in het studiegebied bevat geen gebieden met kenmerkende natte (kwel)vegetatie;
- WOP natte gebieden, inundatie en gegevens oppervlaktewater: de kaarten geven geen informatie over de aanwezigheid van natte en drassige gebieden in zones langs de breuk;
- drainagegegevens: bestand verouderd en niet compleet.

In tabel 3.3. worden de resultaten weergegeven van de GIS-analyse. In deze tabel zijn alleen de gebieden opgenomen waar waarschijnlijk tot mogelijk wijst wordt aangetroffen. De overige geïnventariseerde gebieden zijn opgenomen in bijlage V. In deze bijlage is tevens opgenomen hoe de geselecteerde gebieden scoren op de criteria uit tabel 3.2.

[1] gebieden waar zogenaamde stippels worden aangetroffen vallen ook in deze categorie. Deze gebieden zijn uit landschappelijk oogpunt wel waardevol maar voldoen niet aan de kenmerken van wijst.

**Tabel 3.3. Overzicht wijst zoekgebieden GIS-verkenning Maaskant-gebied**

| naam | dorpskern | classificatie |
|---|---|---|
| Het Broek | Herpen | waarschijnlijk wijstgebied |
| Het Broek/Graspeel | Zeeland | waarschijnlijk wijstgebied |
| St. Anthonis Peel | Westerbeek | waarschijnlijk wijstgebied |
| ten W van Westerbeek | Westerbeek | waarschijnlijk wijstgebied |
| Wilhelminahoeve | Overloon | waarschijnlijk wijstgebied |
| Beerse Weg | Bruggen | mogelijk wijstgebied |
| Bruggen-Vliertwijk | Rosmalen | mogelijk wijstgebied |
| De Geer | Berghem | mogelijk wijstgebied |
| Grote Baan | Venhorst/Langhorst | mogelijk wijstgebied |
| Hoefgraaf | Heeseind | mogelijk wijstgebied |
| Hondsberg | Overloon | mogelijk wijstgebied |
| Ijzerbroekweg | St. Hubert | mogelijk wijstgebied |
| Nieuwveld | Zeeland | mogelijk wijstgebied |
| Noordhoek-Staartwijk | Odiliapeel | mogelijk wijstgebied |
| Pince Peel-Groespeel | Wilbertoort | mogelijk wijstgebied |
| Stevensbeek | Oploo | mogelijk wijstgebied |
| ten Z van Langendonk | Oss | mogelijk wijstgebied |
| Walsertsche Broek | Wanroij | mogelijk wijstgebied |

Van de geselecteerde gebieden worden 5 gebieden geclassificeerd als waarschijnlijk wijstgebied en 13 gebieden als mogelijk wijstgebied (totaal 18). De overgebleven gebieden vallen niet onder de genoemde criteria en worden daarom geclassificeerd als geen wijstgebied.

# 4. NADER ONDERZOEK

## 4.1. Inleiding

In fase 2 zijn de in de vorige fase geïdentificeerde potentiële wijstgebieden nader onderzocht in het veld. De veldwerkzaamheden zijn in twee stappen uitgevoerd:

- **Quickscan Maaskant:** In de eerste stap zijn de gebieden aangedragen door gebiedskenners en uit de GIS analyse in het veld bezocht. Tijdens deze quickscan is gelet op visuele kenmerken van wijst en beoordeeld of een aanvullend veldonderzoek nuttig is;
- **Nader veldonderzoek:** De geselecteerde gebieden zijn de gebieden waarin wijstverschijnselen zijn aangetroffen nogmaals bezocht tijdens een uitgebreider veldonderzoek.

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het veldonderzoek.

## 4.2. Quickscan voormalig beheergebied Maaskant

Het veldonderzoek is gestart met het bezoeken van 29 geselecteerde gebieden, waarbij gericht gezocht is naar visuele kenmerken van wijst (roodkleuring, microfilm, Fe-neerslag, kwel aan maaiveld). Om een zo goed mogelijk beeld van het gebied te krijgen, zijn tijdens de quickscan de sloten loodrecht en bovenstrooms op de breuk bezocht. Aangenomen wordt dat op deze plekken wijstverschijnselen het meest waarschijnlijk voorkomen.

Van de 29 gebieden zijn:

- 5 gebieden bezocht vanwege een ‘waarschijnlijk wijst’ classificatie op basis van de GIS-analyse;
- 13 gebieden bezocht vanwege een ‘mogelijk wijst’ classificatie op basis van de GIS-analyse;
- 11 gebieden bezocht op aanwijzing van lokale gebiedskennis.

Gebieden die op basis van dit veldbezoek geen zichtbare wijstverschijnselen toonden, zijn verder niet onderzocht. Gebieden waarbij duidelijk wijstverschijnselen werden aangetroffen, of waar onduidelijkheid bestond over de aanwezigheid van wijst, zijn tijdens een uitgebreider veldbezoek nader onderzocht. De resultaten van deze quickscan in het veld zijn opgenomen in bijlage VI.

Op basis van de GIS analyse en de aanvullende quickscan in het veld zijn 11 gebieden in het voormalig Maaskantgebied geselecteerd om een nader veldonderzoek uit te voeren: de Bergen, de Geer, Graspeel, het Broek, IJzerbroekse weg, Nieuwveld, Princepeel, Rusven, St. Anthonispeel, Westerbeek, en de Wilhelminahoeve. De Tovensche Beek is hier later nog aan toegevoegd, op basis van informatie van lokale gebiedskenners. In dit gebied is dus geen quickscan uitgevoerd.

## 4.3. Nader veldonderzoek wijstgebieden

### 4.3.1. Werkwijze

In totaal zijn er 12 gebieden aan het voormalige Maaskant beheergebied en 27 in het voormalige Aa beheergebied nader onderzocht. De 12 gebieden in het voormalig Maaskantgebied zijn geselecteerd op basis van de quickscan. De gebieden in het voormalig Aa beheergebied zijn geselecteerd op basis van het type waarin ze volgens de typering uit het onderzoek ‘Brabantse Wijstgronden in Beeld’ (zie afbeelding 2.3). Van de typen A1, A2 en C1 is duidelijk dat er op deze plekken wijst voorkomt. In de gebieden St. Annabos, Noordelijke Wijst, Graspeel en Geneneind lopen bovendien al projecten met betrekking tot wijst. Een nadere inventarisatie was nodig voor de typen B en C2, waarvan het niet zeker was of hier wijst voorkomt. Hierbij is St. Annabos, als uitzondering, wel bezocht, om de meetmethode te testen.

In de totaal 39 geselecteerde gebieden zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- waarnemen visuele kenmerken van wijst en breuk, met name;
  - kwel tot aan maaiveld;
  - kwel in slootjes (roodkleuring, microfilm, ijzer neerslag);

- gaafheid breuk en aanwezigheid doorsnijdingen (buisdrainage, diepte sloten, ploegen);
- verkrijgen indicatie waterkwaliteit (elektrische geleidbaarheid slootwater, lakmoes papiertjes voor ijzer en nitraat);
- geofysische veldmetingen (temperatuurprofilering).

De breuk is in detail gekarteerd met temperatuurprofilering van de bodems van sloten loodrecht op de breuk. Dit is een door de Vrije Universiteit Amsterdam ontwikkelde methode waarbij met een prikstok tot circa 0,5 m in de slootbodem wordt geprikt en de temperatuur wordt gemeten (zie Bense, 2004). Het principe van de metingen berust op het gegeven dat de temperatuur van diep grondwater weinig wordt beïnvloed door seizoensfluctuaties. Hierdoor geeft de temperatuur van het grondwater direct onder de slootbodem een indicatie van de kwel of infiltratiesituatie. Als de temperatuur in de slootbodem gelijk is aan de temperatuur van het slootwater, is er sprake van een infiltratiesituatie. Als de temperatuur van de waterbodem gelijk is aan die van het diepere grondwater is er sprake van een kwelsituatie.

Ook de EC-waarde van het diepere grondwater is doorgaans hoger dan de EC-waarde van het oppervlaktewater, tenzij deze sterk is beïnvloed door input vanuit de landbouw. Uit de mate waarin de temperatuur varieert kan de kwelflux later worden berekend. Door een profiel loodrecht op een geologische breuk 'te prikken' kan de ligging van een breuk idealiter vrij nauwkeurig worden gekarteerd.

Gebaseerd op de waarnemingen en metingen is per geselecteerd gebied een korte beschrijving gemaakt van de landschappelijke kenmerken. Vervolgens is een overzicht gemaakt van alle uitgevoerde metingen en waarnemingen. De resultaten van de metingen zijn ook op coördinaat/ luchtfoto weergegeven, zodat duidelijk wordt op welke locaties metingen zijn uitgevoerd.

### 4.3.2. Resultaten

De resultaten van dit veldonderzoek zijn per gebied weergegeven in bijlage VII. Per geselecteerd gebied wordt een korte beschrijving gegeven van de landschappelijke kenmerken, alsook een overzicht van de metingen die op de locatie zijn uitgevoerd. De resultaten worden tekstueel en grafisch (op de luchtfoto) weergegeven.
Algemene waarnemingen zijn:

- Op plekken waar zichtbare kenmerken voor wijstverschijnselen zijn waargenomen, is de grondwatertemperatuur aan de bovenstroomse kant van de breuk hoger dan aan de benedenstroomse kant;

- Een toename in de EC waarde van het slootwater loop niet altijd gelijk met een toename in de grondwatertemperatuur. Een verklaring hiervoor kan zijn dat invloeden aan het oppervlak de EC waarde sterker beïnvloeden dan dat het grondwater kan doen;
- Een toename in de ijzerconcentratie van het slootwater loopt vaak wel ongeveer, maar ook niet altijd gelijk met de toename in de grondwatertemperatuur. Dit kan verklaard worden door een relatief snelle stroomsnelheid van het slootwater of chemische neerslag van ijzeroxide.

Op basis van het veldonderzoek zijn de gebieden gekarteerd voor het beheergebied Aa en Maas. Voor een overzicht van alle gekarteerde gebieden wordt verwezen naar de kaart in bijlage VII. De gebieden zijn ingetekend op basis van de veldmetingen. Op plekken waar een temperatuurprofiel is gezet kan over het algemeen met zekerheid worden gezegd of er sprake is van een wijstgebied of niet. Op basis van overige waarnemingen naar kwelindicatoren in de omgeving van het temperatuurprofiel is vervolgens het gebied waar zeker wijst voorkomt ingetekend. Zijn er verder geen metingen gedaan of vertoonden alle andere sloten geen kwel indicatoren dan is het gebied slechts ingetekend op de percelen aanliggend op de gemeten sloot.

