

KOA 99.161

**Ecohydrologisch onderzoek  
Bergerheide**  
*Resultaten*

KOA 99.161

# Ecohydrologisch onderzoek Bergerheide

*Resultaten*

**Opdrachtgever**

Zuiveringschap Limburg, Waterschap Peel en Maasvallei en  
Stichting de Marke

**Opdrachtnummer**

30.3230.015

**Auteur**

Drs. C.J.S. Aggenbach, ir. A.M. Hummelen en ir. A.C. Zuidhoff

Nieuwegein, juli 2000

**Kiwa N.V.**  
Onderzoek en Advies  
Groningenhaven 7  
Postbus 1072  
3430 BB Nieuwegein  
Telefoon 030 60 69 511  
Fax 030 60 61 165  
Internet [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)

©2000 Kiwa N.V.  
Niets uit dit drukwerk mag verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Kiwa N.V., noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd

# INHOUDSOPGAVE

AANLEIDING .....	3
DOEL VAN HET ONDERZOEK .....	3
RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK .....	4
VISIE OP NATUURHERSTEL- EN ONTWIKKELING .....	6
VOORSTEL VOOR MAATREGELEN .....	7
VOORSTEL VOOR MONITORING .....	7
1 DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK .....	11
1.1 Inleiding .....	11
1.2 Doelstelling .....	11
1.3 Begrenzing onderzoeksgebied .....	12
1.4 Leeswijzer .....	13
1.5 Onderzoeksvragen .....	15
2 HUIDIGE GEOLOGIE EN HYDROLOGIE VAN HET ONDERZOEKSGBIED .....	17
2.1 Ligging, reliëf, landschap en historie .....	17
2.2 Geologie .....	17
2.2.1 Geologische ontstaanswijze en afzettingen .....	17
2.2.2 Bodem en bodemvorming .....	19
2.3 Hydrologie .....	21
3 ECO-HYDROLOGISCHE SYSTEEMBESCHRIJVING .....	25
3.1 Duivelskuil .....	25
3.1.1 Geohydrologie .....	25
3.1.2 Vegetatie en standplaatscondities .....	29
3.1.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen .....	31
3.1.4 Vastgestelde veranderingen .....	31
3.1.5 Synthese .....	32
3.2 Eendenmeer .....	35
3.2.1 Geohydrologie .....	36
3.2.2 Vegetatie en standplaatscondities .....	39
3.2.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen .....	41
3.2.4 Vastgestelde veranderingen .....	42
3.2.5 Synthese .....	42
3.3 Driessenven en het aangrenzende noordwestelijke ven .....	44
3.3.1 Geohydrologie .....	44
3.3.2 Vegetatie en standplaatscondities .....	47
3.3.3 Macrofauna, diatomeeën, fytoplankton en standplaatscondities .....	47
3.3.4 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen .....	48
3.3.5 Vastgestelde veranderingen .....	48
3.3.6 Synthese .....	48
3.4 Rondven en aangrenzende voormalige akker .....	50
3.4.1 Geohydrologie .....	50
3.4.2 Vegetatie en standplaatscondities .....	52

3.4.3	Macrofauna en standplaatscondities .....	52
3.4.4	Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen.....	53
3.4.5	Vastgestelde veranderingen .....	53
3.4.6	Synthese .....	53
3.5	Lelieven met aangrenzende natte heide en aangrenzende landbouwenclave .....	55
3.5.1	Geohydrologie .....	55
3.5.2	Vegetatie en standplaatscondities .....	56
3.5.3	Macrofauna, diatomeeën en standplaatscondities.....	57
3.5.4	Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen.....	58
3.5.5	Vastgestelde veranderingen .....	58
3.5.6	Synthese .....	58
3.6	Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B) met aangrenzende natte heide.....	59
3.6.1	Geohydrologie .....	59
3.6.2	Vegetatie en standplaatscondities .....	61
3.6.3	Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen.....	62
3.6.4	Vastgestelde veranderingen .....	62
3.6.5	Synthese .....	62
3.7	Springberg .....	63
3.8	Natte heide ten oosten van Springberg (deelgebied 15 in onderzoeksgebied 1).....	64
3.8.1	Geohydrologie .....	64
3.8.2	Vegetatie en standplaatscondities .....	65
3.8.3	Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen.....	65
3.8.4	Vastgestelde veranderingen .....	65
3.8.5	Synthese .....	65
3.9	Natuurontwikkelingsgebieden Berkenkamp (deelgebied 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 2) 66	
3.9.1	Geohydrologie .....	66
3.9.2	Synthese .....	67
3.10	Reservaatgebied Heukelomsche Heide (deelgebied 8 in onderzoeksgebied 2).....	68
3.10.1	Geohydrologie .....	68
3.10.2	Synthese .....	68
3.11	Laagte ten oosten van Berkenkamp (deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2).....	69
3.11.1	Geohydrologie .....	69
3.11.2	Synthese .....	69
3.12	Natuurgebied ten noorden van Eendenmeer (deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2)....	70
3.12.1	Geohydrologie .....	70
3.12.2	Synthese .....	70
3.13	Laagte bij de Eckeltse Bergen (deelgebied 7 in onderzoeksgebied 2) .....	72
3.13.1	Geohydrologie .....	72
3.13.2	Synthese .....	72
3.14	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide: deelgebied 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 1 73	
3.14.1	Geohydrologie en synthese .....	73
3.15	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide: deelgebied 4 t/m 12 in onderzoeksgebied 1 75	
3.15.1	Geohydrologie en synthese .....	75
3.16	Landbouwenclave Bergerheide: deelgebied 13 in onderzoeksgebied 1.....	76
3.16.1	Geohydrologie en synthese .....	76
3.17	Natuurontwikkelingsgebied Wolfsven (deelgebied 14 in onderzoeksgebied 1) .....	77
3.17.1	Geohydrologie en synthese .....	77
4	ONTGINNING, ONTWATERING EN VERDROGING .....	79
4.1	Historische ligging van vennen en natte gebieden .....	79



4.2	Landbouwontginningen en ontwatering.....	79
4.3	Ingrepen met invloed op het watervoerende pakket.....	81
4.3.1	Verandering in grondwaterstand.....	81
4.3.2	Effect van daling in watervoerend pakket op grondwatersystemen van de Bergerheide.....	84
4.4	Lokale ingrepen en activiteiten met invloed op schijngrondwater.....	85
4.4.1	Bosaanplant/successie.....	85
4.4.2	Lokale ontwatering.....	85
4.5	Conclusie per deelgebied.....	85
5	VISIE VOOR NATUURHERSTEL EN –ONTWIKKELING.....	87
5.1	Natuurstreefbeelden.....	87
5.1.1	Uitgangspunten.....	87
5.1.2	Beschrijving van natuurstreefbeelden.....	88
	NATUURSTREEFBEEELD 8: AKKER MET AKKERONKRUIDEN.....	92
5.2	Kansrijkdom van de streefbeelden.....	93
5.3	Mogelijke maatregelen.....	94
5.3.1	Bestrijding verdroging.....	94
5.3.2	Bestrijding van eutrofiëring.....	94
5.4	Visie voor herstel en ontwikkeling van natte natuur.....	95
5.5	Globale inschatting effecten van maatregelen op landbouw.....	96
5.6	Overwegingen en keuzen voor opties van maatregelen.....	97
6	BESCHRIJVING VAN DE MAATREGELLEN.....	103
6.1	Type maatregelen.....	103
6.1.1	Sloten dempen.....	103
6.1.2	Plaggen en oppervlakkig afgraven.....	103
6.1.3	Baggeren van vennen.....	104
6.1.4	Verwijderen van bos.....	105
6.1.5	Overgangsbeheer.....	105
6.2	Fasering van maatregelen in de deelgebieden.....	106
6.3	Maatregelen per deelgebied.....	107
6.4	Natuurstreefbeelden op de korte termijn (5 en 10 jaar).....	107
6.5	Kosten van de maatregelen.....	108
6.6	Monitoring van de effecten van maatregelen.....	108
BIJLAGE 1	DUIVELSKUIL.....	113
	GRONDWATERSTANDSMETINGEN.....	113
BIJLAGE 2	EENDENMEER.....	115
	GRONDWATERSTANDSMETINGEN.....	3
BIJLAGE 3	DRIESSENVEN.....	3
	GRONDWATERSTANDSMETINGEN.....	4
BIJLAGE 4	RONDVEN.....	5
	GRONDWATERSTANDSMETINGEN.....	6
BIJLAGE 5	LELIEVEN.....	7

GRONDWATERSTANDSMETINGEN.....	8
BIJLAGE 6                    DE HEIDEVENNETJES (VOORHEEN VENNEN A EN B, BERGERHEIDE) MET AANGRENZENDE NATTE HEIDE .....	9
BIJLAGE 7                    SPRINGBERG .....	11
BIJLAGE 8                    NATTE HEIDE TEN OOSTEN VAN SPRINGBERG .....	13
BIJLAGE 9                    METHODE VOOR HET BEREKENEN VAN EFFECTEN VAN BOSAAANPLANT EN HET KAPPEN VAN BOS OP DE WATERSTAND VAN EEN SCHIJNGRONDWATERSYSTEEM .....	15
BIJLAGE 10                    LIGGING VAN MOERASSEN EN OPEN WATEREN IN 1802- 1805 EN 1842-1843 3	
BIJLAGE 11                    LIGGING EN PLANNING VAN DE LOKALE MAATREGELEN..	6
BIJLAGE 12                    LIGGING VAN LOCATIES PEILBUIZEN EN BORINGEN: UITSNEDE HELE ONDERZOEKSGBIED. ....	10
BIJLAGE 13                    KAART BORINGEN INVOEGEN.....	12
BIJLAGE 13                    BIJLAGE 13: LIGGING VAN LOCATIES PEILBUIZEN EN BORINGEN: UITSNEDE ZUIDELIJKE DEEL VAN ONDERZOEKSGBIED. ....	13

# SAMENVATTING

## Aanleiding

In het gebied van de Bergerheide liggen diverse vennen die zijn verdroogd, verzuurd of gealkaliniseerd en geëutrofeerd. De verdroging kan veroorzaakt zijn door ontgrondingactiviteiten, drinkwaterwinning, lekkages in een slecht-doorlatende kleilaag of andere oorzaken. Verdroging kan in vennen leiden tot een afbraak van het organisch materiaal waardoor eutrofiëring en verzuring optreden. De vennen worden ook beïnvloed door landbouw en recreatie. Door voormalige landbouwactiviteiten zijn het Rondven en Driessenven sterk geëutrofeerd. Het Meeuwenven is sterk geëutrofeerd door broedende kokmeeuwen. Door de van nature lage buffercapaciteit zijn de vennen tevens gevoelig voor verzuring door atmosferische depositie.

Voordat tot uitvoering van maatregelen wordt overgegaan, is het wenselijk dat er meer gegevens beschikbaar komen over de hydrologie en kwaliteit van bodem en water door middel van vooronderzoek. Hierdoor wordt beter inzicht verkregen of en zo ja welke maatregelen het meeste effect zullen hebben op herstel van natuurwaarden en daarmee duurzamer zijn. Omdat er reeds vrijveel botanisch onderzoek is verricht, dient het onderzoek zich vooral te richten op het hydrologisch functioneren van de vennen.

Het *Ecohydrologisch onderzoek Bergerheide* is in opdracht van Zuiveringschap Limburg, Waterschap Peel en Maasvallei en Stichting de Marke uitgevoerd door Kiwa N.V. Onderzoek en Advies. Het onderzoek is gefinancierd met subsidie van de regelingen GeBeVe en Overlevingsplan Bos en Natuur.

Het onderzoek werd begeleid en aangestuurd door een begeleidingscommissie. In deze commissie hadden zitting:

- Mw. S. van den Berg (Zuiveringschap Limburg)
- Dhr. M. Boute (Zuiveringschap Limburg)
- Mw. O. Driessen (Zuiveringschap Limburg)
- Dhr. T. Heijligers (Waterschap Peel en Maasvallei)
- Dhr. J. Peerboom (Waterschap Peel en Maasvallei)
- Dhr. J. Hoogveld (Waterschap Peel en Maasvallei)
- Dhr. A. Arts (gemeente Bergen)
- Dhr. L. van Oursouw (agendalid, gemeente Bergen)
- Dhr. I. Borkent (Stichting de Marke)
- Dhr. R. Gerards (Stichting Limburgs Landschap)
- Dhr. P. Bossenbroek (Staatsbosbeheer)
- Dhr. K. van der Laan (staatsbosbeheer)
- Mw. M. Dekkers/ C. van Tijen (agendalid, Provincie Limburg)
- Dhr. M. Brand (Dienst Landelijk Gebied)

## Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is een totaalvisie te ontwikkelen waarin de mogelijkheden en kansrijkdom voor herstel- en ontwikkelingen van natte natuurwaarden worden aangegeven. De visie omvat ook het opstellen van maatregelen waarmee natuurherstel en –ontwikkeling kunnen worden gerealiseerd. Alvorens men hier toe overgaat moet eerst duidelijk zijn:

- of en zo ja, waar natuurwaarden in de huidige natte natuurgebieden achteruit zijn gegaan;
- wat de oorzaken hiervan zijn geweest;

- hoe de hydrologie van deze natuurgebieden, recent verworven natuurgebieden en de reservaaats-/ natuurontwikkelingsgebieden functioneert;
- welke waterafhankelijke natuurdoeltypen in deze gebieden kunnen worden ontwikkeld;
- welke maatregelen mogelijk zijn en wat de kansrijkdom van deze maatregelen is voor ontwikkeling van de mogelijke natuurdoeltypen.

Voor enkele deelgebieden zijn er ecohydrologische studies uitgevoerd, maar een integrale studie van het hele gebied rond Nieuw-Bergen ontbreekt. Nevendoel van dit project is derhalve om de geologische, hydrologische, bodemkundige en ecologische kennis van het gebied te integreren en aan te vullen met gericht bodemkundig en hydrologisch onderzoek.

Figuur 1 geeft de ligging van het onderzoeksgebied weer.

### **Resultaten van het onderzoek**

Op basis van de offerte-aanvraag en overleg met de opdrachtgevers zijn de onderzoeksvragen opgesteld. Het onderzoek heeft de volgende antwoorden opgeleverd:

- 1) *In welke vennen/natte gebieden is er sprake van verdroging en in welke mate? Wat is de oorzaak van die verdroging?*

Op basis van ecohydrologische systeemanalysen op lokale schaal is in veel deelgebieden verdroging vastgesteld. Delen met de bestemming natuur zijn vaak matig verdroogd door verlaging van de waterstand en deels ook toename van de waterstandsfluctuatie. Veel landbouwenclaves zijn sterk verdroogd. De belangrijkste oorzaak van de verdroging zijn (1) lokale ontwatering en (2) verlaging van de stijghoogte in het watervoerende pakket door aanleg van de zandgroeven 't Leuken en Reijnderslooi, ruilverkaveling in omliggende landbouwgebieden (1968-1981) en de grondwaterwinning Bergen. Lokaal heeft ook bosaanplant geleid tot verdroging als gevolg van een verminderde grondwateraanvulling. De bijdrage van de verschillende oorzaken aan verdroging verschilt per deelgebied. Tabel 1 geeft per deelgebied detailinformatie hier omtrent.

- 2) *Welke afzettingen zijn verantwoordelijk voor schijngrondwatersystemen in en rond de vennen/natte gebieden?*

Schijngrondwatersystemen zijn aanwezig als gevolg van het voorkomen van een dunne, slechtdoorlatende, deels zandige leemlaag. Deze leemlaag is afgezet op grof zandige afzettingen van oude Maas-lopen. De leemlaag heeft een plaatselijk voorkomen binnen enkele delen van het onderzoeksgebied (zie figuur 4). Voor alle huidige vennen en natte gebieden is de aanwezigheid van deze leemlaag vastgesteld of zeer waarschijnlijk. Naast de leemlaag komen zeer lokaal ook af en toe verkitten inspoelingslaagjes van ijzer of organisch materiaal voor. Zulke laagjes kunnen bijdragen aan de stagnatie van freatisch water. Hun bijdrage is echter van geringe waarde ten opzichte van de bijdrage aan stagnatie door de leemlaag.

- 3) *Staat het grondwater in het watervoerende pakket in contact met de onderkant van de slechtdoorlatende lagen? Stond het vroeger hiermee in contact (voor de sterke grondwaterstandsverlaging in het watervoerende pakket)?*

De stijghoogte van het watervoerende pakket in relatie tot de leemlaag verschilt sterk van deelgebied. Er kunnen de volgende geohydrologische situaties worden onderscheiden:

- A Een ondiepe leemlaag is aanwezig met daarboven freatisch grondwater. De stijghoogte in het watervoerende pakket reikt permanent tot aan de leemlaag.
- B Een ondiepe leemlaag is aanwezig met daarboven freatisch grondwater. De stijghoogte in het watervoerende pakket reikt periodiek tot aan de leemlaag.
- C Een ondiepe leemlaag is aanwezig met daarboven freatisch grondwater. De stijghoogte in het watervoerende pakket reikt nooit tot aan de leemlaag.

- D Een ondiepe leemlaag is afwezig. Het freatisch grondwater maakt deel uit van het watervoerende pakket.

Momenteel komen systeemtype B, C en D voor. Door trendmatige verlagingen van de stijghoogte in het watervoerende pakket zijn de volgende veranderingen opgetreden. In diverse deelgebieden is een verandering van systeem B naar systeem C opgetreden. In een aantal andere deelgebieden met systeemtype B is de duur dat de stijghoogte van het watervoerende pakket met de leemlaag in contact staat afgenomen. In de periode van jaren '50 tot en met '90 vonden deze veranderingen allemaal plaats gedurende begin jaren '70. Tabel 2 geeft per deelgebied de details.

- 4) *In hoeverre is er sprake van afzonderlijke schijngrondwatersystemen per ven/nat gebied of van één of enkele aaneengesloten grotere schijngrondwatersystemen waarin elk meerdere vennen/natte gebieden liggen?*

De meeste deelgebieden in onderzoeksgebied 1 maken deel uit van grotere schijngrondwatersystemen. Dit hangt samen met de het voorkomen van een uitgestrekte leemlaag. Het Eendenmeer is onderdeel van een relatief klein schijngrondwatersysteem dat voor een groot deel beperkt is tot de locatie van het Eendenmeer zelf. Van de Duivelskuil is niet duidelijk is of ze onderdeel is van een groot schijngrondwatersysteem. Deze onduidelijkheid heeft geen grote implicaties voor de geplande maatregelen.

- 5) *Indien sprake is van grotere aaneengesloten schijngrondwatersystemen: welke vennen/natte gebieden worden gevoed door grondwater en hoe groot is het intrekgebied van zulke vennen/natte gebieden?*

De Duivelskuil wordt aan een zijde permanent gevoed door lokaal, ongebufferd, matig zuur grondwater. In de laagte met het Rondven treedt periodiek toestroming van lokaal grondwater. De grootte van de intrekgebieden is meestal niet vast te stellen op basis van de beschikbare gegevens. De maatregel kappen van dennenbos ten behoeve van een grotere aanvulling van het freatisch grondwater rond de Duivelskuil kan daarom niet exact worden afgestemd op het intrekgebied. Wel is aan de zijde van het ven waar toestroming van grondwater optreedt een bredere zone voorgesteld waar dennenbos kan worden gekapt. In andere deelgebieden is geen toestroming van lokaal grondwater vastgesteld en treedt er in veel gevallen aan de randen van vennen wegzijging en laterale stroming naar de omgeving op.

- 6) *Welke vennen/natte gebieden ontvangen (gebufferd) grondwater?*

Deelgebied 5 en 6 ontvangen gebufferd grondwater uit het watervoerende pakket. Dit kwelwater komt alleen in sterk ontwaterende sloten terecht. In de Duivelskuil is het toestromende lokale grondwater ongebufferd en matig zuur. Een hoge basenrijkdom in vennen en andere deelgebieden met schijngrondwatersystemen hangt samen met alkaliserings door vogels (Meeuwenven) of vroegere bekalking (Driessenven, landbouwenclaves).

- 7) *Vormt de verticale wegzijging door de slechtdoorlatende laag een groot aandeel of een verwaarloosbaar aandeel van de waterbalans?*

Uit de permanente aanwezigheid van vennen en natte gebieden in gebieden met schijngrondwatersystemen kan worden afgeleid dat de leemlaag een grote weerstand heeft. De verticale wegzijging zal daarom gemiddeld genomen gering zijn ten opzichte van de laterale stroming.

- 8) *In hoeverre zijn de aangetroffen slechtdoorlatende lagen gevoelig voor verdroging?*

Onbekend is of de dunne leemlaag door verdroging beter doorlatend kan worden. In delen waar het contact tussen grondwater van het watervoerende pakket en de leemlaag is

verminderd, lijkt de leemlaag nog steeds een hoge weerstand te hebben. Dit blijkt hier uit de aanwezigheid van vennen en natte gebieden. De onzekerheid over verandering in doorlatendheid heeft geen grote consequenties voor de voorgestelde maatregelen. Zeer sporadisch zijn organische inspoelingslaagjes aangetroffen die gevoelig zouden kunnen zijn voor verdroging. Deze lagen hebben echter een verwaarloosbare betekenis voor stagnatie van freatisch water.

9) *Kunnen het opschonen en uitgraven van vennen en graafwerkzaamheden in voormalige landbouwgebieden slechtdoorlatende lagen beschadigen en daarmee zorgen voor verdroging?*

Zolang niet diep wordt ontgrond is daar nauwelijks enkel risico op. Diepe ontgronding wordt namelijk niet geadviseerd. In gebieden waar ondiep wordt afgegraven, dient overigens altijd vooraf een gedetailleerde bodemkartering worden uitgevoerd. Daarmee zou een ondiep liggende leemlaag meteen worden opgespoord. Bodemonderzoek is sowieso noodzakelijk om de plag- en graafwerkzaamheden goed te kunnen afstemmen op de oorspronkelijke situatie van voor de ontginning.

10) *Welke andere veranderingen in standplaatsomstandigheden dan verdroging hebben geleid tot degradatie van vennen en andere natte gebieden?*

In een aantal vennen is eutrofiëring met N en P en tegelijkertijd alkalinisering opgetreden als gevolg van meeuwen en jachtactiviteiten. Diverse vennen en de natte heide zijn geëutrofiëerd met stikstof door atmosferische depositie. Verzuring door atmosferische depositie kan ook hebben plaatsgevonden. Tabel 2 geeft de details per ven en deelgebied.

### **Visie op natuurherstel- en ontwikkeling**

Voor herstel en ontwikkeling van natte natuur in het onderzoeksgebied zijn grofweg twee opties:

- **basisoptie:** gedeeltelijk hydrologisch herstel en herstel van voedselarme omstandigheden door middel van lokale maatregelen;
- **aanvullende optie:** vergaand hydrologisch herstel door zowel lokale hydrologische maatregelen als maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket beïnvloeden.

Onder lokale maatregelen worden verstaan: het verwijderen van alle lokale drainage in natuur-, natuurontwikkelings- en reservaatgebieden, het omvormen van bos naar heide en stuifzand in de omgeving van vennen en laagtes die in een bosrijke omgeving liggen en het oppervlakkig afgraven, plaggen van de bodem of baggeren van vennen. Onder maatregelen die de stijghoogte in het watervoerende pakket verhogen vallen het stoppen van de drainerende werking van de zandwinning Bergerheide, het verhogen van sloot- en beekpeilen in het landbouwgebied ten oosten van het onderzoeksgebied en het beëindigen van de grondwaterwinning Bergen. Het uitvoeren van maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket verhogen heeft voor de meeste deelgebieden alleen zin als ze op zijn minst gepaard gaan met verwijdering van de lokale drainage en maatregelen die leiden tot een voedselarm milieu (oppervlakkig afgraven, plaggen van de bodem of baggeren van vennen). Daarom vormen de maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket verhogen een aanvullende optie op de basisoptie met de lokale maatregelen. De waterwinning Bergen zal overigens op termijn worden gestopt. In een aantal gebieden zal vermindering van de verdamping door omvorming van Dennenbos naar heide en stuifzand noodzakelijk zijn voor herstel van de hydrologie.

Voor zowel de basisoptie en de aanvullende optie is vastgesteld welke natuurstreefbeelden ze kunnen realiseren. De basisoptie levert realisatie van waardevolle natuurstreefbeelden op. De aanvullende optie leidt in enkele deelgebieden tot de ontwikkeling van meer waardevolle natuurstreefbeelden (zie voor details tabel 2).

De begeleidingscommissie van dit onderzoek kiest er voor om de basisoptie op de korte termijn te gaan uitvoeren en om verder onderzoek en eventuele uitvoering van de aanvullende optie in overleg met andere partijen op te pakken. Uitvoering van de aanvullende optie is ook van belang voor verdrogingsbestrijding in aangrenzende natuurgebieden.

#### **Voorstel voor maatregelen**

De lokale maatregelen van de basisoptie zijn per deelgebied uitgewerkt. De maatregelen bestaan uit:

- het vrijwel geheel dempen van de lokale ontwatering (sloten en rabatten);
- het plaggen van vergraste heide;
- op enkele plaatsen bos kappen en daarna de bodem plaggen;
- enkele vennen baggeren;
- venranden plaggen;
- voormalige landbouwgebieden plaggen en/of ondiep afgraven en gedurende 6 tot 12 jaar verschralen met overgangsbeheer.

In bijlage 11 worden de maatregelen per deelgebied met een tabel en twee kaarten toegelicht. In hoofdstuk 6 worden de maatregelen beschreven. Op basis van de gekozen maatregelen zijn tussenstreefbeelden voor de korte termijn (5 en 10 jaar) opgesteld per deelgebied (zie bijlage 11).

#### **Voorstel voor monitoring**

Er worden enkele aanbevelingen voor monitoring gedaan. Belangrijke vragen voor de Bergerheide die met monitoring kunnen worden beantwoord zijn:

- 1 In welke mate treedt door het dempen van lokale ontwatering en door het verwijderen van bos een stijging van de freatisch waterstand en een vermindering van de waterstandsfluctuatie?
- 2 Neemt de voedselrijkdom en alkaliteit af in uitgebaggerde/ geplagde vennen?
- 3 Neemt de voedselrijkdom in de geplagde/ afgegraven landbouwgronden af naar een laag trofieniveau?
- 4 In hoeverre treedt ontwikkeling op naar zeer zwak gebufferde/ matig zure vennen met een zwak fluctuerend peil (natuurstreefbeeld 3) op?
- 5 Treedt in vennen met een zwak fluctuerend peil verlanding met veenmossen op?
- 6 Ontstaan in laagten met kwel uit het watervoerende pakket (zwak) gebufferde, mesotrofe omstandigheden.
- 7 Treedt ontwikkeling op in de richting van het natuurstreefbeeld en worden de tussennatuurstreefbeelden gerealiseerd.