Van de 39 in het veld onderzochte gebieden, zijn na het veldonderzoek 23 gebieden overgebleven die gekarakteriseerd kunnen worden als wijstgebied. Om een volledig beeld te geven zijn de van het voormalig beheergebied de Aa de 16 gebieden die in 2003 als type A1, A2, C1 en D zijn aangewezen,

overgenomen in de nieuwe kartering. In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van alle resultaten van het onderzoek. Hierbij is

**Tabel 4.1. Resultaten veldonderzoek wijstgebieden (definitieve kartering)**

| Voormalig beheergebied | gebied | dorpskern | Onderzocht | Oude typering / GIS klasse [1] | nieuwe typering |
|---|---|---|---|---|---|
| Aa | Biesdeel | Deurne | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Biesthoek | Volkel | ja | C2 | C2 |
| Aa | Breuk van Grientsven | Milheeze | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | De Rakt | Helmond | ja | B | geen wijst |
| Aa | Dompthoorn | Handel | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Donzel 1 | Nistelrode | ja | C2 | A2 |
| Aa | Donzel 4 | Nistelrode | ja | C2 | C2 |
| Aa | Esdonk | Gemert | ja | C2 | C2 |
| Aa | Hertsberg | Vlierden | ja | B | geen wijst |
| Aa | Huize Padua | Boekel | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Kantje | Nistelrode | ja | C2 | C2 |
| Aa | Kaweide | Milheeze | ja | C2 | A2 |
| Aa | Knokerd | Uden | ja | C2 | C2 |
| Aa | Koeweideweg | Neerkant | ja | C2 | A2 |
| Aa | Moleneind | Uden | ja | C2 | D? |
| Aa | Molenhuisweg | Deurne | ja | B | geen wijst |
| Aa | Peelse Huis | Volkel | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Regenweg | Liessel | ja | C2 | C2 |
| Aa | Roije Hoef | Gemert | ja | C2 | C2 |
| Aa | Soeloop | Liessel | ja | C2 | C2? |
| Aa | St. Annabos | Uden | ja | A1 | A1 |
| Aa | Steenovenwijer | Milheeze | ja | C2 | C2? |
| Aa | Stippelberg | Rips | ja | B | geen wijst |
| Aa | Strijbosch | Handel | ja | B | geen wijst |
| Aa | t Goor | Deurne | ja | C2 | C2 |
| Aa | Wijst Peelse loop | Gemert | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Zevenbergen | Nistelrode | ja | C2 | geen wijst |
| Aa | Arendsnest | Boekel | nee | C1 | C1 |
| Aa | Donzel 2 | Nistelrode | nee | A2 | A2 |
| Aa | Donzel 3 | Nistelrode | nee | C1 | C1 |
| Aa | Dooleggen | Boekel | nee | D | D |
| Aa | Geneneindse Heide Noord | Bakel | nee | C1 | C1 |
| Aa | Geneneindse Heide Zuid | Bakel | nee | A1 | A1 |
| Aa | Heitrak | Neerkant | nee | A2 | A2 |
| Aa | Hengstheuvel | Uden | nee | A2 | A2 |
| Aa | Het Loo | Nistelrode | nee | A2 | A2 |
| Aa | Kooldert | Uden | nee | C1 | C1 |
| Aa | Nistelrode zuid | Nistelrode | nee | A2 | A2 |
| Aa | Noordelijke wijst 1 | Uden | nee | A1 | A1 |
| Aa | Noordelijke wijst 2 | Uden | nee | A1 | A1 |
| Aa | Slabroek | Uden | nee | C1 | C1 |
| Aa | t Riet | Deurne | nee | A2 | A2 |
| Aa | Wijken Melle, De Hoeven | Uden | nee | D | D |
| Maaskant | de Bergen | Wanroij | ja | zeker wijst | A2/B? |
| Maaskant | de Geer | Berghem | ja | mogelijk wijst | geen wijst |
| Maaskant | Graspeel | Zeeland | ja | zeker wijst, C1 | C2 |

| Voormalig beheergebied | gebied | dorpskern | Onderzocht | Oude typering / GIS klasse [1] | nieuwe typering |
|---|---|---|---|---|---|
| Maaskant | het Broek | Herpen | ja | mogelijk wijst | geen wijst |
| Maaskant | Ijzerbroekseweg | St. Hubert | ja | mogelijk wijst | C2 |
| Maaskant | Nieuwveld | Zeeland | ja | mogelijk wijst | C2 |
| Maaskant | Princepeel | Odiliapeel | ja | mogelijk wijst | C2? |
| Maaskant | Rusven | Zeeland | ja | geen wijst, C2 | C2 |
| Maaskant | St. Anthonispeel | Oploo | ja | zeker wijst | A2 |
| Maaskant | ten W van Westerbeek | Westerbeek | ja | zeker wijst | C2 |
| Maaskant | Tovensche beek | St. Anthonis | ja | mogelijk wijst | geen wijst |
| Maaskant | Wilhelminahoeve | Overloon | ja | zeker wijst | C2 |

1: Voor de gebieden in het voormalig Aa-gebied is de typering uit Wijstgronden in Beeld weergegeven. Voor de gebieden uit het voormalig Maaskant gebied is de classificatie uit de GIS analyse weergegeven.

In de onderzochte locaties zijn, met uitzondering van het St. Annabos, geen wijstgronden aangetroffen waar het kwel tot aan maaiveld komt (type A1 of C1). De typering A1 of C1 is afhankelijk van de aanwezigheid van een zichtbare breuk. Opgemerkt wordt dat voor het voormalige gebied de Aa geen wijstgebieden met type A1 of C1 zijn onderzocht.

Wijstgronden van het type B in de inventarisatie van 2003 worden niet geclassificeerd als wijstgrond door de afwezigheid van wijst indicatoren. In de bezochte stuifduingebieden staat de grondwaterstand ver onder maaiveld, staan de sloten droog en is er geen sprake van kwel. Uit de WOP kaart blijkt verder dat veel van deze gebieden infiltratiegebieden zijn.

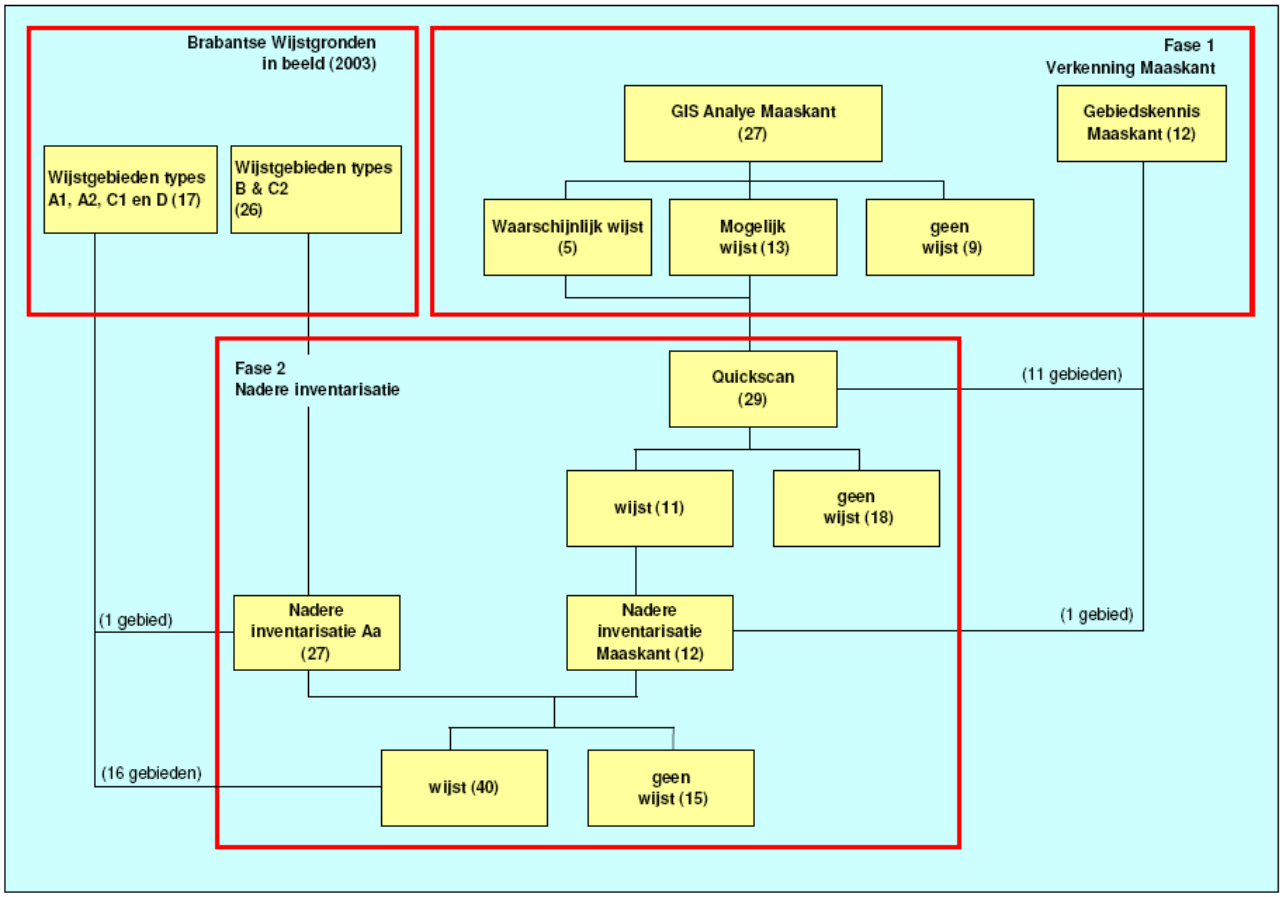
Tussen een aantal gebieden aan de Maaskant van het beheergebied zijn extra waarnemingen gedaan naar kwelindicatoren om de vraag te beantwoorden of deze gebieden met elkaar verbonden zijn. Deze kwelzones zijn ook aangegeven op de kaart. Ook aan in het voormalig Aa gebied zijn dergelijke grotere kwelzones te verwachten. Wanneer er gekeken wordt naar de ligging van de breuken en de daar langs voorkomende wijstgebieden zouden er eventueel relaties kunnen bestaan tussen:
- de Regenweg, de Soeloop, de Koeweideweg en de Heitrak, ten zuiden van Deurne;
- Geneneindse Heide Noord en Geneneindse Heide Zuid, ten noorden van Bakel;
- Het Loo, Slabroek, Hengstheuvel en Wijken Melle, ten noordoosten van Uden;
- van Donzel 1 tot aan Knokerd b, ten westen van Nistelrode en Uden.

### 4.3.3. Samenvatting nadere inventarisatie

De nadere inventarisatie van de wijstgebieden is een organisch proces gebleken. De wijstgebieden waar veldwerk is uitgevoerd zijn op basis van het onderzoek wijstgronden in beeld uit 2003, op basis van de GIS-analyse en gebiedskennis beschreven in hoofdstuk 3, geselecteerd

Het proces is geïllustreerd in afbeelding 4.1. In de afbeelding staan de verschillende werkstappen weergegeven en illustreert het ‘trechteren’ van de onderzochte gebieden naar 40 gebieden waar sprake is van wijst. Van de totaal 82 gebieden waar mogelijk wijst voor zou komen zijn er 40 locaties gedefinieerd als wijstgebied. Opgemerkt wordt dat veel van de afgevallen gebieden (bijvoorbeeld de stuifduingebieden) wel bijzondere landschappelijk kwaliteiten bezitten. Maar door afwezigheid van kwelindicatoren niet als wijst kunnen worden aangemerkt.