Op basis van deze monitoringvragen worden suggesties gedaan voor metingen.

## VOORWOORD

Dit rapport presenteert de resultaten van een ecohydrologisch onderzoek in het natuurgebied de Bergerheide. Doel van dit onderzoek is het onderbouwen en vaststellen van maatregelen op basis van het verzamelen van gegevens over de hydrologie, hydrochemie, bodem en deze in verband te brengen met de biotiek. Omdat veel informatie over vegetatie, faunagroepen en hydrochemie van het oppervlaktewater al in voorgaande jaren verzameld is, is het onderzoek toegespitst op het verzamelen van gegevens over hydrologie en bodem. De resultaten van het onderzoek moeten bruikbaar zijn om ecologische waarden te herstellen of te ontwikkelen en gewenste natuurstreefbeelden te realiseren. Een resultaat van het onderzoek is dan ook een plan met natuurstreefbeelden en gewenste maatregelen.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Zuiveringschap Limburg, Waterschap Peel en Maasvallei en Stichting de Marke. Het onderzoek is gefinancierd met subsidie van de regelingen GeBeVe en Overlevingsplan Bos en Natuur. Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingscommissie (zie voor samenstelling samenvatting).



# 1 DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

## 1.1 Inleiding

Het onderzoeksgebied ligt bij Nieuw-Bergen in Noord-Limburg in het rivierduinengebied ten oosten van de Maas. Ten noorden van Nieuw-Bergen zijn de rivierduinen overwegend met naaldhout bebost. Hier bevinden zich enkele geïsoleerde heideveldjes en vennen. Ten zuiden van Nieuw-Bergen, op de Berger- en Gemeenteheide, komen naast naaldbos veel open heide en gestabiliseerde stuifzanden voor. Plaatselijk, bij de Munitieberg, is nog actief stuifzand aanwezig. Op tal van plaatsen in dit gebied worden in uitgestoven laagten vennen en natte heiden aangetroffen.

Volgens de Ecohydrologische atlas van Limburg bevinden zich op de Bergerheide de mooiste goed tot zeer goed ontwikkelde natte heidevelden van enige omvang in Limburg. In de jaren '50 was dat ook reeds het geval (De Smidt, 1953 en 1954). Het sterk geaccidenteerde gebied is bijzonder vanwege de landschappelijke samenhang tussen de grote stuifzanden, de droge heide, natte heiden en vennen.

In dit rivierduinengebied en in de directe omgeving ervan hebben zich sinds halverwege vorige eeuw een aantal ingrijpende ontwikkelingen voorgedaan:

- het natte veengebied ten oosten van de rivierduinengordel is ontgonnen ten behoeve van de landbouw;
- een aantal laagtes met heide en vennen in het rivierduinengebied zijn ontwaterd en ontgonnen ten behoeve van de landbouw;
- het rivierduinengebied is op grote schaal beplant met dennenbos;
- de ontwatering van het aangrenzende (voormalige) veengebied is sterk verbeterd;
- grote delen van de Gemeenteheide en de Bergerheide zijn afgegraven ten behoeve van de zandwinning, hetgeen op regionale schaal grote invloed op de hydrologie heeft gehad.

Beheerders/ eigenaren van dit gebied hebben waargenomen dat op een groot aantal plaatsen de natuurwaarden achteruit zijn gegaan. Het vermoeden bestaat dat dit het gevolg is van verdroging. Het is echter onduidelijk op welke locaties dit daadwerkelijk zo is, en wat de precieze oorzaken zijn. In de nabije toekomst zal het gebied deel uit gaan maken van Nationaal Park De Maasduinen. Hierdoor zullen de ontwikkelingen en het beheer in de Bergerheide in samenhang met de aangrenzende natuurgebieden plaats gaan vinden. De beheerder van de Bergerheide (Gemeente Bergen/ Stichting de Marke) hebben behoefte aan (1) een knelpuntenanalyse ten aanzien van natuurherstel en –ontwikkeling en (2) een onderbouwing van maatregelen voor natuurherstel en –ontwikkeling in en rond de natte gebieden.

## 1.2 Doelstelling

Doel van dit project is een totaalvisie te ontwikkelen waarin de mogelijkheden en kansrijkdom voor herstel- en ontwikkelingen van natte natuurwaarden worden aangegeven. De visie omvat ook het opstellen van maatregelen waarmee natuurherstel en –ontwikkeling kunnen worden gerealiseerd. Alvorens men hier toe overgaat moet eerst duidelijk zijn:

- of en zo ja, waar natuurwaarden in de huidige natte natuurgebieden achteruit zijn gegaan;
- wat de oorzaken hiervan zijn geweest;

- hoe de hydrologie van deze natuurgebieden, recent verworven natuurgebieden en de reservaaats-/ natuurontwikkelingsgebieden functioneert;
- welke waterafhankelijke natuurdoeltypen in deze gebieden zijn haalbaar en reëel;
- welke maatregelpakketten zijn noodzakelijk voor realisatie van de gekozen natuurdoeltypen.

Voor enkele deelgebieden zijn er ecohydrologische studies uitgevoerd, maar een integrale studie van het hele gebied rond Nieuw-Bergen ontbreekt. Nevendoel van dit project is derhalve om de geologische, hydrologische, bodemkundige en ecologische kennis van het gebied te integreren en aan te vullen met gericht bodemkundig en hydrologisch onderzoek. Daarmee ontstaat inzicht in het hydrologisch functioneren van (potentieel) natte gebieden en inzicht in de maatregelen die de hydrologie in deze gebieden kunnen beïnvloeden.

### 1.3 Begrenzing onderzoeksgebied

De begrenzing van het onderzoeksgebied is gebaseerd op de offerte-aanvraag en mondelinge afstemming met de opdrachtgevers. Het te analyseren gebied bestaat uit twee onderzoeksgebieden waarbinnen vennen en deelgebieden zijn onderscheiden (zie figuur 1).

De bestaande natte natuurgebieden die in dit project worden onderzocht zijn:

- de Duivelskuil (Staatsbosbeheer);
- het Eendenmeer<sup>1</sup> (Gemeente Bergen);
- het Driessenven en aangrenzend nat gebied (Gemeente Bergen);
- het Rondven en aangrenzend gebied (Gemeente Bergen);
- het Lelieven en aangrenzende natte heide (Gemeente Bergen);
- de Heidevennetjes (twee kleine vennen die voorheen Vennen A en B werden genoemd) en aangrenzende natte heide (Gemeente Bergen);
- de natte heide ten oosten van de Springberg (Gemeente Bergen, deelgebied 15 in onderzoeksgebied 1).

Tevens worden landbouwpercelen in beschouwing genomen, die recent zijn verworven door een terreinbeherende instantie of die een aanwijzing hebben als reservaaats- of natuurontwikkelingsgebied (informatie Dienst Beheer Landbouwgronden Limburg, 1993; mededeling J. Hoogveld). Deze gebieden bestaan uit:

- natuurontwikkelingsgebieden Berkenkamp (deelgebieden 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 2);
- reservaaatsgebied Heukelomsche Heide (deelgebied 4 in onderzoeksgebied 2);
- laagte ten oosten van Berkenkamp (deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2);
- recent verworven natuurgebied ten noorden van Meeuwenven (deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2; Stichting Limburgs Landschap);
- laagte bij de Eckeltse Bergen (deelgebied 7 in onderzoeksgebied 2);
- natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide (deelgebieden 1 t/m 13 in onderzoeksgebied 1);
- natuurontwikkelingsgebied Wolfsven (deelgebied 14 in onderzoeksgebied 1).

---

<sup>1</sup> In de volksmond heet dit vengebied Meeuwenven, vanwege het voorkomen van een kokmeeuwenkolonie. De officiële naam is echter Eendenmeer.

## 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 behandelt de doelstelling van het onderzoek.

Hoofdstuk 2 gaat in op de geologie, bodemgesteldheid en hydrologie van het gebied.

Daarna (hoofdstuk 3) worden lokale ecohydrologische systeemanalyses van deelgebieden gepresenteerd. Van elk deelgebied wordt de geohydrologie, vegetatie, standplaatscondities, beheerhistorie besproken. Op basis van de beschikbare informatie worden conclusies getrokken over veranderingen en wordt een synthese gegeven waarin de ecohydrologische relaties en processen worden besproken.

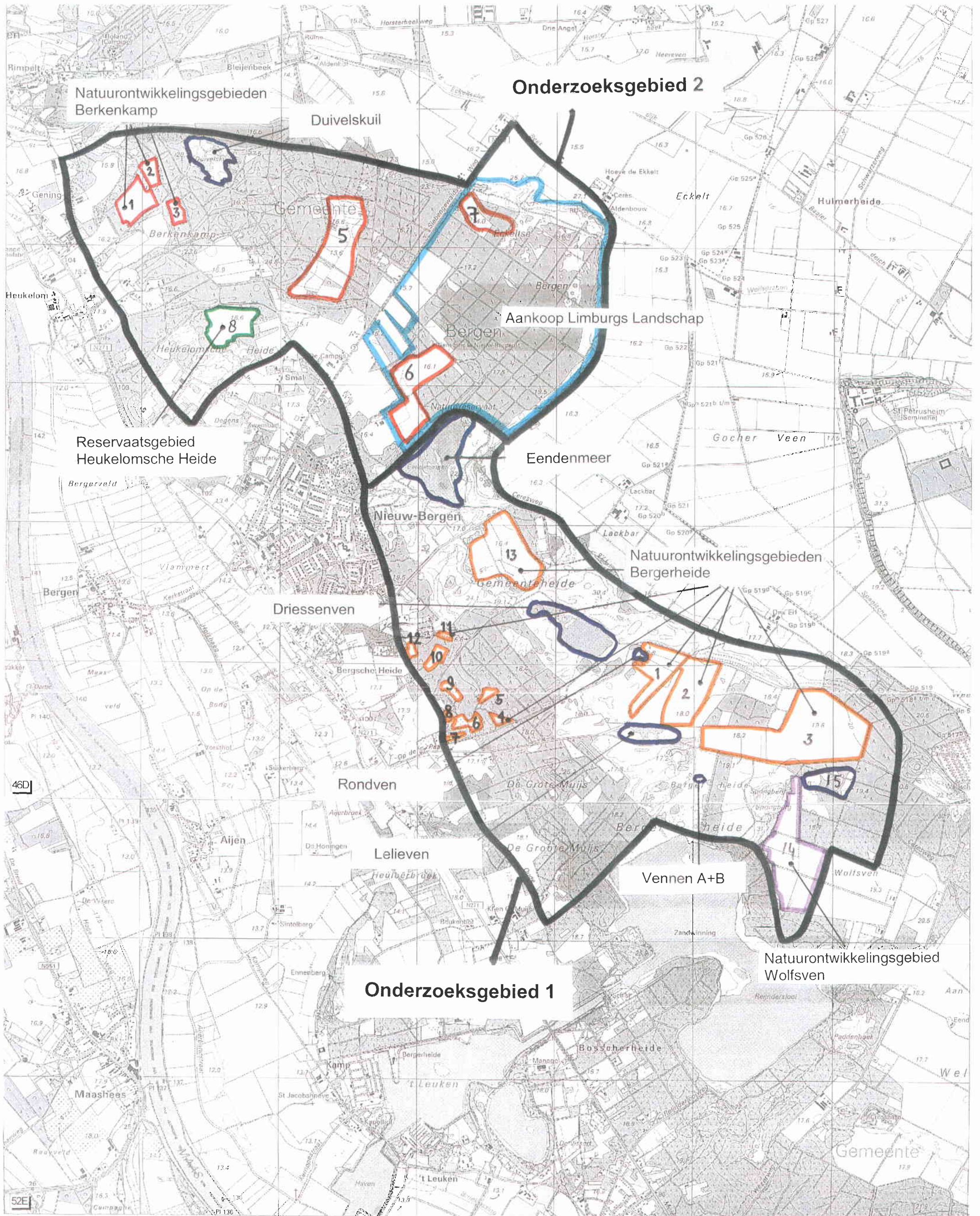
Hoofdstuk 4 bespreekt de ontginning, ontwatering en hydrologische effecten van ingrepen. Speciale aandacht krijgen hier de verlagingen die in het watervoerende pakket zijn opgetreden.

In hoofdstuk 5 wordt een visie voor natuurherstel en ontwikkeling gepresenteerd. Allereerst worden uitgangspunten voor natuurstreefbeelden uitgewerkt die resulteren in een aantal mogelijke natuurstreefbeelden (paragraaf 5.1). Vervolgens wordt ingegaan op de kansrijkdom van natuurstreefbeelden (paragraaf 5.2) en de mogelijkheden voor maatregelen (paragraaf 5.3). Deze mogelijkheden resulteren in twee opties voor maatregelen (paragraaf 5.4). Tot slot worden de overwegingen en de keuze van maatregelen op hoofdlijn gemotiveerd.

In hoofdstuk 6 worden de maatregelen van de basisoptie nader uitgewerkt. De verschillende type maatregelen worden toegelicht (paragraaf 6.1). Vervolgens wordt een fasering van maatregelen in de tijd aangegeven (paragraaf 6.2) en worden de maatregelen per deelgebied gepresenteerd. Tot slot zijn natuurstreefbeelden op de korte termijn (5 en 10 jaar na de maatregelen) uitgewerkt (paragraaf 6.5).

Detailinformatie is opgenomen in bijlagen. Bijlage 12 geeft de positie van boringen en peilbuizen die voor dit onderzoek zijn gebruikt.





Figuur 1 Begrenzing onderzoeksbied en ligging reservataats- en natuurontwikkelingsgebieden

Projectnaam  
**Bergerheide**

Projectnummer  
30.3230.015

Ondraaggever

Projectleider  
W.J.M.K. Senden

GIS operator  
A. van Warners

Tekeningnummer

Datum: 25-08-1999

**kiwa**

Onderzoek en Advies  
afd. Waterwinning en  
Waterbeheer

0 0.5 1 Kilometers





## 1.5 Onderzoeksvragen

Op de volgende onderzoeksvragen moet het onderzoek een antwoord leveren:

- 1) *In welke vennen/natte gebieden is er sprake van verdroging en in welke mate? Wat is de oorzaak van die verdroging?*  
Door oude vegetatieopnamen te vergelijken met de huidige natuurwaarden kan nagegaan worden of er sprake is van verslechtering. Tevens kan met kennis over de standplaatsen van voorkomende vegetatietypen een aanwijzing gevonden worden voor mogelijke oorzaken. Door deze kennis te vergelijken met opgetreden ontwikkelingen in de waterhuishouding, kan een completer beeld worden gegeven van oorzaken.
- 2) *Welke afzettingen zijn verantwoordelijk voor schijngrondwatersystemen in en rond de vennen/natte gebieden?*  
Per ven/nat gebied wordt aan de hand van boorbeschrijvingen nagegaan of er slechtdoorlatende lagen (leemlaagjes, inspoelingslaagjes of verkitten ijzerbanken) in de ondergrond aanwezig zijn. Voor het Eendenmeer is dit reeds door Stiboka gedaan.
- 3) *Staat het grondwater in het watervoerende pakket in contact met de onderkant van de slechtdoorlatende lagen? Stond het vroeger hiermee in contact (voor de sterke grondwaterstandsverlaging in het watervoerende pakket)?*  
Per ven/nat gebied worden de tijdstijghoogtelijnen van het watervoerende pakket gekoppeld aan de diepte van de slechtdoorlatende lagen en het schijngrondwatersysteem.
- 4) *In hoeverre is er sprake van afzonderlijke schijngrondwatersystemen per ven/nat gebied of van één of enkele aaneengesloten grotere schijngrondwatersystemen waarin elk meerdere vennen/natte gebieden liggen?*  
Aan de hand van de boorbeschrijvingen wordt nagegaan of er slechtdoorlatende laagjes in de ondergrond aanwezig zijn. Door het waterniveau van de vennen te meten alsmede de schijngrondwaterstanden en deze met elkaar te vergelijken kan een analyse worden gemaakt van het waterhuishoudkundige systeem van de vennen/natte gebieden.
- 5) *Indien sprake is van grotere aaneengesloten schijngrondwatersystemen: welke vennen/natte gebieden worden gevoed door grondwater en hoe groot is het intrekgebied van zulke vennen/natte gebieden?*  
Op basis van gemeten schijngrondwaterstanden en grondwaterstanden in het watervoerende pakket kan nagegaan worden of en waar er (lokale) kwel dan wel inzijing optreedt. Mochten de grondwaterstandgegevens geen duidelijk beeld geven, dan zouden aanwezige natuurwaarden een indicatie kunnen geven hoe het waterhuishoudkundige systeem in elkaar zit.  
Wanneer per ven/nat gebied duidelijk is waar kwel en wegzijging optreedt, dan kan op grond van de topografie van het gebied en de waterhuishoudkundige situatie (bijv. aanwezigheid van sloten) een inschatting gemaakt worden van het intrekgebied.
- 6) *Welke vennen/natte gebieden ontvangen (gebufferd) grondwater?*  
In welke vennen kwelt er grondwater uit het watervoerende pakket op naar de oppervlakte? Om deze vraag te kunnen beantwoorden moeten de grondwaterstanden in het watervoerende pakket vergeleken worden met de venpeilen en/of de schijngrondwaterstanden.
- 7) *Vormt de verticale wegzijging door de slechtdoorlatende laag een groot aandeel of een verwaarloosbaar aandeel van de waterbalans?*

Treedt er wegzijging op? De hoeveelheid water die wegzijgt naar het watervoerende pakket is afhankelijk van de dikte en doorlatendheid van het slechtdoorlatende laagje, de schijngrondwaterstand en de grondwaterstand in het watervoerende pakket.

- 8) *In hoeverre zijn de aangetroffen slechtdoorlatende lagen gevoelig voor verdroging?*  
De weerstand van slechtdoorlatende lagen wordt beïnvloed doordat de slechtdoorlatende laag niet meer permanent waterverzadigd is.
- 9) *Kunnen het opschonen en uitgraven van vennen en graafwerkzaamheden in voormalige landbouwgebieden slechtdoorlatende lagen beschadigen en daarmee zorgen voor verdroging?*  
Nagegaan moet worden hoe diep de slechtdoorlatende laagjes gelegen zijn en hoe dik deze zijn.

Resumerend komen de vragen op het volgende neer:

- het in beeld brengen van het voorkomen van slechtdoorlatende laagjes (dikte, diepte, verbreiding, gevoeligheid voor verdroging, risico van vergraving, schijngrondwater);
- het analyseren van het hydrologisch systeem van vennen/natte gebieden (schijngrondwaterspiegel, relaties tussen grondwater en oppervlaktewater, aanvulling, waterbalans, verdroging).

Met de antwoorden op deze vragen ontstaat er inzicht in welke vennen het meest kansrijk zijn voor ecologisch herstel en kan een inschatting gemaakt worden van (kansrijke) maatregelen.

## **2 HUIDIGE GEOLOGIE EN HYDROLOGIE VAN HET ONDERZOEKSGBIED**

### **2.1 Ligging, reliëf, landschap en historie**

Het studiegebied is gelegen rond Nieuw-Bergen in Noord-Limburg, in het rivierduinengebied ten oosten van de Maas. De hier gelegen brede zone met rivierduinen is ontstaan in het Laat-Pleistoceen, ongeveer 13.000 jaar geleden. In het Holoceen geleden is dit gebied verder verstoven; tot op de dag van vandaag gaat de verstuiving door. Het reliëf is zeer gevarieerd met plaatselijk hoogteverschillen tot 12 meter.

Ten noorden van de plaats Nieuw-Bergen zijn de voormalige rivierduinen overwegend bebost; geïsoleerd liggen er enkele heideveldjes en vennen, waaronder de Duivelskuil. Ten zuiden van Nieuw-Bergen, op de Berger- en Gemeenteheide, overheersen open heide en stuifzanden. Op tal van plaatsen in dit gebied worden aan de voet van de duinen in uitgestoven laagten vennen aangetroffen.

Het zuidelijke deel van de Bergerheide is sinds het begin van de 70-er jaren afgegraven ten behoeve van de zandwinning. In 1970 verkreeg de Centrale Industriezand Voorziening BV (CIV) het recht om de gehele Bergerheide af te graven. Omdat hiermee een bijzonder natuurgebied verloren zou gaan, heeft dit tot felle protesten geleid, die ertoe geleid hebben dat de Provincie Limburg het noordelijk deel van de Bergerheide in stand wil houden.

In het midden van de vorige eeuw lag tussen de rivierduinen en het Hoogterras bij Sint-Petrusheim (Duitsland) een groot, nog onaangetast veengebied ingeklemd: het Eckelt-, Gocher- en Weezerveen (zie bijlage 10). De slingerende lange smalle duinrug met aan de voet de huidige Ceresweg, vormde de rand van het voormalige Affersven. De Eckeltse Beek verzorgde de afwatering van dit voormalige veengebied; de loop van deze beek en die van de Horster Beek zijn terug te voeren op zeer oude Rijn- en Maasbeddingen.

De ontginning van dit veengebied heeft omstreeks de eeuwwisseling plaatsgevonden. Ook zijn in deze periode diverse venen en laagten in de duinengordel drooggelegd ten behoeve van de landbouw. Voorbeelden hiervan zijn de landbouwenclaves ten zuidoosten van de Duivelskuil, in de omgeving van het Eendenmeer, het huidige Driessenven, ten noorden van het Lelieven en in de omgeving van de Springberg.

### **2.2 Geologie**

#### **2.2.1 Geologische ontstaanswijze en afzettingen**

Om te begrijpen hoe de vennen en natte heiden hydrologisch functioneren, is het van belang de geologische ontstaanswijze van de afzettingen tussen maaiveld en ca. 20 meter diepte te kennen. De afzettingen over deze diepte stammen uit het Midden-Pleistoceen (Saalien), het Laat-Pleistoceen (Eemien, Weichselien) en het Holoceen (Praeboreaal, Boreaal, Atlanticum, Subboreaal, Subatlanticum).

Tabel 1 Geologie van het gebied rond Nieuw-Bergen

ouderdom in jr. voor heden	geologische tijdsindeling		afzettingen in Noord-Limburg
0	LAAT- HOLOCEEN	Subatlanticum	zandverstuivingen veenvorming in laagten
2 900			
5 000	MIDDEN- HOLOCEEN	Subboreaal	
8 000		Atlanticum	
9 000	VROEG- HOLOCEEN	Boreaal	
10 200		Praeboreaal	
73 000	LAAT- PLEISTOCEEN	Weichselien	<b>Formatie van Twente</b> dekzand <b>Formatie van Kreftenheye</b> rivierleem
120 000		Eemien	
300 000	MIDDEN- PLEISTOCEEN	Saalien	<b>Formatie van Kreftenheye:</b> grof zand en grind

Tijdens de Saale-ijstijd (Midden-Pleistoceen) werd een groot deel van Nederland bedekt door landijs. De rivierlopen van de Rijn en de Maas werden hierdoor naar het zuiden verlegd. In Midden-Nederland stroomden de Rijn en de Maas evenwijdig aan het landijsfront, waardoor een oerstroombdal werd gevormd ongeveer ter plaatse van het huidige rivierengebied. Door Noord-Limburg stroomde in deze periode een zijtak van de Rijn die zich bij Gennep met de Maas verenigde. De bijbehorende fluviatiele afzettingen zijn grofzandig en grindrijk en behoren tot de *Formatie van Kreftenheye*. In het gebied rond Nieuw-Bergen wordt de bovenkant van deze formatie teruggevonden op een niveau van ca. 16 meter +NAP.

Gedurende het Eemien (Laat-Pleistoceen) steeg de temperatuur, met als gevolg een hogere zeespiegel. De lopen van de Rijn/IJssel en de Maas verlegden zich weer in noordelijke richting. Hierdoor was er in het gebied rond Nieuw-Bergen gedurende een korte periode weer invloed van de Rijn merkbaar.

Door het verplaatsen van de Maas werd het door de Rijn afgezette materiaal geërodeerd. Eén van de rivierarmen van de Maas was gelegen langs de huidige grens met Duitsland.



Na het Eemien volgde de Weichsel-ijstijd (Laat-Pleistoceen) en daalde de zeespiegel zo ver dat de Noordzee droog kwam te liggen. In Noord-Limburg vielen grote delen van het Maasdal (oude Rijndal) droog.

Door de toenemende droogte en het verdwijnen van de vegetatie werd de invloed van wind dominant: op grote schaal verstoof het zand dat elders als een deken over oudere afzettingen werd afgezet (dekzanden), waardoor het grote reliëf van de Saalien-afzettingen enigszins werd afgevlakt. Tegen het einde van het Weichselien werden paraboolduinen gevormd (ook wel dekzandruggen genoemd). Vanuit de drooggevallen rivierbeddingen traden lokale verstuiwingen op; deze rivierstuifzanden werden afgezet in een langgerekte gordel waarin thans het Eendenmeer ligt. De dekzanden en de rivierstuifzanden worden gerekend tot de *Formatie van Twente*.

In het Holoceen stegen de temperaturen waardoor de zeespiegel en daarmee de grondwaterstanden stegen. Nederland raakte rijk begroeid en er trad bodemvorming op. In het begin van het Praeboreaal (Vroeg-Holoceen) werd onder invloed van de meanderende Maas rivierklei afgezet, waarvan de verbreiding en de dikte mede werd bepaald door het reliëf van de ondergrond. Bij overstroming vanuit de Maastakken werd in lagere delen rivierzand vermengd met leem afgezet. In de huidige situatie is de Maas veelal dieper ingesneden in vergelijking met het niveau waarop de rivierleem is afgezet.

Door het stijgen van de grondwaterstanden en door het voorkomen van slechtdoorlatende laagjes in de ondergrond kon in depressies water stagneren en veenvorming plaatsvinden. In eerste instantie vond deze veenvorming plaats onder invloed van grondwater (mesotroof veen). Door een toenemende invloed van stagnerend regenwater vond hoogveenvorming plaats (oligotroof veen). De veenvorming zelf droeg ook bij aan de stagnatie van water in de laagtes door verhoging van de bodemweerstand en door belemmering van de oppervlakkige afvoer. Dit jonge holocene veen is over een kleine oppervlakte nog aanwezig in het vennengebied en is deels overstoven door stuifzand; in de ontgonnen gebieden is het verdwenen of sterk veraard. Een deel van de veenvorming vond tegelijk met zandverstuiwing plaats (zie paragraaf 3.2: Eendenmeer).