**Afbeelding 4.1. Samenvatting proces nadere inventarisatie wijstgebieden**




## 4.4. Kartering infiltratiegebieden

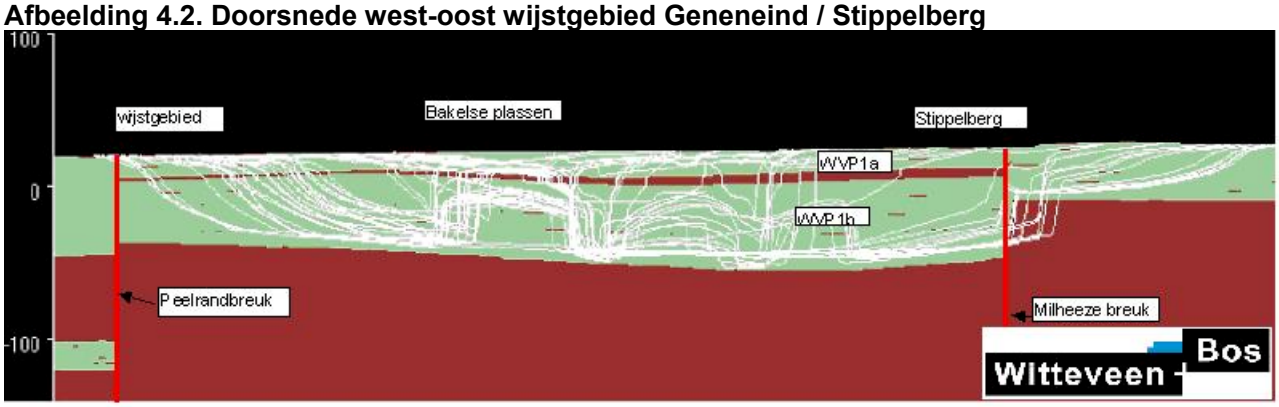
Bescherming van infiltratiegebieden van de wijstgronden is belangrijk om te voorkomen dat verontreinigen infiltreren in de bodem en later opkwellen in het wijstgebied, en te waarborgen dat de hoeveelheid grondwatervoeding niet afneemt door ingrepen in het landgebruik. Daarom is het belangrijk om te weten waar de infiltratiegebieden van de wijstgronden liggen. De meest gebruikelijke manier om infiltratiegebieden nauwkeurig te bepalen is door stroombaanberekeningen uit te voeren. Een dergelijke berekening is uitgevoerd voor het wijstgebied Geneneind (Witteveen+Bos, 2006).

Afbeelding 4.2 laat het resultaat zien van de berekeningen bij Geneneind. Op de afbeelding is te zien dat van het totale kwelwater voor een groot deel uit diepe kwel bestaat. Uit de berekeningen blijkt dat:

- van het opkwellend water 30 % jonger is dan 10 jaar, dit is water van ondiepe herkomst;
- van het opkwellend water 45 % tussen de 10 en de 100 jaar is en van ondiepe herkomst;
- het diepere kwelwater (25%) over het algemeen ouder is dan 70 jaar.

Omdat uitgebreide modelberekeningen buiten het huidige project vallen, is het niet mogelijk om de grootste haalbare nauwkeurigheid de intrekgebieden van de wijstgronden te bepalen. Wel is het mogelijk om op basis van de inzichten die bovenstaande modelberekeningen, gecombineerd met de breukenkartering en de WOP kaarten van isohypsen, en kwel en infiltratiegebieden, een globale analyse uit te voeren.

**Afbeelding 4.2. Doorsnede west-oost wijstgebied Geneneind / Stippelberg**




Op basis van bovenstaande informatie, zijn infiltratiegebieden geselecteerd die:
- op basis van de WOP kwel en infiltratiekaart als infiltratiegebied zijn gekarteerd;
- op basis van de WOP isohypsenkaart bovenstrooms liggen van het wijstgebied;
- tussen twee breuken liggen;
- niet binnen stedelijk gebied vallen.

De genoemde WOP kaarten zijn opgenomen in Bijlage III. Voor een aantal gebieden was het niet mogelijk om op basis van de bovenstaande gegevens een mogelijk infiltratiegebied aan te wijzen. Oorzaken hiervoor zijn:
- het gebied bevindt zich tussen twee breuken in;
- het gebied ligt tussen twee breuken waar alleen kwel voorkomt;
- stroomopwaarts van het wijstgebied ligt stedelijk gebied.

Opgemerkt wordt dat de isohypsenkaart slechts een globaal beeld van de grondwaterstroming weergeeft. Lokale afwijkingen kunnen wellicht verklaren waarom momenteel enkele gebieden aan de 'verkeerde kant' van de breuk voorkomen. Om dit te controleren zijn meer gedetailleerde (peilbuis) gegevens nodig.

Er is een vergelijking gemaakt tussen het voorkomen van de wijstgebieden en de infiltratie en kwelzones van de WOP kaart. Er zijn 8 wijstgebieden die op de WOP kaart geheel of gedeeltelijk in infiltratiezone's liggen. Dit zijn de gebieden Steenovenwijer, Regenweg, Dooleggen, Arendsnest en de Bergen (geheel) en 't Riet, Geneneind Noord en Slabroek (gedeeltelijk). Omdat in deze gebieden in het veld duidelijk sprake is van een kwelsituatie. Hieruit blijkt dat de kwel- en infiltratiekaart een te grote schaal heeft om zeer nauwkeurig de infiltratiegebieden te kunnen aanduiden.

# 5. HERSTELKANSEN WIJSTGEBIEDEN

## 5.1. Inleiding

Herstel van wijstgronden betekent bovenal herstel van het hydrologisch systeem: de hoge kweldruk moet worden hersteld én deze kwel moet van goede kwaliteit zijn. Daarnaast kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn in de wijstgebieden zelf, met name in die gebieden die geen natuurgebied zijn.

In dit hoofdstuk zijn een aantal herstelmogelijkheden voor de wijstgronden beschreven. De maatregelen zijn beoordeeld op effectiviteit, uitstraling naar de omgeving en kosten. Naast deze maatregelen zijn tevens de herstelmogelijkheden voor vegetatie beoordeeld. Tot slot is een overzicht gegeven van de herstelkansen per wijstgebied.

## 5.2. Herstel hydrologie

### 5.2.1. Hydrologisch streefbeeld

Zoals aangegeven is herstel van het hydrologisch systeem een randvoorwaarde voor het herstel van de wijstgronden. De grondwaterstanden in de wijstgebieden moeten hoger worden door toenemende kwel en niet door het vasthouden van meer oppervlaktewater. Peilmaatregelen kunnen juist contraproductief werken doordat bij peilopzet de kwel juist kan afnemen. Daarnaast is de kwaliteit van het water van groot belang: in wijstgebieden is sprake van ijzerrijke, basische, kwel. Wanneer regenwater of water vanuit stroomopwaarts gelegen landbouw gebieden langer wordt vastgehouden, wordt de waterkwaliteit in het wijstgebied slechter.

Het hydrologische streefbeeld volgt logischerwijs direct uit de definitie van wijst:
- ijzerrijke kwel die opkomt in sloten of maaiveld;
- veroorzaakt door een breuk.

### 5.2.2. Maatregelen

Om de effectiviteit van de maatregel op het herstel van wijst, en om de effecten naar de omgeving te bepalen, zijn verschillende maatregelen doorgerekend met het grondwatermodel gebouwd voor het geohydrologische onderzoek bij de Bakelse Plassen (Witteveen+Bos,2006). In dit grondwatermodel is het Geneneind wijstgebied opgenomen. Een toelichting op de berekeningen is opgenomen in bijlage IX. Op deze wijze kan indicatief de effectiviteit van verschillende maatregelen worden aangegeven. Uiteraard blijft de definitieve selectie van een maatregelenpakket voor een wijstgebied maatwerk.

Het geohydrologische model Geneneind is gebruikt om de verandering van kwel en grondwaterstanden in de wijstgebieden te illustreren (zie bijlage IX). Ook geeft dit model inzicht gegeven in mogelijke effecten van de maatregelen op het waterhuishoudkundig systeem buiten de wijstgebieden. In Tabel 5.1. is een overzicht van de verschillende maatregelen opgenomen, met een beoordeling van de effectiviteit en een inschatting van kosten (van de effectieve maatregelen). Tevens is weergegeven in de tabel hoe de maatregelen zijn in te passen bij verschillende landgebruiksfuncties en of de maatregel mogelijk een conflict op levert met landgebruik. Hierbij zijn de functies landbouw, natuur en stedelijk gebied beschouwd.

De hydrologische effectiviteit van de maatregelen is uitgebreid besproken in bijlage IX.

## Tabel 5.1. Overzicht maatregelen, effecten en kosten

| maatregel | hydrologisch effect[1] | | | | hydrologische uitstraling | ruimtebeslag | kosten | inpasbaarheid maatregel bij verschillende functies[2] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | grondwaterstand | hoeveelheid diepe kwel | kwaliteit grondwater | Effectiviteit | | | | landbouw | stedelijk | natuur |
| **binnen wijstgebied** | | | | | | | | | | |
| herstel breuk | ++ | ++ | + | ++ | groot | lengte breuk | medium, bouwkosten | - | 0 | + |
| dempen sloten in wijstgebied | + | - | - | - | medium | klein | laag, kosten door grondverzet | 0 | 0 | - |
| verondiepen sloten bij toenemende kwel | + | 0 | + | + | geen | klein | laag, kosten door grondverzet | 0 | 0 | + |
| peilopzet in wijstgebied | + | - | - | -- | geen | geen | laag, geen kosten | 0 | 0 | - |
| **buiten wijstgebied** | | | | | | | | | | |
| peilopzet buiten wijstgebied | + | + | + | + | groot | geen | medium, mogelijk landbouwschade | - | - | + |
| terugdringen ontwatering infiltratiegebied | + | + | 0 | + | stijging grondwaterstanden | groot gebied | medium, mogelijk landbouwschade | - | - | + |
| bescherming waterkwaliteit infiltratiegebied | 0 | 0 | + | + | geen | groot gebied | medium, schade door extensivering landbouw | 0 | + | + |
| aanleggen bufferzone's rondom wijstgebied | 0 | 0 | 0 | 0 | geen | medium | hoog, door aanschaf grond | 0 | + | + |
| idem, inclusief terugdringen landbouw, helofytenfilters | 0 | 0 | + | + | geen | medium | hoog, door aanschaf grond | - | + | + |
| stopzetten grondwateronttrekkingen (voornamelijk beregening) | + | ++ | + | ++ | groot | geen | laag, geen directe kosten kan via beleid worden gerealiseerd | - | + | + |

1: ++ zeer groot positief effect, + groot positief effect, 0 geen effect, - klein negatief effect, -- groot negatief effect

2: + maatregel versterkt gebruiksfunctie, 0 maatregel is neutraal ten opzichte van gebruiksfunctie, - maatregel conflicteert met gebruiksfunctie

### 5.2.3. Kans voor herstel hydrologie

Uit de berekeningen volgt dat herstel van wijstgronden alleen mogelijk is door herstel van het hydrologisch systeem. Toename van de kweldruk is een voorwaarde, met als gevolg stijgende grondwaterstanden. De kweldruk kan worden hersteld door herstel van de breuk, maar met name door maatregelen *buiten* het wijstgebied: bescherming infiltratiegebieden, terugdringen grondwateronttrekkingen, peilopzet in intermediaire gebieden (tussen infiltratie- en kwelgebied). De effectiviteit van deze maatregelen hangt af van de lokale hydrologische omstandigheden (is de breuk thans doorlatend, wat zijn de ingrepen geweest in de waterhuishouding in de infiltratiegebieden en intermediaire gebieden geweest de afgelopen decennia, et cetera).

Daarnaast zijn aanvullende maatregelen nodig ter verbetering van de waterkwaliteit: terugdringen intensieve landbouw in wijstgebieden, aanleg bufferzone rondom wijstgebieden zonder landbouwkundige activiteiten, plaatsen van helofyten filters in waterlopen, verwijderen van de bouwvoor in wijstgebieden die gebruikt zijn als landbouwgebied, aanvullend beheer (maaien, afvoeren, uitmijnen) en wisselend peilbeheer. Een maatregel die op lange termijn leidt tot een betere kwaliteit van het opkwellend water is het terugdringen van intensieve landbouw in het infiltratiegebied.