De nieuwe verstuiwingen in het Subatlanticum (Laat-Holoceen, formatie van Kootwijk) zijn veroorzaakt door landbouwmethoden in de Middeleeuwen: door houtkap, platbranden voor landbouwgebruik, beweiding en afplaggen van heide als strooisel voor de potstal op droge pleistocene sedimenten verdween het gesloten vegetatiedek. In de lage vlakten ontstonden vennen en trad plaatselijk veengroei op. De verstuiwingen (*Formatie van Kootwijk*) gaan door tot op de dag van vandaag; voorbeelden van stuifzandgebiedjes zijn de omgeving van het Eendenmeer en de Springberg.

### 2.2.2 Bodem en bodemvorming

In het onderzoeksgebied komen vier bodemtypen voor (Stiboka, 1967):

- humuspodzolgronden;
- vaaggronden;
- veengronden;
- enkeerdgronden.

Al deze bodemtypen bestaan uit grof zand.

De humuspodzolgronden hebben in het oostelijk deel van het onderzoeksgebied de overhand. De vaaggronden liggen met name in het westelijk deel dat verstoven is (stuifzanden). Onderscheid wordt gemaakt in duinvaaggronden in grof zand (Zd30) en

vlakvaaggronden in grof zand (Zn30). Veengronden (niet weergegeven op de bodemkaart van Stiboka) komen onder andere voor in het Eendenmeer. Enkeerdgronden komen plaatselijk voor in delen die langdurig zijn bemest met plaggen en mest uit de potstallen: hier komen hoge bruine enkeleerdgronden voor.

#### *Humuspodzolgronden*

Humuspodzolgronden zijn zandgronden met een duidelijke humusinspoelingshorizont. Onder de heideplag of onder de bosstrooisellaag bevindt zich een dunne, matig tot zeer humeuze zwarte bovengrond. Hieronder ligt een grijze inspoelingslaag die nog enkele procenten humus bevat. Deze inspoelingslaag gaat vaak over in een bruine humusinspoelingslaag (of B-horizont). Onder de B-horizont ligt geel tot bleekgeel grof zand.

De humuspodzolgronden worden onderverdeeld in haarpodzol- en veldpodzolgronden.

- De goed ontwaterde gronden op de overgang van het Maasdal naar de rivierduinen in het gebied rond Nieuw-Bergen werden van oudsher gebruikt voor akkerbouw. Vanaf de Middeleeuwen vond houtkap plaats in de bossen. De heidegrond van de Bergerheide werd gebruikt voor het weiden van schapen en het afplaggen van strooisel voor de potstal. De bodem onder de heide- oorspronkelijk waarschijnlijk een moder- of holtpodzol (bruine bosgronden) toen er nog bosbedekking was – veranderde langzaam tot een haarpodzol met een uitgesproken inspoelingshorizont. De plekken waar de potstalmest langdurig werd uitgestrooid, ontstonden de eerder genoemde enkeleerdgronden.

Haarpodzolen ontwikkelen zich op droge plekken buiten de invloed van het grondwater. In het onderzoeksgebied is liggen de gebieden met haarpodzolen daarom meestal in de hoge delen. Waar haarpodzolen in lage delen voorkomen (voorbeeld zijn delen van de landbouwenclave ten noorden van het Eendenmeer) gaat dit op enkele plekken samen met het ontbreken van een ondiepe leemlaag in de ondergrond.

Bij de haarpodzolgronden is een scherpe overgang waar te nemen tussen de grijze uitspoelingshorizont en de diepzwarte inspoelingshorizont. Deze inspoelingshorizont kan plaatselijk zeer verkit zijn; tevens is het mogelijk dat onder de inspoelingshorizont een zeer dicht ijzerbandje is gevormd. De ontstaanswijze hiervan wordt uitgelegd in een artikel van Dekker, Booij en Ritsema in het tijdschrift *Stromingen* (jaargang 3, nummer 2/97):

*“Heidevegetaties leveren een moeilijk afbreekbare, donkere, colloïdale humus, die zuur is en die daardoor de zandmineralen aantast. Daardoor wordt onder andere ijzer vrijgemaakt. Onder heiden vormt zich dan ook een compacte zwarte B2h-horizont, waar deze humus zich te samen met het meegevoerde ijzer ophoopt. Deze inspoelingslaag heeft daardoor een geringere doorlatendheid dan de laag eronder. Water zal zich in deze laag verzamelen en pas dieper stromen als de laag bijna geheel verzadigd is. In de B2h ontstaat dan een anaëroob milieu, waardoor het aanwezige ijzer in oplossing gaat en neerslaat aan de bovenzijde van de beter doorluchte B22-laag eronder. Door ophoping kan een enkele millimeters dik ijzerbandje ontstaan. Dat wordt ook wel ironpan en B2ir genoemd.”*

Bovengenoemde auteurs geven tevens een verklaring van hoe door het ijzerbandje en door laagjes die zich vormen als gevolg van andere processen venvorming kan optreden:

*“De humusinspoelingshorizont, de B2h, en het onderliggende ijzerbandje, de B2ir, hebben een duidelijke invloed op het vochtregime in podzolgronden. Het infiltreren van regenwater naar diepere lagen wordt er duidelijk door beperkt. Hierdoor zal water zich in geaccidenteerde gebieden over het ijzerlaagje hellingafwaarts verplaatsen naar*

*aanwezige (mini-)vennetjes. Het is echter ook gebleken dat tijdens forse regenbuien na een droge periode water naar de vennetjes wordt aangevoerd via oppervlakkige afstroming. Aan dit fenomeen is in de literatuur tot nu toe weinig aandacht geschonken. Tevens wordt bij oppervlakkige afstroming vaak fijn organisch materiaal meegevoerd, dat in de vennetjes terecht komt. Dergelijke opeenhopingen van fijn organisch materiaal op de venbodem kunnen een afdichtende werking hebben. Gytja, gliede, kazige B en andere organische drablagen spelen volgens ons een belangrijke rol bij de instandhouding van vennen. De verplaatste en aangegroeide ijzerbandjes onder minivennen (ijzerkuipen) en de verticale ijzerwanden aan de oevers van grote vennen doen echter tevens vermoeden dat de waterstagnatie van vennen ook door deze structuren wordt bepaald.”*

Het is mogelijk dat door de ophoping van organisch materiaal in en onder vennen de stagnerende werking van het ijzerbandje onder de vennen als het ware versterkt wordt.

Uit bodemonderzoek in het kader van dit project is gebleken dat verkitte ijzerlagen incidenteel worden aangetroffen. In vergelijking met de Beegderheide, waar veel vennen mede dankzij stagnatie van water op verkitte ijzerlaagjes bestaan (Aggenbach et al., 1998), worden in de Bergerheide weinig verkitte ijzerlaagjes aangetroffen. Voor dit verschil zijn twee verklaringen mogelijk: (1) de natte gebieden in de Bergerheide waren al nat voordat podzolvorming optrad, terwijl in de Beegderheide de podzolvorming aan de venvorming vooraf ging, (2) door de grove textuur van de afzettingen in de Bergerheide (grof zand) zijn de omstandigheden (afwisselend tijdelijke overgangen van aëroob naar anaëroob in de bodem) voor het ontstaan van verkitte ijzerlagen ongunstiger dan in de Beegderheide waar de bovenste afzettingen uit fijn zand bestaan.

- In tegenstelling tot de haarpodzolen zijn de veldpodzolgronden onder vochtige tot natte omstandigheden ontstaan. Het voorkomen van veldpodzolen gaat vaak samen met de aanwezigheid van een ondiepe leemlaag in de ondergrond.
- De inspoelingshorizont is dikker, maar minder scherp dan bij de haarpodzolgronden. De dikte van de inspoelingshorizont is afhankelijk van de diepte van de leemlaag.
- In het onderzoeksgebied heeft dit bodemtype meestal grondwatertrap V (tot grondwatertrap II komt ook voor).

## 2.3 Hydrologie

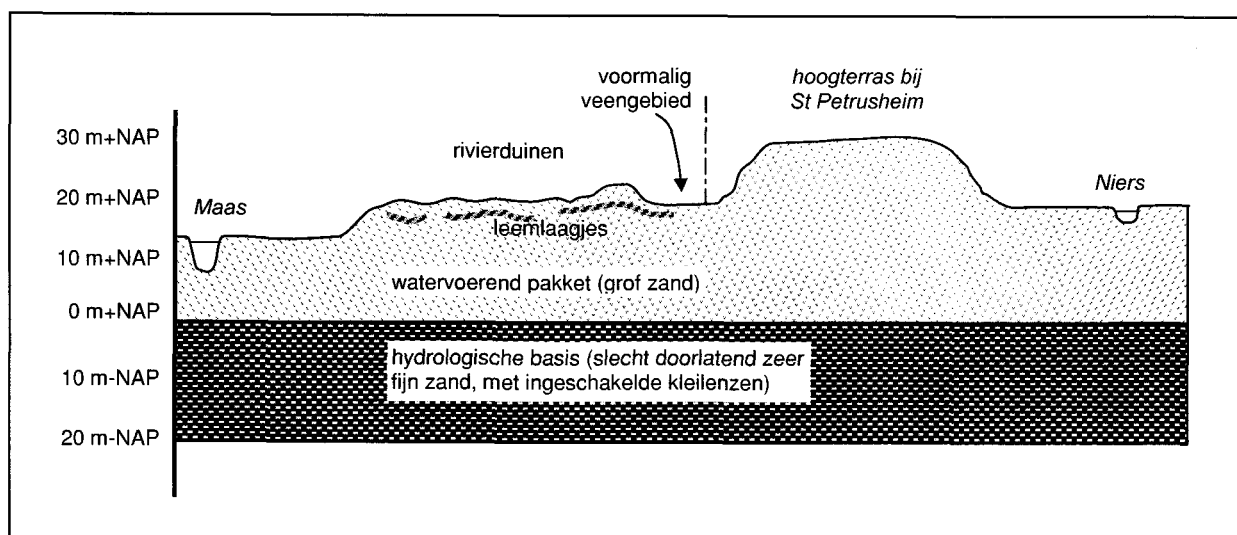
Op regionale schaal is voor het onderzoeksgebied één watervoerend pakket van belang (zie figuur 2). Dit watervoerende pakket bevindt zich in een ca. 10 tot 20 meter dik grofzandig pakket behorende tot de Formatie van Kreftenheide. Onder deze watervoerende laag bevindt een ca. 20 m dikke slecht-doorlatende laag van fijn zand met ingeschakelde kleilagen. Het watervoerende pakket wordt gedraineerd door de Maas (in het westen), de laagte van het voormalige Eckelt- en Gocherveen en de Niers in het oosten. Tussen de Maas en het voormalige veengebied wordt als grondwaterstromingsstelsel in het watervoerende pakket het Stelsel Oostelijke Maasterrassen onderscheiden. De brede zone met rivierduinen, waar het studiegebied zich bevindt, vormt binnen dit systeem een groot regionaal infiltratiegebied. Het water dat ter plaatse van de rivierduinen infiltreert, stroomt af naar het Maasdal en het voormalige Eckelt- en Gocherveen. Het grondwater stroomt hoofdzakelijk af naar het diep gelegen Maasdal. Dit wordt veroorzaakt door de sterk drainerende werking van de Maas. Door deze sterke drainage van de Maas vertoont de stijghoogte van het watervoerende pakket een oplopende gradiënt van west naar oost (figuur 3). Omdat de zandwinnings 't Leuken en Reijnderslooi het watervoerende pakket diep aansnijden, vertoont het

isohypsenpatroon ter plekke van deze zandgroeven een 'deuk'. Deze zandwinningen draineren het watervoerende pakket dus sterk. In de omgeving van de zandgroeve wijkt het stromingspatroon in het watervoerende pakket daarom af van het regionale stromingspatroon.

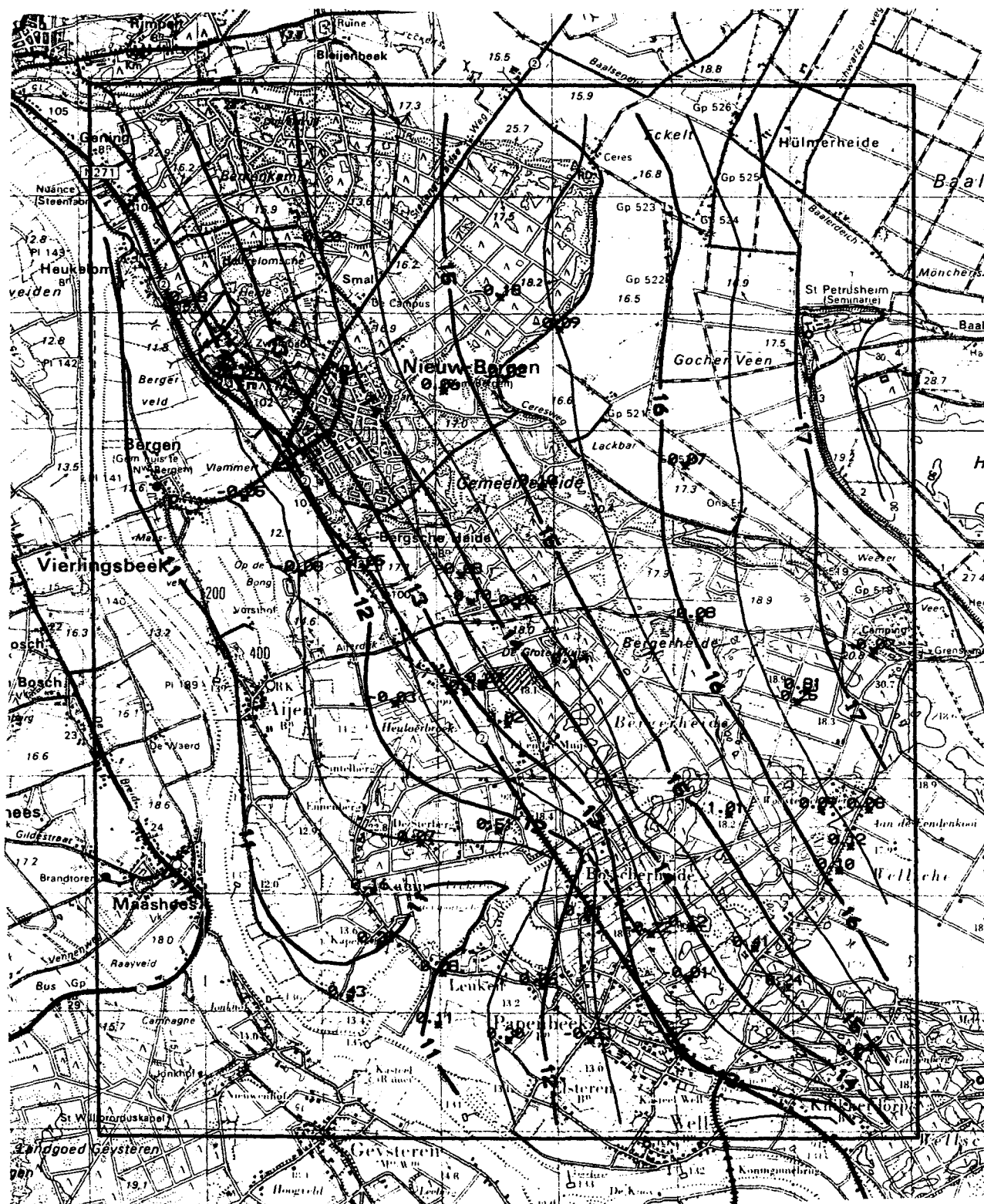
Ondiep (ca. 2 m) in de profielopbouw van de duingordel komt plaatselijk een 10 tot 30 cm dikke leemlaag voor (figuur 4). Op deze slecht doorlatende leemlaag stagneert infiltrerend regenwater, waardoor de freatische grondwaterstand hoger is dan de stijghoogte van het watervoerende pakket. Afhankelijk van de stijghoogte en de hoogteligging van de leemlaag staat het grondwater in het watervoerende pakket permanent, periodiek of nooit in contact met de leemlaag. Op plekken waar het grondwater van het watervoerende pakket tot aan de leemlaag reikt, wordt de stand en stroming van het freatische water beïnvloed door het Systeem Oostelijke Maasterrassen. Op plekken waar het grondwater van watervoerende pakket niet reikt tot aan de leemlaag, behoort het freatische water boven de leemlaag tot een schijngrondwatersysteem. Op plekken waar de leemlaag ontbreekt zal het freatisch grondwater deel uit maken van het watervoerende pakket en dus qua stand en stroming hierdoor sterk worden beïnvloed. Deze vaststellingen maken duidelijk dat de geohydrologie van het studiegebied ruimtelijk gezien in sterke mate kan verschillen.

De ondergrond kan als volgt geschematiseerd worden:

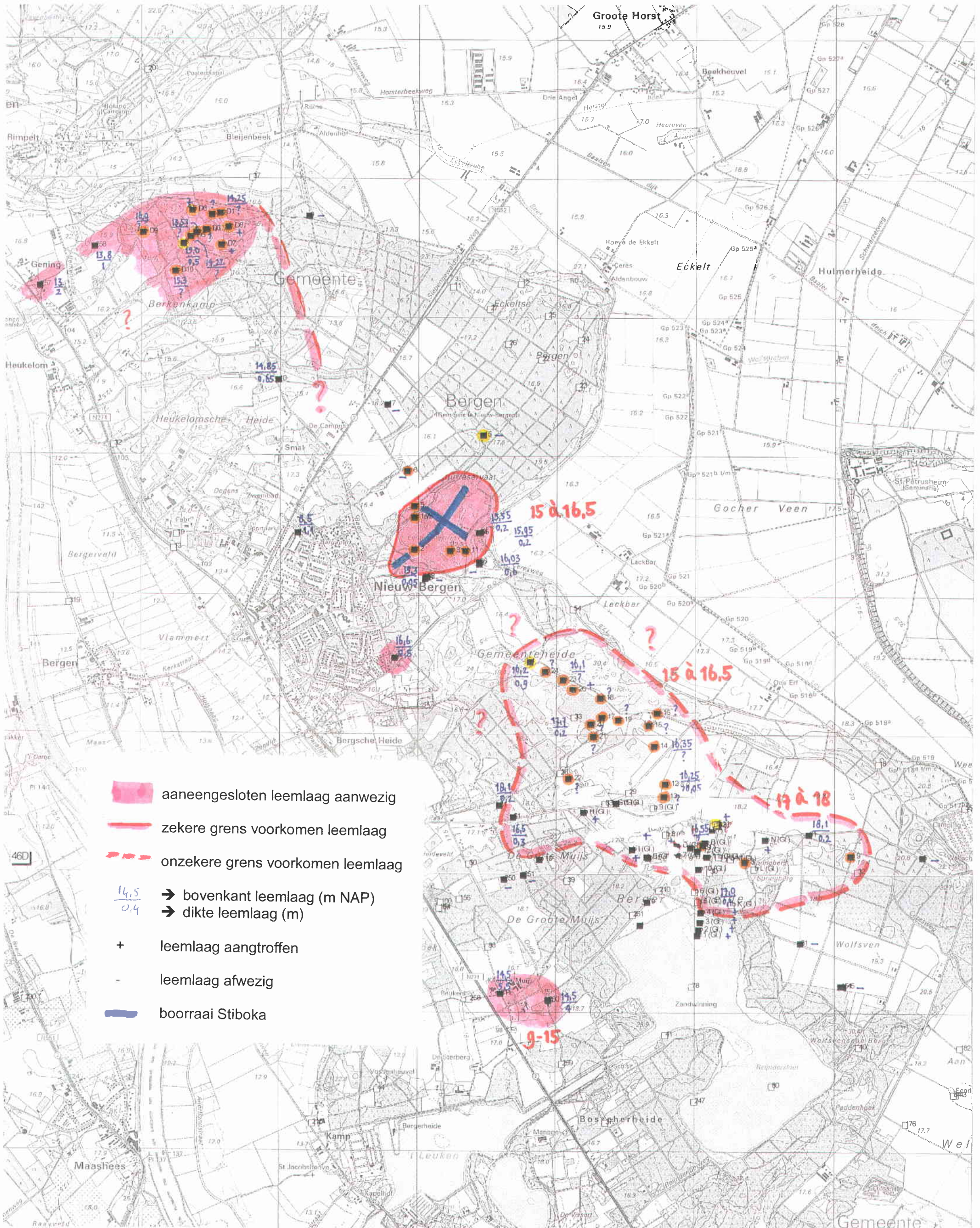
*Figuur 2 Hydro-geologische schematisatie van de ondergrond in het onderzoeksgebied.*



Figuur 3 Isohypsen van de stijghoogte in het watervoerende pakket (uit Oranjewoud, 1993).







- aaneengesloten leemlaag aanwezig
- zekere grens voorkomen leemlaag
- onzekere grens voorkomen leemlaag
- $\frac{14,5}{0,4}$  → bovenkant leemlaag (m NAP)  
→ dikte leemlaag (m)
- + leemlaag aangetroffen
- leemlaag afwezig
- boorraai Stiboka

Figuur 4 Voorkomen van ondiepe leemlagen in de Bergerheide.

Projectnaam  
**Bergerheide**

Projectnummer  
 30 3230 015

Opdrachtgever

Projectleider  
 W.J.M.K. Senden

GIS operator  
 A. van Warners

Tekeningnummer  
 Datum: 25 08 1999

Onderzoek en Advies  
 afd. Waterwinning en  
 Waterbeheer





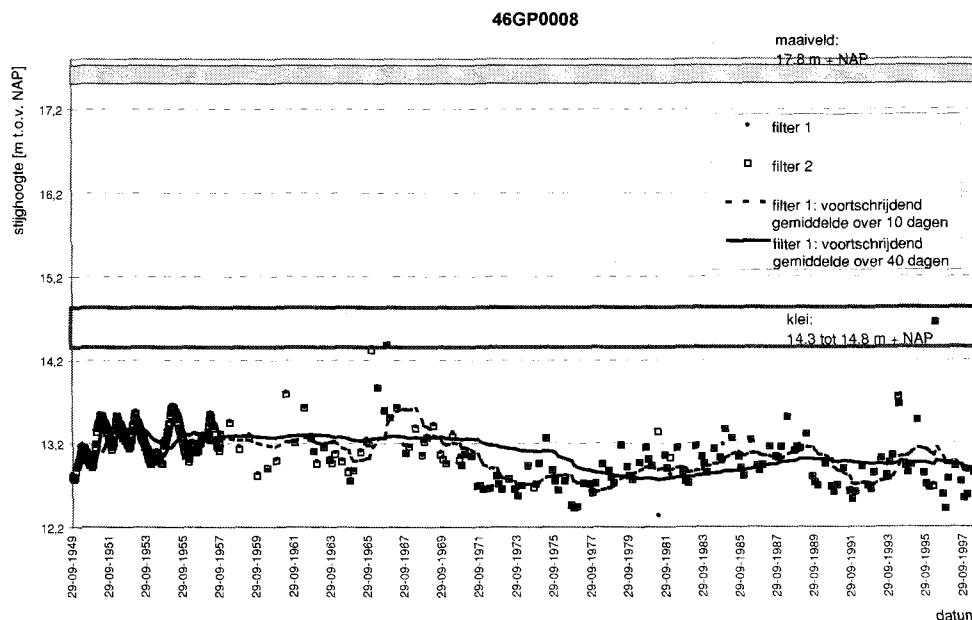
### 3 ECO-HYDROLOGISCHE SYSTEEMBESCHRIJVING

#### 3.1 Duivelskuil

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Figuur 5a: kaart peilbuislocaties en boringen

De Duivelskuil is een nat heidegebied met kleine open wateren en (hoog-)veentjes, omsloten door bebost, droog, sterk geaccidenteerd stuifzandgebied. De vennen liggen in laagten tussen de stuifzandruggen. Op de bodemkaart wordt voor de Duivelskuil een veldpodzol en voor de omgeving een duinvaaggrond aangegeven. In de Duivelskuil treedt plaatselijk veenvorming op door verlandingsvegetatie van Veenmos.

*Figuur 5b Tijdstijghoogtelijn van het watervoerende pakket in peilbuis 46GP0008 (ten westen van Duivelskuil) met diepteligging van de leemlaag.*



##### 3.1.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 5a: detailkaartje peilbuislocaties en boringen  
Figuur 5b: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 6: schematische doorsnede bodemopbouw en hydrologie  
Figuur 7: freatische standen  
Bijlage 1: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden

### ***Voorkomen van slechtdoorlatende lagen***

De boringen die in het kader van het veldwerk zijn gedaan, laten zien dat er in de ondergrond bij de Duivelskuil twee soorten slechtdoorlatende lagen voorkomen met daarop een schijngrondwaterspiegel: leemlaagjes en inspoelingslaagjes.

Op een aantal plekken wordt ondiep tussen 5 en 120 centimeter diepte een inspoelingslaag aangetroffen, bestaande uit een compacte inspoelingslaag van organisch materiaal (peilbuis 2 en 4) of verkitte ijzerlaagjes (boring 6). Op andere plekken waar geboord is, ontbreken zulke inspoelingslagen.

Het algemene beeld is dat in het hele gebied er een zandige leemlaag (of lemig zand) aanwezig is, op een diepte van 1,25 meter beneden maaiveld in het noordoosten tot een diepte van 1,90 meter in het zuidwesten. De leemlaag lijkt zich in westelijke richting verder voort te zetten; bij peilbuis 46GP0008 en de westelijk gelegen landbouwpercelen ligt de leemlaag op een diepte van 3 meter onder maaiveld.

### ***Grondwaterstanden in het watervoerende pakket***

De grondwaterstand in het watervoerend pakket in de directe omgeving van de Duivelskuil wordt sinds het begin van de vijftiger jaren gemeten met peilbuis 46GP0008 (zie figuur 5b). Uit deze metingen blijkt dat de grondwaterstand in het watervoerend pakket in het begin van de jaren '70 met ongeveer 25 centimeter is gedaald.

Ter plaatse van peilbuis 46GP0008 raakte de grondwaterstand slechts zelden aan de daar aanwezige leemlaag (zie figuur 5b); de gemiddelde grondwaterstand ligt hier meer dan 1 meter beneden de onderkant van de leemlaag.