De natuurlijke formatie van de waterremmendheid van de breuk is een proces dat duizenden jaren duurt: een indicatieve berekening geeft aan dit enkele duizenden jaren kan duren[2]. Dit betekent dat wachten totdat de breuk weer op natuurlijke wijze waterremmend is geworden geen optie is. Het herstel van een breuk met civieltechnische maatregelen is haalbaar als precies bekend is tot op welke diepte de breuk beschadigd en de geometrie van de breuk bekend is (ligging, helling, dikte). Als al deze aspecten bekend zijn, is het vrij eenvoudig door middel van een kwelscherm, kleischerm, grondinjecties, de waterremmendheid te herstellen. Dit zijn onnatuurlijke ingrepen.

Voor ieder wijstgebied zal het herstelproces weer anders zijn en gebaseerd moeten zijn op maatwerk. Hierbij is het huidige landgebruik erg belangrijk; dat bepaald immers of een maatregel haalbaar is.

## 5.3. Herstel vegetatie

### 5.3.1. Ecologische streefbeelden

De grondwatersituatie in wijstgebieden zorgt voor specifieke omstandigheden waaronder bijzondere vegetaties kunnen voorkomen. De aanvoer van ijzerrijk en basenrijk kwelwater zorgt voor voedselarme omstandigheden. Op de mechanismen hierachter wordt onder maatregelen teruggekomen. Het St. Annabos bij Uden bevat nog kenmerkende vegetaties voor wijstgebieden (en andere (kwel)gebieden waar vergelijkbare standplaatscondities voorkomen), waaronder vegetaties van het Dotterbloemverbond (*Calthion palustris*), Moerasspireaverbond (*Filipendulion*), Verbond van Stijve zegge (*Caricion elatae*), Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid (*Cardamino-Montion*), Verbond van Els en Vogelkers (*Alno-Padion*) en het Elzenzegge-Elzenbroek (*Carici elongatae-Alnetum*) (Waterschap de Aa, 2003). In bijlage X is een korte omschrijving van deze plantengemeenschappen opgenomen.

Herstel van een goed ontwikkelde vorm van deze vegetaties zal niet op alle locaties tot de mogelijkheden behoren. De herstelmogelijkheden zijn onder andere sterk afhankelijk van het type wijst dat op een locatie wordt aangetroffen. De verschillende wijsttypen zijn in afbeelding 2.4 reeds weergegeven. Door Waterschap Aa en Maas zijn reeds streefbeelden de verschillende typen wijstgronden opgesteld (Waterschap de Aa, 2003), waarin ook aandacht is besteed aan de vegetatie. Hieronder worden de streefbeelden voor de vegetatie samengevat:

[2] Op basis van een 0,1 m dikke ijzeroerbank van 2 meter diepte, bij een kwelflux van 3 mm/dag en concentratie ijzer van 20 mg/L en een wijstgebied van 30 meter lengte. Aangenomen wordt dat het ijzer van al het water dat in gebied opkwelt neerslaat op de ijzeroerbank.

- A1: Wijst met terreintrede en kwel tot in maaiveld: het streefbeeld op lange termijn is volledig herstel van de aardkundige, hydrogeologische en ecologische waarden. Het St. Annabos van voor de ruilverkaveling (jaren ’70) dient als referentie. Kenmerkende vegetaties zijn (zoals hierboven reeds vermeld) vegetaties van het Dotterbloemverbond, Moerasspireaverbond, Verbond van Stijve zegge, Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid, Verbond van Els en Vogelkers en het Elzenzegge-Elzenbroek;
- A2: Wijst met terreintrede en kwel in de sloten: Het streefbeeld voor wat betreft de ecologische waarde van dit wijsttype richt zich vooral op herstel van de vegetatie in sloten. Kenmerkende soorten zijn onder andere Klimopwaterranonkel, Beekpunge en Biezenknoppen;
- B: Wijst met stuifduinen: Door het hoogteverschil is er een grote variatie in de vegetatie. In het streefbeeld is de kweldruk herstelt, waardoor in de lage delen vegetaties aanwezig zijn van natte (kwel)situaties, zoals vegetaties van het Dotterbloemverbond of het Elzenzegge-Elzenbroek;
- C1: Wijst zonder zichtbaar hoogteverschil of reliëf bij de breuk: Door het herstel van de kwel tot in maaiveld in de nabijheid van de breuk, komen in het streefbeeld langs de breuk kenmerkende vegetaties van natte (kwel)situaties voor. De vegetatietypen zijn vergelijkbaar met de vegetaties bij het wijsttype A1, maar waarschijnlijk minder goed ontwikkeld.

### 5.3.2. Maatregelen

De mogelijkheden voor herstel van vegetatie zijn sterk afhankelijk van de mogelijkheden de aanvoer van kwel te herstellen tot in de wortelzone. Daarnaast spelen chemische reacties in de bodem een belangrijke rol. Maatregelen voor herstel van de vegetatie kunnen bestaan uit:
- herstel ecohydrologisch systeem en waterkwaliteit;
- verwijderen van de bouwvoor;
- aanvullend beheer.

Deze maatregelen worden hieronder nader toegelicht.

**herstel ecohydrologisch systeem en waterkwaliteit**

Vegetaties die kenmerkend zijn voor de wijstgebieden, zoals vegetaties van het Dotterbloemverbond of het Elzenbroekbossenverbond zijn afhankelijk van de aanvoer van basenrijk en ijzerrijk grondwater tot in de wortelzone. De aanvoer van ijzerrijk grondwater zorgt voor voedselarme omstandigheden, doordat het aangevoerde ijzer fosfaat in de bodem kan binden, waardoor het niet beschikbaar is voor de opname in planten. Deze randvoorwaarde betekent dat peilopzet in sommige gevallen een averechts effect kan hebben (o.a. Lucassen & Roelofs, 2005; Lamers *et al.*, 2005). Dit wordt hieronder nader toegelicht.

In gebieden die in landbouwkundig gebruik zijn (geweest) of indirect door de landbouw worden beïnvloed, is het grondwater als gevolg van bemesting vaak verrijkt met nitraat. Wanneer nitraatrijk grondwater pyrietrijke bodems passeert, leidt dit tot het vrijkomen van sulfaat uit het pyriet. Afhankelijk van de mate van bemesting en de aanwezigheid van pyriet lagen wordt het grondwater dat onder invloed staat van landbouwkundig gebruik dus vaak gekenmerkt door een verhoogd nitraat- en sulfaatgehalte. Dit is negatief voor het herstel van wijst.

Wanneer verdroogde gebieden permanent worden vernat, daalt de zuurstofbeschikbaarheid in de bodem. In combinatie met de verhoogde sulfaatconcentratie (veroorzaakt door de jarenlange aanvoer van sulfaatrijk grondwater) wordt hierbij sulfide gevormd. Dit sulfide bindt sterk aan ijzerfosfaatcomplexen, waarbij fosfaat vrijkomt. Daarnaast is sulfide toxisch voor veel van de kenmerkende plantensoorten in wijstgebieden. Dit effect wordt nog eens versterkt wanneer een gebied wordt vernat door een verhoging van het slootpeil (bijvoorbeeld door opstuwing van water). Hierdoor neemt de invloed van ijzerrijk grondwater af, waardoor minder ijzer beschikbaar is om fosfaat te kunnen binden. Onder deze omstandigheden kunnen ongewenste soorten als Liesgras, Pitrus of Kroossoorten gaan domineren. Wanneer deze ontwikkeling eenmaal in gang is gezet is, is deze vaak moeilijk of niet terug te draaien (Lucassen & Roelofs, 2005).

Vernatting moet daarom zo worden uitgevoerd dat de aanvoer van ijzerrijke kwel nog steeds plaatsvindt. Hierbij vindt aanvoer van ijzer en doorstroming van het systeem met grondwater plaats. Daarnaast is het gunstig het water niet permanent hoog op te stuwen. Uitzakken van het waterpeil in de zomer leidt namelijk tot de oxidatie van gereduceerde ijzerverbindingen. Geöxideerde ijzerverbindingen zijn beter in staat fosfaat te binden. Een natuurlijk waterpeilverloop leidt tevens tot verlies van stikstof uit het systeem, doordat ammonium onder droge condities wordt genitrificeerd tot nitraat, terwijl onder natte omstandigheden nitraat wordt gereduceerd tot stikstofgas en uit het systeem verdwijnt (Smolders *et al.*, 2003).

**verwijderen van de bouwvoor**
Vernatting van wijstgebieden kan een afdoende maatregel zijn voor wijstgebieden waar nog sprake is van een min of meer (misschien wel gedegradeerde) natuurlijke vegetatie zoals een broekbos. In wijstgebieden die momenteel in landbouwkundig gebruik zijn, zijn voor herstel van een voor wijstomstandigheden kenmerkende vegetatie echter aanvullende maatregelen nodig. Herstel van vegetaties op locaties die in landbouwkundig gebruik zijn geweest, zal een (veel) langere periode vergen. Aanvullend kan op deze locaties het verwijderen van de bouwvoor als maatregel noodzakelijk zijn.

**aanvullende beheer wijstgronden**
Afhankelijk van de gewenste vegetatie (grasland of broekbos) en de ontwikkeling van de vegetatie kan een aanvullend beheer noodzakelijk zijn. Dit kan bijvoorbeeld bestaan uit een beheer van maaien en afvoeren, waarbij de grond verder wordt verschraald.

Gronden die in landbouwkundig gebruik zijn geweest, zijn vrijwel altijd bemest. Hierdoor zijn de concentraties van stikstof en fosfor hoog, (veel) te hoog voor een gewenste ontwikkeling van de vegetatie. Na het stopzetten van bemesting nemen stikfstofconcentraties vaak relatief snel af.

Zoals eerder gezegd kunnen wisselende waterstanden de stikstofverliezen versnellen (Smolders *et al.*, 2003). Fosforverliezen zijn aanzienlijk minder gemakkelijk te bewerkstelligen. Maaien en afvoeren en uitmijnen (uitputten van de bodem door oogsten zonder te bemesten) kunnen de fosfaatconcentraties verlagen, maar leiden op de middellange termijn meestal tot een onvoldoende afname van de fosfaatconcentratie van de bodem (Lamers *et al.*, 2005). Afvoer van fosfaat door het verwijderen van de bovenste laag van de bodem kan dan noodzakelijk zijn. Hiervoor is het nodig te weten tot welke diepte een zodanige verrijking met fosfaat heeft plaatsgevonden waardoor de kans op een gunstige ontwikkeling van de vegetatie sterk wordt verkleind.

### 5.3.3. Kansen voor herstel van de vegetatie
Uit het bovenstaande blijkt dat de herstelkansen in grote mate worden bepaald door het huidige gebruik. Hierbij is een onderscheid te maken tussen gebieden die wel of geen landbouwkundig gebruik hebben

**locaties zonder landbouwkundig gebruik**
Mogelijkheden voor herstel van de vegetatie zijn het grootst op locaties die niet in landbouwkundig gebruik zijn geweest. Achteruitgang van de oorspronkelijke vegetatie heeft hier plaatsgevonden onder invloed van verdroging, verrijking door aanvoer van nitraatrijk grondwater afkomstig van landbouwkundig gebruik in het stroomgebied en/of door afwezigheid van beheer of door onvoldoende beheer. Mogelijke herstelmaatregelen voor deze locaties betreffen vernatting en eventueel aanvullend beheer. Zeer belangrijk aandachtspunt hierbij is dat vernatting niet gepaard mag gaan met de stagnatie van de aanvoer van ijzerrijk grondwater. Daarnaast is een wisselend natuurlijk peilverloop gewenst.