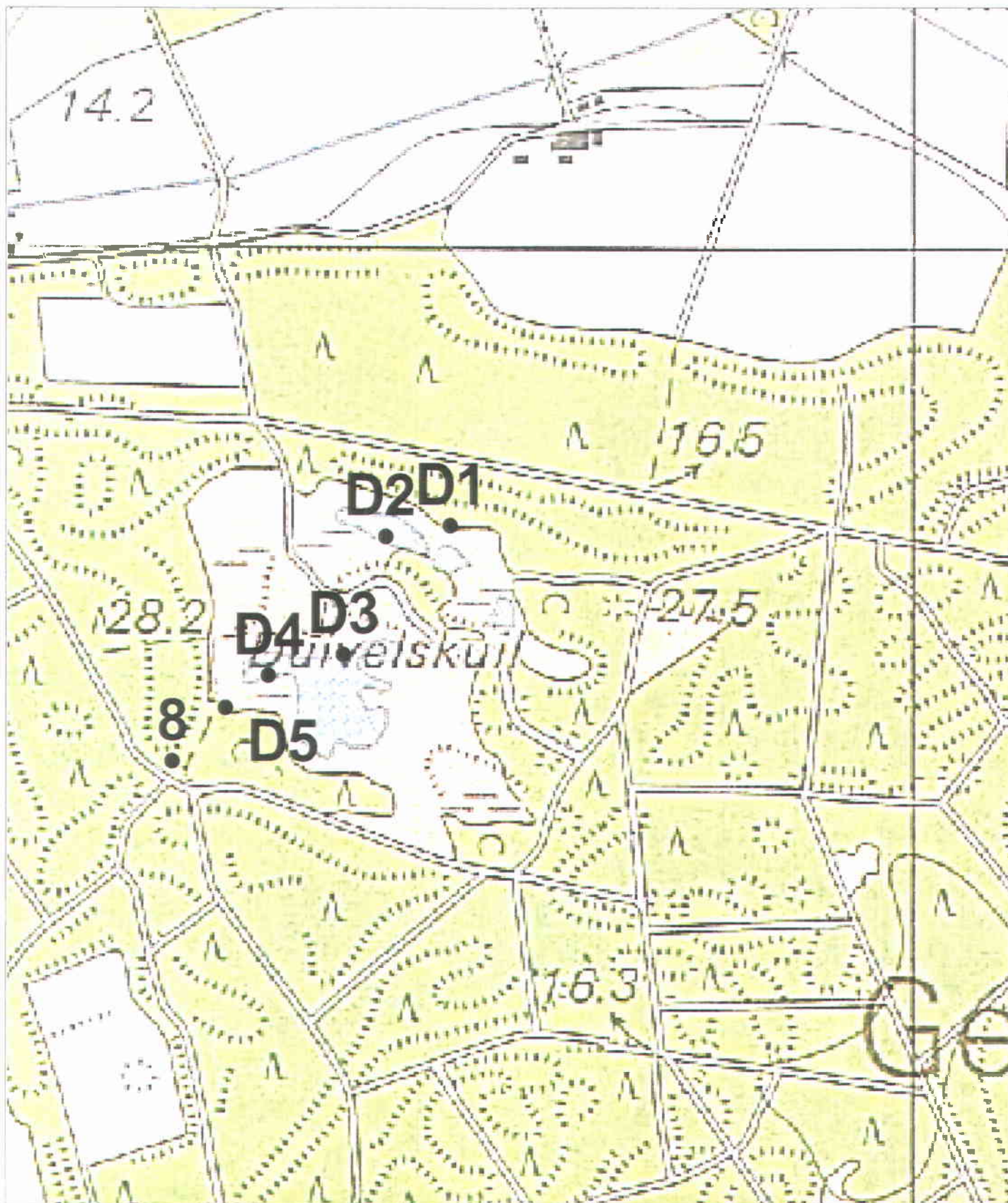
In de lage delen van de Duivelskuil ligt het maaiveld tussen 15,0 en 15,5 meter + NAP. De bovenkant van de leemlaag bevindt zich in het zuidwesten op ca. 2 meter onder maaiveld (13,5 à 14,5 meter + NAP), dit is ca. 1 meter hoger dan ter plaatse van peilbuis 46GP0008. Het is niet onwaarschijnlijk dat in de laaggelegen delen van de Duivelskuil de grondwaterstand in het watervoerende pakket regelmatig tot aan de leemlaag reikt. Door het dalen van de grondwaterstand is de frequentie waarmee dit gebeurt kleiner geworden.

### ***Schijngrondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen***

Uit metingen van de schijngrondwaterstanden in de omgeving van het ven en het venpeil zijn de volgende zaken af te leiden (zie voor positie peilbuizen figuur 5a; zie voor waterstanden figuur 7 en bijlage 1):

- Er is sprake van twee afzonderlijke grondwatersystemen: één schijngrondwatersysteem in de deklaag met daarin de vennen en het grondwatersysteem van het watervoerend pakket. Deze systemen staan vermoedelijk incidenteel in contact, doordat de grondwaterstand van het watervoerende pakket bij hoge standen tot aan de leemlaag reikt;
- De vennen en natte delen van de Duivelskuil blijken deel uit te maken van één schijngrondwatersysteem. Dit blijkt uit het nagenoeg ontbreken van peilverschillen tussen de twee vennen waarvan het peil is gemeten (locatie D2-ven en D3-ven) en de schijngrondwaterstand in de omgeving van de vennen (peilbuis D2, D3). Tevens heeft de venbodem een lage weerstand. Dit blijkt uit de overeenkomst tussen het venpeil en de schijngrondwaterstand direct onder de vennen (vergelijk D2-ven met peilbuis D2 en D3-ven met peilbuis D3);





Figuur 5a Positie van boringen en peilbuizen in en rond de Duivelskuil.

- grondwatermeting
- 8 = diepe peilbuis TNO
- D2 = Kiwa

Projectnaam

**Bergerheide**

Projectnummer

30 3230 015

Oprichtgever

Projectleider

W.J.M.K. Senden

GIS operator

A. van Warners

Tekeningnummer

Datum: 1-2-2000

J:\projecten\wepm\30323001\Haarlemmerdijk.kor

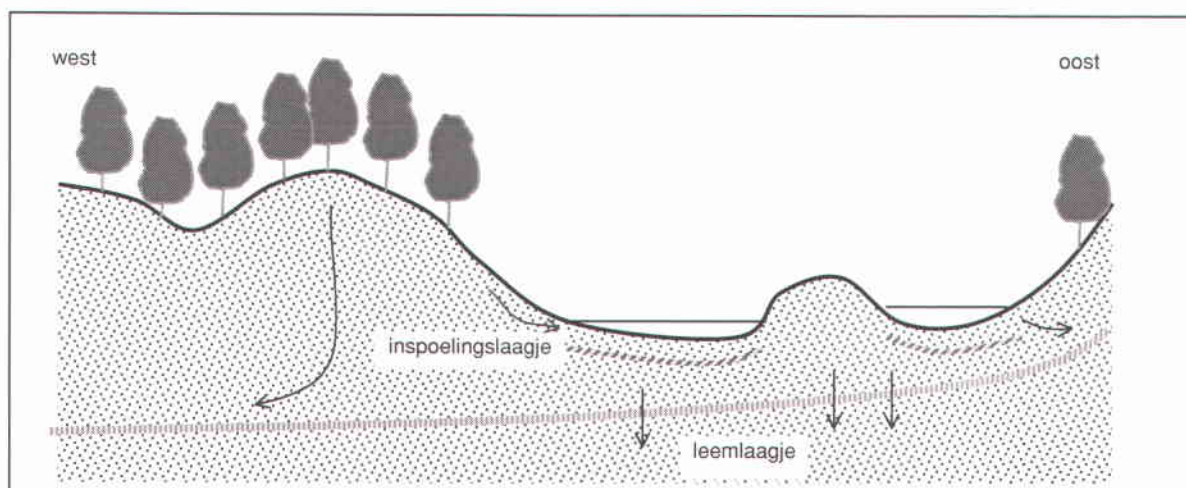


0 100 200 Meters

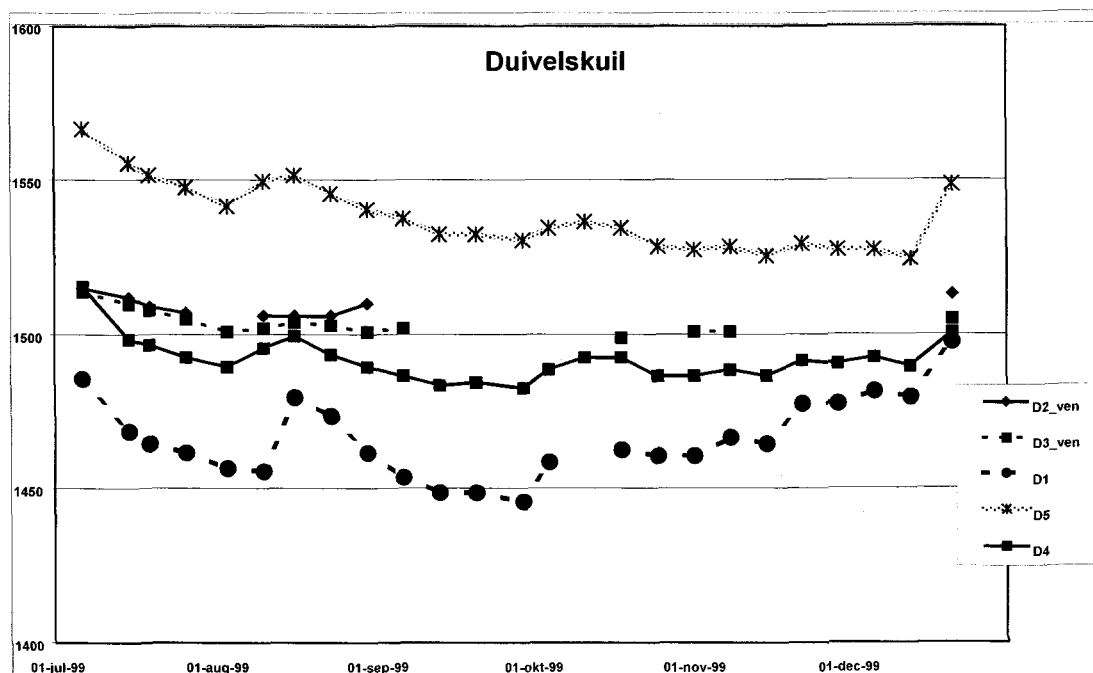


- Het schijngrondwatersysteem van de Duivelskuil bestaat zeer waarschijnlijk dankzij de aanwezigheid van de ondiepe slechtdoorlatende leemlaag. Lokaal dragen slechtdoorlatende laagjes van organisch materiaal en ijzer bij aan de stagnatie van water. De slechtdoorlatende lagen van organische stof danken hun ontstaan vermoedelijk aan inspoeling van humusdeeltjes vanuit het veen dat onder de natte omstandigheden vroeger vermoedelijk is gevormd. De laagjes kunnen thans ook voorkomen op plekken waar geen veen aanwezig is. Het veen kan op zulke plekken als turf gestoken zijn. De verkitte ijzerlaagjes kunnen ontstaan zijn onder invloed podzolvorming aan de rand van de Duivelskuil;
- De buizen die meer in de buurt van het bos zijn geplaatst, hebben een van het venpeil afwijkend grondwaterniveau. Peilbuis D1 (aan de oostzijde van de Duivelskuil) laat een lagere (0 tot 40 cm) schijngrondwaterstand zien dan het venpeil (D2\_ven). Peilbuis D5 (aan de westzijde van de Duivelskuil) heeft een hoger schijngrondwaterniveau (ca. 50 cm) dan in peilbuis D4. Gedurende de meetperiode in de zomermaanden van 1999 tot en met december 1999, vindt aan de zuidwestkant zijdelingse toestroming van schijngrondwater naar het ven plaats en stroomt aan de noordoostkant schijngrondwater van het ven richting het bos. Dit stromingspatroon lijkt gedurende een groot deel van het jaar op te treden. Vermoedelijk zal de toestroming van schijngrondwater aan de zuidwestkant permanent optreden, gezien het grote verschil in schijngrondwaterstand op korte afstand (ca. 50 centimeter op een afstand van ca. 50 meter; peilbuis 4 en 5).
- De schijngrondwaterstand onder de venbodem fluctueert gedurende de meetperiode (6 juli t/m 21 december 1999) weinig: 16 tot 33 cm. Vermoedelijk fluctueren de venpeilen ook weinig. Aan de randen van de Duivelskuil (peilbuis D1 en D2) treden sterkere waterstandsfluctuaties (respectievelijk 52 en 39 cm) op in het schijngrondwater.

*Figuur 6 Schematische doorsnede van het hydrologisch systeem in en rond de Duivelskuil.*



Figuur 7 Tijdstijghoogtelijnen van freatisch grondwater in de Duivelskuil.



### 3.1.2 Vegetatie en standplaatscondities

#### *Huidige situatie*

De Duivelskuil is een nat heidegebied omsloten door beboste droge stuifzandruggen. In het gebied komen meerdere vennen voor en een aantal kleine hoogveentjes.