Voordat tot vernattingsmaatregelen wordt overgaan, wordt sterk aanbevolen het gebied nader te onderzoeken, met name op chemische eigenschappen van de bodem, bodemwater en grondwater. Belangrijke parameters hierbij zijn onder andere stikstof, fosfor (totaal P, P dat gebonden is aan calcium of

ijzer(hydr)oxiden, biologisch beschikbaar P), zwavel (sulfide) en ijzer. Met een dergelijke analyse kunnen de kansen voor herstel en de benodigde maatregelen beter worden ingeschat.

**locaties die in landbouwkundig gebruik zijn geweest**
Herstel van vegetaties op locaties die in landbouwkundig gebruik zijn geweest, zal een (veel) langere periode vergen. Aanvullend kan op deze locaties het verwijderen van de bouwvoor als maatregel noodzakelijk zijn.

Ook op deze locaties wordt sterk aanbevolen het gebied nader te onderzoeken op chemische eigenschappen van de bodem, waterbodem en het grondwater, zoals hierboven reeds is beschreven. Dergelijk analyses kunnen vooraf laten zien of herstel van de gewenste vegetatie op een locatie tot de mogelijkheden behoort en welke maatregelen hiervoor noodzakelijk zijn.

## 5.4. Beleidsmatige inpassing herstelmaatregelen

Een belangrijk aspect van het herstel van wijstgronden is de inpassing binnen bestaand en toekomstig beleid. In het onderstaande is op hoofdlijnen per bestuursniveau aangegeven welke beleidsinstrumenten beschikbaar zijn voor het herstel van wijst.

**Waterschap**
Het waterschap heeft via peilbesluiten en de keur de mogelijkheid om negatieve beïnvloeding door peilveranderingen op wijstgronden te voorkomen. Het waterschap kan zijn wensen en eisen eveneens inbrengen in het proces van de watertoets waarin het waterschap in een vroegtijdig stadium bij ruimtelijke ontwikkelingen wordt betrokken. Verder heeft het waterschap de mogelijk om in regionale waterplannen de status van wijstgronden als ecologische bezit te verankeren. Doordat waterschappen lokaal werken, een gebied goed kennen en praktische projecten uitvoeren, zal beleid op het gebied van wijstherstel vooral op waterschapsniveau moeten worden uitgevoerd.

**Gemeente**
Gemeentes zijn verantwoordelijk voor de afwatering van stedelijk gebied en beheerders van het riool. Infiltratie van regenwater in stedelijke uitbreiding dient gewaarborgd te blijven in infiltratiegebieden van wijstgronden. Middels gemeentelijke of stedelijke waterplannen en rioleringsplannen kunnen gemeentes dit waarborgen.

**Provinciaal niveau**
Op provinciaal niveau zijn de volgende beleidsinstrumenten van belang:
- Grondwaterwet en grondwaterverordening;
- verdrogingsbeleid;
- provinciaal Milieuverordering;
- reconstructiebeleid.

Via de Grondwaterwet kan worden gewaarborgd dat in het invloedsgebied van wijstgebieden geen vergunningen voor (grote) grondwateronttrekkingen worden verleend. Binnen het provinciale verdrogingsbeleid zijn richtlijnen opgesteld voor het ontwerp van meetnetten om verdroging te monitoren. In het rapport ‘Beleidsmeetnet Verdroging provincie Noord-Brabant’ (TNO, 2002) staan de monitoringsspecificaties voor wijstgronden uitgewerkt. Verder kunnen doelen voor herstel van wijst mee worden genomen in provinciale reconstructieplannen.

De provinciale milieuverordening is de juridische verankering van het provinciale milieubeleid. De milieuverordening bevat regelgeving voor bijvoorbeeld lozingen in kwetsbaar gebied, stortplaatsen en grondwaterbeschermingsgebieden voor waterwinningen. Voor herstel van wijstgebieden is het interessant om bijvoorbeeld in de verordening de intrekgebieden van wijst te beschermen (op vergelijkbare wijze voor waterwinningen).

**Landelijk niveau**
In 1990 lanceerde de rijksoverheid de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in de regeringsbeslissing van het Natuurbeleidsplan. Het rijk heeft de EHS planologisch verankerd in het Structuurschema Groene Ruimte (SGR1, 1995). Dit geeft aan dat de EHS moet worden beschermd en ontwikkeld door een combinatie van planologische bescherming, aankoop van gronden en het afsluiten van beheersovereenkomsten met particuliere eigenaren en een goede kwaliteit van milieu en water.

**Europees niveau**
Op Europees niveau zijn drie beleidslijnen relevant:
- de Kader Richtlijn Water (KRW) en grondwaterrichtlijn;
- de nitraatrichtlijn.

De waterlichamen en grondwaterlichamen waar de KRW betrekking op heeft zijn veelal zeer regionaal gedefinieerd. Omdat wijstgebieden zeer lokale fenomenen zijn, is er een mismatch tussen de schaal waarop wijst zich voordoet en de KRW betrekking heeft. De grondwaterrichtlijn is een recent ingevoerde richtlijn die een verslechtering van grondwaterkwaliteit en kwantiteit tegengaat. De grondwaterrichtlijn bepaald dat voor aantal milieubelastende stoffen zijn grenswaarden opgesteld. Voor de meeste is dit echter nog niet het geval.

De nitraatrichtlijn heeft doelstellingen opgesteld voor de depositie van nitraat en de toelaatbare nitraatconcentraties in grondwater bepaald. In de veldmetingen blijkt dat in veel van de wijstgebieden, hoge nitraatgehaltes voorkomen. Uitvoering van de nitraatrichtlijn kan hier een positief effect op hebben. Helaas is echter gebleken dat de doelstellingen met betrekking tot emissie van nitraat en nitraatconcentraties in grondwater niet zijn gehaald.

## 5.5. Herstelkansen per wijstgebied
In deze paragraaf worden de herstelkansen voor de afzonderlijke gebieden besproken. In hoofdstuk 5.1 en 5.2 is met name ingegaan op de verschillende maatregelen voor herstel, in deze paragraaf wordt ingegaan op de kans op herstel in de afzonderlijke gebieden. Uit de informatie over hydrologie en vegetatie van de wijstgebieden zijn een aantal aspecten met name belangrijk voor herstel:

- Het type wijstgrond (A1, A2, B, etc). Voor types A1, A2 en C1 is waarschijnlijk minder herstel vereist dan de andere types, omdat de breuk duidelijk aanwezig is of er omdat er kwel voorkomt tot aan maaiveld. Type C2 is ook te herstellen, maar hiervoor zullen meer maatregelen getroffen moeten worden. Type D is onwaarschijnlijk herstelbaar als gevolg van bebouwing;
- de grootte van het wijstgebied. Er is een indeling gemaakt naar het aantal hectare (0 - 10, 0 - 20, 20 +). Grotere gebieden bieden in de ruimte meer mogelijkheden;
- de grootte van de kwelflux en voorkomen van kwelverschijnselen. Hierbij zijn de kwelverschijnsel per gebied onderling vergeleken en gescoord. Komt de kwel slechts in één of in alle sloten voor, vertoont het gebied ook andere wijstverschijnselen als een hoog ijzergehalte en ijzerneerslag en zo verder.

Verder zijn de gaafheid van de breuk en het huidige landgebruik belangrijk. De gaafheid van de breuk is met name beoordeeld op de aanwezigheid van doorsnijdingen door slootjes en ploegen. In vrijwel alle gebieden zijn echter sloten aanwezig die de breuk doorsnijden dus op basis hiervan kan geen onderscheid worden gemaakt. Het huidige landgebruik is meestal agrarisch, dus op basis hiervan kan ook geen onderscheid per gebied worden gemaakt.
Tabel 5.2. geeft een indicatief overzicht van de herstelkansen per wijstgebied. De indicatie is gebaseerd op de veldbezoeken, de grootte van de waargenomen kweldruk (op basis van de waargenomen temperatuursverschillen) en de grootte van het gebied. Opgemerkt wordt dat voor een aantal van de gebieden geen herstelkans is gegeven omdat deze niet zijn bezocht. Dit zijn de type A1, A2 en C1 gebieden uit het voormalig beheergebied de Aa welke reeds in ‘Brabantse Wijstgronden in Beeld’ voldoende zijn beschreven. Tot slot wordt opgemerkt dat de kansen slecht indicatief zijn omdat deze zijn

gebaseerd op grootte van het gebied en kwelverschijnselen. De mogelijkheid tot herstel zal in de praktijk ook afhangen van de bereidheid van de grondeigenaar en omwonenden. Deze aspecten zijn in deze technische rapportage niet meegenomen.

**Tabel 5.2. Overzicht herstelkansen**

| beheergebied | gebied | dorp | type | oppervlak (Ha) | kwel | herstelkans |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aa | Donzel | Nistelrode | A1, A2, C1 & C2 | 70 | ++ | ++ |
| | St. Annabos | Uden | A1 | 77 | ++ | ++ |
| | Geneneindse Heide | Bakel | C1 & A1 | 87 | ++ | ++ |
| | Kaweide | Milheeze | A2 | 3 | ++ | ++ |
| | Knokerd | Uden | C2 | 30 | + | ++ |
| | Koeweideweg | Neerkant | A2 | 11 | +/- | +/- |
| | Regenweg | Liessel | C2 | 13 | + | +/- |
| | Roije Hoef | Gemert | C2 | 20 | + | +/- |
| | Biesthoek | Volkel | C2 | 14 | + | + |
| | Esdonk | Gemert | C2 | 4 | +/- | - |
| | Kantje | Nistelrode | C2 | 2 | ++ | - |
| | Moleneind | Uden | D/ geen wijst | 2 | +/- | - |
| | Soeloop | Liessel | C2? | 15 | - | - |
| | Steenovenwijer | Milheeze | C2? | 2 | - | - |
| | t Goor | Deurne | C2 | 2 | +/- | - |
| | Arendsnest | Boekel | C1 | 19 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Dooleggen | Boekel | D | 19 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Heitrak | Neerkant | A2 | 22 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Hengstheuvel | Uden | A2 | 43 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Het Loo | Nistelrode | A2 | 25 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Kooldert | Uden | C1 | 16 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Nistelrode zuid | Nistelrode | A2 | 9 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Noordelijke wijst 1 & 2 | Uden | A1 | 31 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Slabroek | Uden | C1 | 42 | n.v.t. | n.v.t. |
| | 't Riet | Deurne | A2 | 45 | n.v.t. | n.v.t. |
| | Wijken Melle, De Hoeven | Uden | D | 17 | n.v.t. | n.v.t. |
| Maas-kant | Graspeel | Zeeland | C2 | 65 | + | ++ |
| | Nieuwveld | Zeeland | C2 | 30 | ++ | ++ |
| | St. Anthonispeel | Oploo | A2 | 9 | ++ | ++ |
| | ten W van Westerbeek | Westerbeek | C2 | 13 | + | + |
| | Wilhelminahoeve | Overloon | C2 | 11 | + | + |
| | de Bergen | Wanroij | A2/B? | 16 | +/- | +/- |
| | Ijzerbroekseweg | St. Hubert | C2 | 19 | +/- | +/- |
| | Rusven | Zeeland | C2 | 9 | ++ | +/- |
| | Princepeel | Odiliapeel | C2? | 8 | - | - |

n.v.t. = niet van toepassing: Opgemerkt wordt dat voor een aantal van de gebieden geen herstelkans is gegeven omdat deze niet zijn bezocht.

## 6. TOETSING BETROUWBAARHEID VAN ONDERZOEKSMETHODIEK

### 6.1. Toetsing

In het onderhavige onderzoek zijn een groot aantal verschillende onderzoeksmethodes gebruikt om de wijstgronden te inventariseren. Een aantal hiervan zijn nog niet eerder op een dergelijke grote schaal gebruikt, bijvoorbeeld de gebruikte GIS-analyse en de temperatuurmetingen. Een belangrijk aspect bij de toepassing van deze methodes is dus de betrouwbaarheid.

Om inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van het onderzoek zijn de onderzoeksvragen gesteld door het waterschap Aa en Maas opgesomd in de onderstaande tabel. Per vraag is vervolgens weergegeven welke methode is gebruikt om de vraag te beantwoorden en of een toetsing van de methode mogelijk is. De laatste kolom bevat een conclusie over de betrouwbaarheid.

**Tabel 6.1 Toetsing en betrouwbaarheidheidsmatrix inventarisatie wijstgronden**

| onderzoeksvragen | methode | toetsing? | conclusie |
|---|---|---|---|
| verkenning voormalig Maaskantgebied<br>Opstellen driedeling | GIS analyse | **ja:** Methode is getoetst door vergelijking met veldresultaten. | **voldoende**. Uit toetsing blijkt dat in gebieden die hoog scoren in de GIS analyse, meestal sprake is van wijst. |
| ligging breuken | literatuurgegevens (REGIS, geologische kaart)<br>geologische kartering (seismiek, profielen)<br>temperatuurprofilering | **ja:** Onderlinge vergelijking van literatuur, bestaande karteringen en een nieuwe interpretatie van seismische gegevens, Kartering is in het veld geverifieerd. | **voldoende**. Bestaande REGISII gegevens blijken lokaal sterk af te wijken van bestaande karteringen. |
| gaafheid breuk | veldwaarnemingen | **beperkt:** Alleen op basis van doorsnijdingen door sloten | **laag**, bij herstel is aanvullend onderzoek nodig |
| voorkomen wijstverschijnselen / geohydrologische gesteldheid | veldwaarnemingen<br>chemische veldanalyses<br>temperatuurprofilering | **ja:** kwel is direct gemeten door temperatuurmetingen. IJzergehaltes zijn in veld gemeten. | **voldoende**. Uit veldmetingen is gebleken dat er voldoende temperatuursvariaties waarneembaar zijn in wijstgebieden voor begrenzing. |
| kartering intrekgebieden | expert judgement op basis van modellering Geneneind en geëxtrapoleerd op basis van WOP kaarten | **ja:** door vergelijking van WOP kartering van infiltratiegebieden met veldgegevens. | **laag**, De WOP kartering komt niet volledig overeen met veldwaarnemingen. Bij herstel is aanvullend onderzoek nodig |
| beoordeling herstelmaatregelen | hydrologisch: indicatieve modellering<br>Vegetatie: expert judgement | **nee:** De beoordeling is uitgevoerd op een indicatieve modellering en expert judgement. | **op hoofdlijnen**, strategisch: De resultaten geven voornamelijk een richting aan voor vervolgonderzoek op lokaal niveau. |
| beoordeling herstelkansen | beoordeling op basis van kweldruk, gebiedsgrootte en wijsttype | **nee:** er zijn nog maar enkele wijstgebieden hersteld. Toetsingsmateriaal ontbreekt | **redelijk**. Door het bezoeken van een groot aantal wijstgebieden worden verschillen tussen gebieden goed zichtbaar. Het herstel is echter ook afhankelijk van omliggend landgebruik; dit is niet meegenomen. |

Uit de tabel valt af te leiden dat een aantal onderzoeksvragen voldoende nauwkeurig is beantwoord: de kartering is voldoende nauwkeurig uitgebreid naar het voormalig Maaskantgebied en er is voldoende vertrouwen in de veldkartering van de wijstgebieden. Vragen die op hoofdlijnen zijn beantwoord zijn de ligging van de infiltratiegebieden, de gaafheid van de breuken en de herstelkansen. In het onderstaande is per onderzoeksmethodiek nog een korte toelichting gegeven.

## 6.2. Onderzoeksmethoden

**GIS-analyse en verkenning voormalig Maaskant gebied**
In de GIS kartering is onderscheid gemaakt tussen waarschijnlijke, mogelijke en geen wijstgebieden. Uit de quickscan blijkt dat van de vijf gebieden in de GIS categorie 'waarschijnlijk', in allemaal wijstkenmerken zijn aangetroffen. In slechts een vier van de 13 'mogelijke wijstgebieden', worden in het veld wijstkenmerken waargenomen. Dit is een indicatie dat de GIS methode redelijk is in het aanduiden van de wijstzoekgebieden (zie bijlage VI).

Het is opvallend dat de door lokale gebiedskennis aangewezen gebieden slecht scoren in de GIS analyse (Bijlage V). In veel gevallen is de grondwatertrap groter dan III (zelfs waarden tot VII), de COLN klasse en de GLG lager dan 100 cm-mv en zijn de gebieden in het verleden ook niet als nat/ drassig in kaart gebracht. Ook het aanwezige drainagestelsel en de luchtfoto's geven weinig tot geen aanwijzingen over de mogelijke aanwezigheid van wijst. In de Quickscan zijn maar in twee van de 11 bezochte gebieden wijstkenmerken aangetroffen. Hier zijn een aantal oorzaken voor aan te merken: 1) de gebieden zijn bezocht aan het begin van de winter, mogelijk dat de wijstverschijnselen zich voornamelijk voordoen bij hoge grondwaterstanden en stijghoogten welke optreden aan het eind van de winter; 2) de gebieden zijn relatief klein en konden in het veld niet nauwkeurig genoeg worden gevonden. Een voorbeeld van de tweede categorie is bijvoorbeeld een mogelijke wijstbron op de Reeksche Heide, die tot twee keer toe is gezocht maar niet is aangetroffen.

Een belangrijke vraag is tot in hoeverre we nu alle wijstgebieden in het voormalige Maaskantgebied hebben gekarteerd. Op basis van de gekozen werkwijze waarbij twee onafhankelijke methoden zijn gebruikt is een redelijk vertrouwen dat 80 tot 90 % van de wijstgebieden in het voormalige Maaskantgebied zijn gekarteerd. Dit valt af te leiden uit het totale oppervlak van de zoekgebieden waar bij de GIS analyse mee is begonnen (stap 1 van de GIS analyse).

**quickscan**
De wijstzoekgebieden van de quickscan zijn vrij grof aangegeven. Om een zo goed mogelijk beeld van het gebied te krijgen, zijn tijdens de quickscan de sloten loodrecht en bovenstrooms op de breuk bezocht. Er is gebleken dat dit de plekken zijn waar, indien sprake van wijst, de meeste wijstverschijnselen zijn waar te nemen. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de quickscan redelijk goed aangeeft of er in het gebied sprake is van wijst. Uitsluitend is het niet, omdat niet het hele wijstzoekgebied is bezocht.

**uitgebreide veldkartering**
Op de meeste locaties waar zichtbare wijstkenmerken waargenomen zijn, zijn er ook duidelijke verschillen in grondwatertemperatuur gemeten. Toch is van een aantal meetlocaties niet met zekerheid te zeggen dat een gemeten verschil veroorzaakt is door een overgang van oppervlakte- naar kwelwater. De grondwatertemperatuurmetingen zijn gedaan in een seizoen waarin de buitentemperatuur niet veel verschilt van de grondwatertemperatuur van het kwelwater. Aanvullende metingen tijdens relatief koude of warme dagen kunnen hierover uitsluitsel geven. De begrenzing wijstgebieden zijn ingetekend in GIS op basis van veldmetingen, waarvan de locaties nauwkeurig met GPS bepaald zijn. Ook de locatie van de breuk is in de sloot waarin gemeten is op een paar meter nauwkeurig bepaald. Het gebied doortrekken naar andere sloten en percelen is minder nauwkeurig, omdat dat slechts gedaan is op basis van zichtbare kenmerken en geen aanvullende geofysische metingen.

**bepaling herstelkansen wijstgebieden**
Effectberekeningen van de herstelkansen zijn uitgevoerd op basis van de situatie bij Geneneind, zoals dat is opgenomen in het grondwatermodel Bakelse Plassen. Alhoewel de geohydrologische omstandigheden verschillen per wijstgebied is de beoordeling van de effectiviteit in termen van wel/niet effectief betrouwbaar, want de geohydrologische systemen bij wijstgebieden vertonen grote overeenkomsten. De precieze effectiviteit van maatregelen in termen van toename van kweldruk of gestegen grondwaterstanden verschilt echter per wijstgebied en kunnen alleen bepaald worden door een grondwatermodel op te stellen van de gehele regio met daarin alle breuken en wijstgebieden en bijbehorende infiltratiegebieden.

# 7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

## 7.1. Conclusies

**fase 1: Verkenning Maaskant**
In de eerste fase is op basis van een GIS analyse en lokale gebiedskennis een overzicht opgesteld van gebieden in het voormalig Maaskantgebied waar mogelijk wijst voorkomt. In de GIS analyse zijn gebieden geselecteerd waar wijst voor kan komen op basis van de ligging van de breuk en de kwel/infiltratiesituatie. Deze gebieden zijn gescoord op basis van grondwatertrappen, bodemtype, et cetera.

Uit de GIS analyse zijn 18 gebieden gekomen. Deze zijn veelal bevestigd door gebiedskenners en aangevuld met 12 extra gebieden meegenomen in de tweede fase van dit onderzoek. In totaal zijn er dus 30 gebieden in het voormalig Maaskantgebied in het veld onderzocht.

**fase 2: Veldwerk**
De veldwerkzaamheden van fase 2 zijn in twee stappen uitgevoerd eerst is een quickscan uitgevoerd in het voormalig Maaskantgebied en vervolgens een gedetailleerd veldonderzoek. Na de quickscan zijn er 12 gebieden overgebleven waar aanvullend veldonderzoek is uitgevoerd.

Op basis van het onderzoek is gebleken dat:
- in het voormalig Maaskantgebied negen wijstgebieden aanwezig zijn (zeven keer C2 en twee maal A2);
- van de 21 type C2 wijstgebieden in het Aa gebied, zijn er na veldbezoek:
  - tien gebieden die deze classificatie behouden;
  - drie gebieden met een nieuwe classificatie als type A2 (zichtbare breuk, kwel tot in sloten);
  - één gebied met een nieuwe classificatie als type D (wijst in stedelijk gebied);
  - zeven gebieden waar geen wijstkenmerken zijn gevonden;
- in geen van de vijf type B wijstgebieden in het Aa gebied, is ijzerrijke kwel aangetroffen. Al deze gebieden vervallen als wijstgebied. In een aantal van deze gebieden worden wel zogenaamde 'stippels' (ijzerconcreties) aangetroffen;
- samen met de 16 wijstgebieden in het voormalige Aa gebied die niet tijdens dit onderzoek zijn bezocht, er dus in totaal 40 wijstgebieden aanwezig zijn in het studiegebied;
- in vijf van de 40 gebieden zijn de wijskenmerken niet voldoende duidelijk aanwezig en wordt aanvullend onderzoek aanbevolen.

De gebieden die niet bezocht zijn (wijsttypen A1, A2 en C1 in het Aa gebied) behouden hun typering. Naast de uitgebreide GIS analyse en veldonderzoek, is er tevens een gedetailleerde kartering uitgevoerd van de breuken in het gebied. Hiervoor is gebruik gemaakt van lithologische beschrijvingen uit boorstaten, seismische informatie, en een hoogtemodel. Uit de kartering van het breukenpatroon blijkt dat dit complexer is dan de breuken opgenomen in de REGIS II kartering. De breuken vertonen een typisch en-echelon patroon waarbij verschillende breuken elkaars werking overnemen. Het afgeleide breukenpatroon verklaart ligging van de geïnventariseerde wijstgronden. Aan de hand van de breuken op de REGISII kaart kon op sommige plaatsen niet verklaard worden waarom er wijst voor kwam.

**fase 3: Herstel wijstgronden**
Herstel van wijstgronden is met name mogelijk door herstel van het hydrologisch systeem. Toename van de kweldruk is een voorwaarde, waardoor de grondwaterstanden zullen stijgen. De kweldruk kan worden hersteld door herstel van de breuk, maar met name door maatregelen *buiten* het wijstgebied: bescherming infiltratiegebieden, terugdringen grondwateronttrekkingen, peilopzet in intermediaire gebieden (tussen infiltratie- en kwelgebied). De effectiviteit van deze maatregelen hangt af van de lokale hydrologische omstandigheden. Herstelkansen van vegetatie zijn met name afhankelijk van de mate waarin het hydrologisch systeem kan worden hersteld, van de kwaliteit van de kwel die hiermee wordt

aangevoerd en van de bodemkwaliteit ter plaatse. Herstel van vegetatie op locaties die in landbouwkundig gebruik zijn geweest, zal een (veel) langere periode vergen dan herstel van vegetatie op locaties die nu een natuurfunctie hebben en waar de oorspronkelijke vegetatie in minder ontwikkelde vorm nog aanwezig is. Aanvullend kan op deze locaties het verwijderen van de bouwvoor als maatregel noodzakelijk zijn.

**betrouwbaarheid onderzoek**
De betrouwbaarheid van de gebruikte onderzoeksmethoden is voor zover mogelijk getoetst. Hieruit blijkt dat aantal onderzoeksvragen voldoende nauwkeurig is beantwoord: de kartering is voldoende nauwkeurig uitgebreid naar het voormalig Maaskantgebied en er is voldoende vertrouwen in de veldkartering van de wijstgebieden. Vragen die op hoofdlijnen zijn beantwoord zijn de ligging van de infiltratiegebieden, de gaafheid van de breuken en de herstelkansen en beleidsmogelijkheden. Hier zal aanvullend onderzoek vereist zijn.

Op basis van deze betrouwbaarheidsanalyse wordt geconcludeerd dat het onderzoek ‘Nadere Inventarisatie Wijstgebieden’ voldoende nauwkeurig is. De geïdentificeerde wijstgebieden zijn met voldoende zekerheid gekarteerd en er is een redelijke zekerheid dat de meeste wijstgebieden (80 tot 90%) in het beheergebied van waterschap Aa en Maas is gekarteerd.

**kennisleemtes**
Uit het onderzoek en de beschouwing van de betrouwbaarheid zijn een aantal kennisleemtes naar voren gekomen:
- in dit onderzoek zijn in het voormalige Aa-gebied alleen de wijstgebieden met type B en C2 onderzocht. De overige wijstgebieden (type A1, A2, C1 en D) zijn derhalve niet met dezelfde zekerheid in beeld gebracht;
- een aantal in dit onderzoek onderzochte wijstgebieden is nog niet geheel zeker. Dit zijn de gebieden in tabel 4.1 aangemerkt met een vraagteken;
- de ligging van de infiltratiegebieden en de herkomst van het grondwater is onvoldoende bekend.

**algemene conclusie**
De algemene conclusie met betrekking tot de betrouwbaarheid van het onderzoek is dat het voldoende nauwkeurig is om over te gaan tot prioritering ten aanzien van de bescherming en het herstel van de wijstgebieden in Brabant

## 7.2. Aanbevelingen
Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn er een aantal richtingen aan te geven waarop aanvullende lokaal detailonderzoek aan te bevelen is. Op hoofdlijnen zijn er drie richtingen:
- onderzoek om het hydrologische systeem beter te begrijpen en de intrekgebieden te karteren;
- monitoring om de hydrologie van de wijstgebieden te beschermen;
- lokaal onderzoek door middel van een aantal pilotstudies om de herstelkansen te onderzoeken;

**onderzoek hydrologisch systeem en intrekgebieden**
Regionaal onderzoek heeft tot doel het hydrologisch systeem van de wijstgebieden beter te begrijpen. Dit is belangrijk om bijvoorbeeld intrekgebieden te beschermen. Concreet betekent het regionale onderzoek een gebiedsdekkende grondwatermodellering van de wijstgebieden en de infiltratiegebieden. Een belangrijk onderdeel van een dergelijke studie is de conceptualisatie van het hydrologisch systeem. Dit houdt in dat de systeemwerking van het grondwaterstromingspatroon en waterhuishouding wordt beschreven in tijd en ruimte. Hiervoor is het nuttig om bij een aantal wijstgebieden gedetailleerd onderzoek te doen naar bijvoorbeeld de waterkwaliteit (voor chemische ‘ijking’ van de stroombaanberekeningen) of grondwaterdateringen uit te voeren (radiometrische datering). In ieder geval zal voor de definitieve planvorming per wijstlocatie een (geo)hydrologische systeemanalyse moeten plaatsvinden.

**monitoring grondwaterstanden bij wijstgebieden**
Om de bestaande wijstgebieden te beschermen is monitoring van de grondwaterstanden nabij gekarteerde wijstgebieden belangrijk. Hierbij is het belangrijk om zowel de freatische grondwaterstand als de grondwaterstand in het onderliggende watervoerende pakket te monitoren (dit bepaald immers de kwelsituatie). Om de grondwatersituatie bij de wijstgronden te monitoren is het efficiënt om aan te sluiten bij andere provinciale meetnetten (bijvoorbeeld het provinciale beleidsmeetnet verdroging).

**lokaal onderzoek herstelkansen**
Om de herstelkansen voor wijstgebieden beter te onderzoeken, wordt aanbevolen een aantal (twee of drie) pilotstudies uit te voeren in wijstgebieden. Een belangrijk aspect hierbij is op lokale schaal het hydrologische systeem te begrijpen en wijst effectief te herstellen. Hiervoor kan gedacht worden aan veldwerk zoals plaatsing van een aantal verkennende boringen en plaatsing peilbuizen. Dit is met name belangrijk omdat het meeste onderzoek in wijstgebieden is uitgevoerd in maar één wijstgebied (het St. Annabos in Uden), terwijl uit dit onderzoek blijkt dat er ongeveer 40 afzonderlijke wijstgebieden aanwezig zijn. Het is dus belangrijk om te weten hoe representatief het wijstgebied bij Uden is voor de overige wijstgebieden.

Bij een pilotproject om wijst te herstellen is met name een gedetailleerde kartering van de breuk en bepaling van de gaafheid van de breuk belangrijk. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van geofysische metingen zoals vertical electrical soundings. Wanneer de ligging van de breuk nauwkeurig bekend is, kan een proefdamwand worden geplaatst. Gelijktijdig dient gedurende langere tijd (>6 maanden) de grondwaterstand in het wijstgebied te worden gemonitoord. Voordat tot vernattingsmaatregelen wordt overgaan, wordt sterk aanbevolen het gebied nader te onderzoeken, met name op chemische eigenschappen van de bodem, bodemwater en grondwater. Belangrijke parameters hierbij zijn onder andere stikstof, fosfor (totaal P, P dat gebonden is aan calcium of ijzer(hydr)oxiden, biologisch beschikbaar P), zwavel (sulfide) en ijzer. Met een dergelijke analyse kunnen de kansen voor herstel en de benodigde maatregelen beter worden ingeschat.

## 8. REFERENTIES


Atari, R. H. en Stuurman, R. J (1996). De grondwatersituatie rond de wijstgronden bij Uden, TNO rapport, p.

Bense, V. (2004). The hydraulic properties of faults in unconsolidated sediments and their impact on groundwater flow, hoofdstuk 4, p. 61 – 89

Waterschap de Aa (2003). Brabantse wijstgronden in Beeld, p. 2 – 13

Michon, L. en van Balen, R.T (2003). Characterization and quantification of active faulting in the Roer valley rift system based on high precision digital elevation models, Quaternary Science Reviews 24 (2005) p. 457 – 474

Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs, (2005). Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natuur'. $H_2O$ 17: 28-30.

Lucassen, E.C.H.E.T. & J.G.M. Roelofs, (2005). Vernatten met beleid: lessen uit het recente verleden. Natuurhistorisch maandblad 94: 211-215.

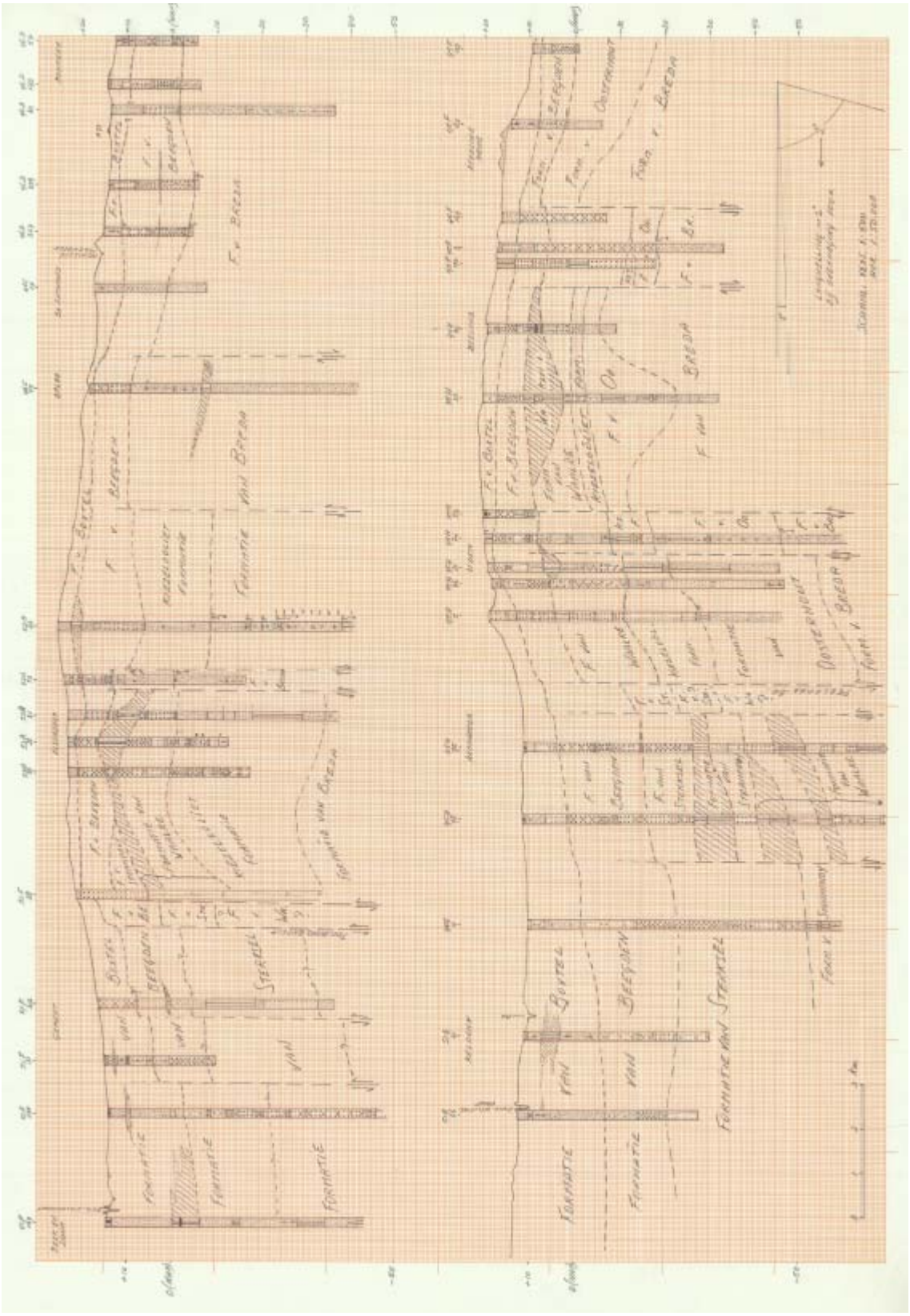
Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen & J.G.M. Roelofs, (2003). Waterpeilregulatie: een bron van aanhoudende zorg. $H_2O$ 24:17-19.

TNO (2002). Beleidsmeetnet verdroging provincie Noord-Brabant

Witteveen+Bos (2005). Geohydrologische onderzoek inzake watertoets IGP Bakel-Milheeze Noord.
In opdracht van De Peelhorst Zand & Grint, Bakl3-1

Witteveen+Bos (2006). Aanvullende berekeningen wijstgebied Geneneind, rapport voor project: maatregelen ten behoeve van wijstherstel bij het wijstgebied Geneneind

## BIJLAGE I Profiellijnen (van Rooijen adviezen)



## BIJLAGE II Breukenkaart

## BIJLAGE III Isohypsenkaart en kwel en infiltratiekaart (WOP)

# BIJLAGE IV Beschrijving bronnen GIS analyse

# BIJLAGE V Matrix wijstgebieden Maaskant - resultaten GIS analyse

# BIJLAGE VI Verslag quickscan

| aanleiding veldbezoek | naam | dorps-kern | opmerkingen veldbezoek | conclusie Quickscan |
|---|---|---|---|---|
| GIS analyse - waarschijnlijk wijstgebied | Het Broek | Herpen | sloten vol met kroos; in noordelijk gedeelte zijn sloten licht verkleurd. | wijst |
| | Het Broek/Graspeel | Zeeland | in het noorden van dit gebied zijn de sloten sterk verkleurd. | wijst |
| | St. Anthonis Peel | Westerbeek | de sloot evenwijdig aan N272 is sterk verkleurd. | wijst |
| | ten W van Westerbeek | Westerbeek | de Oploosche Molenbeek is lichtelijk verkleurd (onduidelijk of veroorzaakt door wijst); veel natte plekken; sloten zijn sterk verkleurd. | wijst |
| | Wilhelminahoeve | Overloon | de Lactariabeek is aan de noordzijde verkleurd; geen natte plekken in het veld; slootjes staan allemaal droog. | wijst |
| GIS analyse - mogelijk wijstgebied | Beerse Weg | Bruggen | de sloot langs de Beerse Weg is niet verkleurd. | geen wijst |
| | Bruggen-Vliertwijk | Rosmalen | sloten zijn niet verkleurd. | geen wijst |
| | De Geer | Berghem | sloten zijn niet verkleurd (Fe 0 mg/L). De grond is recentelijk omgeploegd en het sediment heeft enige roestkleur. De sloten in het hele gebied zijn niet verkleurd, maar het veld is in de gehele omgeving vrij nat. | mogelijk wijst |
| | Grote Baan | Venhorst-Langhorst | de sloten evenwijdig aan Quayweg staan droog; sloten loodrecht op weg zijn na, niet verkleurd; wel nattere plekken in het veld waarneembaar. | geen wijst |
| | Hoefgraaf | Heeseind | sloten zijn niet verkleurd (Fe 0 mg/L). Alle weilanden en akkers zijn nat, maar niet verkleurd. Een boer wist te melden dat het grondwater uit zijn pomp altijd een heldere kleur heeft. | geen wijst |
| | Hondsberg | Overloon | alle slootjes staan droog; grond natter richting de beek. | geen wijst |
| | Ijzerbroekweg | St. Hubert | de sloten ten ZW van de Hoge Raam (niet verkleurd) zijn sterk verkleurd en gebied is vrij nat. | wijst |
| | Nieuwveld-Vensteeg | Zeeland | de sloten zijn sterk verkleurd. | wijst |
| | Noordhoek-Staartwijk | Odiliapeel | het Peelkanaal is sterk verkleurd. in gebied zelf, sloten niet verkleurd. | geen wijst |
| | Princepeel | Wilbertoord | sloten lichtelijk verkleurd. | wijst |
| | Stevensbeek | Oploo | water bij stuw in Stijpse Beek lichtelijk verkleurd; vrijwel alle slootjes haaks op de beek zijn nat. | geen wijst |
| | St. Hubertsbroek | St. Hubert | de beek heeft geen verkleuring en sloten staan droog. | geen wijst |
| | Walsertsche Broek | Wanroij | de beek loodrecht op de Hoge Raam beek is niet verkleurd; sloten staan droog. | geen wijst |
| Lokale gebieds-kennis | De Berg | Odiliapeel | sloten zijn allemaal droog. (ook sloot langs N277). Er is alleen een natte plek in een klein weiland gevonden op deze locatie. De rest van het gebied is relatief droog. | geen wijst |
| | de Bergen | Wanroij | sloot is verkleurd (Fe 25 mg/L). | wijst |
| | Gaalsche Heide 1 | Schaijk | de sloten zijn niet verkleurd of staan droog. | geen wijst |
| | Gaalsche Heide 2 | Schaijk | de sloten zijn niet verkleurd of staan droog. | geen wijst |
| | Groot Rietbroek | Schaijk | sloten zijn niet verkleurd (Fe <3 mg/L). (sloot evenwijdig aan breuk nagenoeg droog). | geen wijst |
| | Heijt Morgen | Reek | sloten zowel evenwijdig als loodrecht op de weg zijn ze niet verkleurd (Fe 0 mg/L). Veel kroos in de sloten. | geen wijst |

| aanleiding veldbezoek | naam | dorps-kern | opmerkingen veldbezoek | conclusie Quickscan |
|---|---|---|---|---|
| | Paalgraven | Heesch | sloot is niet verkleurd (Fe 0 mg/L). Alle andere sloten droog. Er is een gedeelte onbereikbaar, wat eventueel interessant kan zijn. Precies in het hoekje tussen de grote wegen in groeit er vrij veel natte vegetatie (waaronder pitrus). Langs de Banstraat ligt een plas op priveterrein. Dit water is niet verkleurd. | geen wijst |
| | Reeksche Heide (Crossbaan) | Reek | sloten staan allemaal droog. In de lagere gedeelten van de crossbaan zijn plassen ontstaan. Deze zijn niet verkleurd en bevatten geen ijzer (Fe 0 mg/L). Op deze plek is waarschijnlijk wel een puntbron van wijst te vinden. Hiervan zijn foto's uit 1980 van beschikbaar. | geen wijst |
| | Rusven | Zeeland | sloten zijn verkleurd (Fe 5-10 mg/L). Alle sloten naast de weg 'Rusven' zijn bekeken. | wijst |
| | Voskuilenweg | Odiliapeel, Venhorst | sloot loodrecht op breuk niet verkleurd (Fe 0 mg/L). Alle andere sloten droog. | geen wijst |
| | Wijstbunders | Munnekens-Vinkel | sloot loodrecht op breuk niet verkleurd; alle andere sloten droog. | geen wijst |

# BIJLAGE VII a Resultaten veldbezoeken Aa-gebied

## Inhoudsopgave


| gebied | dorpskern | id |
|---|---|---|
| Biesdeel | Deurne | 16 |
| Biesthoek | Volkel | 22 |
| Breuk van Grientsven | Milheeze | 32 |
| De Rakt | Helmond | 40 |
| Dompthoorn | Handel | 26b |
| Donzel 1 | Nistelrode | 1 |
| Donzel 4 | Nistelrode | 4 |
| Esdonk | Gemert | 13 |
| Hertsberg | Vlierden | 39 |
| Huize Padua | Boekel | 25 |
| Kantje | Nistelrode | 5 |
| Kaweide | Milheeze | 30 |
| Knokerd | Uden | 12 |
| Koeweideweg | Neerkant | 37 |
| Moleneind | Uden | 10 |
| Molenhuisweg | Deurne | 38 |
| Peelse Huis | Volkel | 23 |
| Regenweg | Liessel | 34 |
| Roije Hoef | Gemert | 14 |
| Soeloop | Liessel | 35 |
| St. Annabos | Uden | 9 |
| Steenovenwijer | Milheeze | 29 |
| Stippelberg | Rips | 28 |
| Strijbosch | Handel | 26a |
| t Goor | Deurne | 31 |
| Wijst Peelse loop | Gemert | 27 |
| Zevenbergen | Nistelrode | 17 |

## BIJLAGE VII b Resultaten veldbezoeken Maaskant -gebied

## Inhoudsopgave


| gebied | dorpskern | id |
|---|---|---|
| De Bergen | Wanroij | 30 |
| De Geer | Berghem | 18 |
| Graspeel | Zeeland | 5 |
| Het Broek | Herpen | 6 |
| Ijzerbroekseweg | St. Hubert | 12 |
| Nieuwveld | Zeeland | 16 |
| Princepeel | Odiliapeel | 39 |
| Rusven | Zeeland | 27 |
| St. Anthonispeel | Oploo | 4 |
| Ten Westen van Westerbeek | Westerbeek | 9 |
| Tovensche beek | St. Anthonis | 38 |
| Wilhelminahoeve | Overloon | 1 |

# BIJLAGE VIII Inventarisatie wijstgronden 2006

# BIJLAGE IX Effectiviteit herstelmaatregelen wijst

# BIJLAGE X Kenmerkende plantengemeenschappen voor wijstgronden

- **Dotterbloemverbond** (*Calthion palustris*)*:* Matig voedselrijke, maar nooit zeer voedselrijke periodiek overstroomde kruidenrijke graslanden;
- **Moeraspiraeaverbond** (*Filipendulion*)*:* Natte ruigtvegetatie, d.w.z. bij ophoping van organisch materiaal onder niet te voedselrijke omstandigheden en voldoende daglicht (weinig schaduw);
- **Verbond van Stijve zegge** (*Caricion elatae*)*:* Verlandingsgemeenschap in stilstaand water van laagveenmoeras, duinvallei, oude rivierarm. Op locaties buiten de invloed van slibrijke en voedselrijke overstromingen;
- **Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid** (*Cardamino-Montion*)*:* Stilstaand of zwakstromend (matig) voedselarm, zwak zuur tot neutraal water in brongebieden. Bodem zandig of venig, onbeschaduwd, soms periodiek droogvallend;
- **Verbond van Els en Vogelkers** (*Alno-Padion*)*:* Bosgemeenschap op jonge voedselrijke gronden met hoge basenbezetting en snelle strooiselomzetting (mull-humus);
- **Elzenzegge-Elzenbroek** (*Carici elongatae-Alnetum*): Venige standplaatsen in contact met grond en oppervlaktewater. Laagten in beekdalen, afgesneden beeklopen, dikwijls met veraarde bovengrond en veenlaag niet dikker dan 1 meter.