De hoogveentjes bestaan uit een patroon van bulten en slenken en vormen van verlandingsvegetatie aan de oevers van de vennen. Op de hogere bulten komt de associatie van Gewone dophei en Veenmos (*Erico-Sphagnetum magellanici*) voor. Dit vegetatietype vormt relatief droge bulten in de verlandingszone en is hier mooi ontwikkeld. Kenmerkende soorten van deze gemeenschap ter plaatse zijn: Gewone dophei, Veenpluis, Kleine veenbes, Eenarig wollegras en Lavendelheide. Deze soorten wijzen op een zeer natte tot natte, matig zure tot zure, oligotrofe tot oligomesotrofe standplaats met een waterstand die niet of nauwelijks fluctueert ten opzichte van maaiveld. In de hoogveenvegetatie van het noordoostelijke ven heeft Eenarig wollegras een hoge bedekking hetgeen duidt op een relatief sterk fluctuerende waterstand. In de lagere delen, komt de Associatie van Veenmos en Snavelbies (*Sphagno-Rhynchosporium*) voor, een vegetatietype van slenken in verlandingsgemeenschappen van oligo(meso)trofe vennen. Kenmerkende soorten die voorkomen zijn Witte snavelbies, Kleine zonnedauw, Snavelzegge en Waterveenmos. Deze soorten duiden op zeer natte, ongebufferde omstandigheden.

In het grote ven aan de zuidzijde ontbreekt watervegetatie. Langs de oevers domineren Knolrus en Veenmossen. De dominantie van Knolrus duidt op ongebufferde en relatief voedselrijke omstandigheden als gevolg van een hoge zuur/ $\text{NH}_4^+$ -depositie. Iets hoger op de oevers overheerst Pijpestrootje, hetgeen wijst op relatief voedselrijke omstandigheden. Op één plek in het zuidelijke ven komt Mattenbies voor; daarnaast komt Slangewortel voor in de Duivelskuil. Deze twee soorten duiden in van nature voedselarme vennen op toename van de alkaliteit en eutrofiëring met stikstof en fosfor.



Metingen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater in het grote, zuidelijke ven laten het volgende zien (metingen Zuiveringschap Limburg 1992-1997). Het water is altijd ongebufferd, meestal zuurstofrijk (af en toe zuurstofarm), meestal troebel en is relatief rijk aan  $\text{NH}_4^+$  en orthofosfaat. De concentratie  $\text{NH}_4^+$  is vele malen groter dan die van  $\text{NO}_3^-$ . Het water kan daarom als relatief voedselrijk worden gekarakteriseerd met sterke invloed van atmosferische depositie. In 1992 en 1994 is de pH relatief hoog (4,9-6,2) en in 1997 relatief laag (4,1-4,8).

De chemische samenstelling van het freatische grondwater op 10 januari 2000 is als volgt (bijlage 1). De basenrijkdom varieert van ongebufferd tot matig gebufferd ( $\text{HCO}_3^- < 0,08-1,41 \text{ meq/l}$ ) en matig zuur tot neutraal (pH 4,5-6,9). Daarmee is het freatisch grondwater duidelijke basenrijker dan het venwater. De  $\text{NH}_4^+$ -concentratie is hoger dan die de  $\text{NO}_3^-$ -concentratie. De  $\text{NH}_4^+$ - en P-ortho-concentratie van het grondwater zijn lager dan die van het venwater. De ruimtelijke variatie in hydrochemie van het freatische grondwater is als volgt. De grondwater aan westelijke rand van de Duivelskuil (D5) is basenarm (ongebufferd). Freatisch grondwater onder beide vennen (D2, D3, D4) is relatief basenrijk. Het freatisch grondwater aan de oostzijde (D1) is ook –zij het in mindere mate- relatief basenrijk. Opvallend zijn de relatief hoge  $\text{Na}^+$ -concentratie (ca. 1,0-1,5 mmol/l) en P-ortho-concentratie in D3 en D4. De  $\text{Na}^+$ -concentratie is veel hoger dan die in het venwater.

De natte heide rond de vennen aan de zuidzijde is sterk vergrast. Pijpestrootje domineert hier, wat duidt op natte tot matig natte, ongebufferde mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden.

In het zuiden in de natte heide rond de Duivelskuil komt op één plaats Beenbreek voor (Cleef & Kers, 1968; De Mars, 1997). Deze soort duidt op (periodieke) toestroming van lokaal, basenarm grondwater. Op enkele plaatsen komt Draadzegge voor in vochtige heide. De soort geeft samen met het voorkomen van Klein blaasjeskruid aan dat in het gebied matig zure, zeer zwak gebufferde, oligomesotrofe tot mesotrofe omstandigheden voorkomen of voorkwamen.

#### *Samenvattend*

De goed ontwikkelde hoogveenkernen hebben een relatief kleine peilfluctuatie ten opzichte van maaiveld. De hoogveenkern met een hoge bedekking van Eenaarig wollegras heeft een relatief sterk peilfluctuatie. Alle verlande hoogveenvegetaties zijn ongebufferd en relatief voedselarm. De water- en oeverzone van het zuidelijke ven is ongebufferd, relatief voedselrijk en troebel. De natte tot vochtige heide is eveneens relatief voedselrijk.

#### *Historische situatie*

##### *1802-1805 (Tranchot-kaart)*

Ter plekke van de Duivelskuil wordt een smalle strook nat weidegebied aangegeven.

##### *1842-1843 (topografische kaart)*

Alleen het huidige zuidelijke ven wordt weergegeven als open water en/of moeras (bijlage 10).

##### *1953 en 1954 (Excursierapport SBB-archief, J.Th. de Smidt)*

De Duivelskuil is in deze periode beschreven als een complex uitgespaard in de bebossingen, aan de westzijde begrensd door een hoge stuifwal. Er worden vennen genoemd met hoogveenvegetatie (Kleine veenbes, Eenaarig wollegras, Snavelzegge, Pitrus). Rond de vennen is een Dopheide-vegetatie aanwezig die overgaat in een Struikheide-vegetatie. De opslag van Vliedgennen wordt als een bedreiging genoemd van de natuurwaarden. De

hoogveenvegetatie heeft dezelfde standplaatsomstandigheden als de goed ontwikkelde hoogveenvegetatie in de huidige situatie. Belangrijk verschil met de huidige situatie is dat de natte/ vochtige heide in de jaren '50 nog niet vergrast en relatief voedselarm was.

*1968 (Doctoraal verslag Cleef & Kers)*

In het noordwestelijke ven wordt het voorkomen genoemd van een begroeiing met Waterdriehblad en Klein blaasjeskruid aan de rand van de hoogveenzone naast de hoogveenkernen zoals ze nu nog voorkomen. Deze soorten hebben hun optimum onder zeer zwak gebufferde of ongebufferde/ matig zure, oligomesotrofe tot mesotrofe omstandigheden. In het noordoostelijke ven wordt melding gemaakt van een klein Veenmos-eiland met Kleine veenbes, Lavendelheide, Dopheide en Ronde zonnedauw. Aan de rand van dit ven staat veel Pitrus en Pijpestrootje en aan de oostzijde van het ven bevindt zich een Riet-vegetatie. De dominantie van Pijpestrootje en Pitrus duidt op natte tot matig natte, ongebufferde, relatief voedselrijke omstandigheden. Een hoge bedekking van Riet geeft aan dat er lokaal relatief sterk gebufferde en relatief voedselrijke omstandigheden heersen.

Voor het grote ven aan de zuidzijde wordt de dominantie met Pijpestrootje genoemd met daartussen enkele exemplaren Dophei, Kleine veenbes en een lage bedekking van Veenmos. Blijkbaar is eind jaren '60 dit deel vergrast en geëutrofiëerd. Als probleem wordt opslag van Berken en Vliegdenen genoemd.

### 3.1.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen

De Duivelskuil is sinds 1997 eigendom van Staatsbosbeheer. In dit gebied zijn recent (1998/1999) inrichtingsmaatregelen genomen, nadat jaren geen beheer is uitgevoerd. Op dit moment bestaat het reguliere beheer uit jaarrondbegrazing met ca. 7 bokken. De begrazing leidt tot veel uitwerpselen dichtbij de venrand.

### 3.1.4 Vastgestelde veranderingen

In het noordoostelijke ven zijn de soorten Kleine veenbes en Lavendelheide, karakteristiek voor hoogveenvegetaties, verdwenen. Het Veenmos-eiland is veranderd in een eiland van Eenarig wollegras. Deze soort verschijnt in drijvende verlandingsvegetatie bij de vorming van bulten, maar kan bij verdroging met toename van de waterstandsfluctuatie gaan overheersen.

De toename van deze soort na 1968 kan dus wijzen op verandering van het waterstandsregime (verdroging en toename waterstandsfluctuaties). In de vegetatie langs het zuidelijke ven is Kleine veenbes tussen de Pijpestrootje-begroeiing verdwenen. Het voorkomen van Kleine veenbes in 1968 tussen de Rompgemeenschap van Pijpestrootje [Klasse der Hoogveenbulten en natte heide] duidt ook op *verdroging* van voormalige hoogveenachtige begroeiing. Op sommige plaatsen komt Draadzegge voor in begroeiingen met Dopheide en Pijpestrootje. In vennen vestigt Draadzegge zich normaal gesproken in verlandingsvegetatie van veenmossen en komt voor in ondiep water en in zeer natte verlandingsvegetatie van Veenmos. Draadzegge in de natte heide rond de Duivelskuil is een relict van drooggevallen ondiep water of een sterk verdroogde verlandingsvegetatie. Pitrusgordels, al in 1968 aanwezig, kunnen in vennen door diverse vormen van *eutrofiëring* ontstaan. In de Duivelskuil zijn bemesting door bijvoeding van eenden en atmosferische depositie het meest voor de hand liggend. Het ontstaan van een Riet-vegetatie tussen 1953/1954 en 1968 en het verschijnen van Mattenbies en Slangewortel na 1968 duidt op gelijktijdige toename van de alkaliteit en eutrofiëring met stikstof en fosfaat. De huidige

relatief hoge orthofosfaat-concentratie en de troebelheid van het water in het zuidelijke ven zijn ook een aanwijzing voor een dergelijke eutrofiëring. De huidige, relatief hoge  $\text{NH}_4^-$ -concentraties en de dominantie van  $\text{NH}_4^+$  over  $\text{NO}_3^-$  duidt op eutrofiëring en verzuring die naderhand is opgetreden als gevolg van atmosferische depositie. Recent (vanaf 1994) is verzuring in het water gemeten.

### 3.1.5 Synthese

De Duivelskuil is een complex van vennen en vochtige tot natte heiden die deel uitmaken van één schijngrondwatersysteem met in het centrale deel een relatief kleine fluctuatie van de schijngrondwaterstand. In de meest natte delen kwamen en komt nog steeds onder relatief voedselarme en relatief zure omstandigheden veenvormende verlandingsvegetatie voor (hoogveenvorming op kleine schaal). In het meest zuidelijke ven met open water wordt verlanding door voedselarme veenmosvegetaties belemmerd door eutrofiëring met stikstof en fosfaat in het verleden (tussen 1954 en 1968) en wellicht ook door recentere en  $\text{NH}_4^+$ -eutrofiëring. Tijdens de periode met eutrofiëring met N en P is het water ook gealkaliniseerd. Vermoedelijk vond deze vorm van externe eutrofiëring plaats door jachtactiviteiten. Na het stoppen van deze vorm van eutrofiëring is het ven verzuurd, waardoor momenteel ongebufferde omstandigheden heersen. De eutrofiëring heeft geleid tot een sterke troebelheid van het water, waardoor een watervegetatie ontbreekt. De randzones van het systeem bestonden vroeger uit relatief voedselarme vochtige tot natte heiden. Tegenwoordig zijn deze geëutrofiëerd. Aan deze eutrofiëring heeft de atmosferische depositie zeker bijgedragen.

Het schijngrondwatersysteem stagneert op een ondiepe slechtdoorlatende zandige leemlaag (zie figuur 6). Hoe ver dit schijngrondwatersysteem zich buiten de Duivelskuil uitstrekt, is niet goed vast te stellen. Onduidelijk is of het aangetroffen schijngrondwater in de landbouwpercelen ten westen van de Duivelskuil in verbinding staat met het schijngrondwater onder de Duivelskuil. Tussen de deze landbouwpercelen en de Duivelskuil zijn namelijk geen peilbuizen geplaatst. Uit de chemische samenstelling van het grondwater in peilbuis D5 (de plek waar freatisch grondwater richting het ven stroomt) wijst niet op vervuiling met meststoffen. Dat betekent dat het schijngrondwatersysteem niet in verbinding staat met de westelijke landbouwpercelen of dat het met meststoffen vervuilde schijngrondwater onder de landbouwpercelen nog niet de Duivelskuil bereikt heeft. Omdat de westelijke landbouwpercelen vermoedelijk altijd droog zijn geweest en niet ontwatert worden, zijn hydrologische maatregelen in deze percelen niet relevant voor vernatting van de Duivelskuil. Wel is voor een zekere veiligstelling van de waterkwaliteit van het toestromende grondwater naar de Duivelskuil aan de westzijde wenselijk om de bemesting in de westelijk gelegen landbouwpercelen te beëindigen.

De grondwaterstand in het watervoerende pakket reikt vermoedelijk incidenteel tot aan de zandige leemlaag. Door een daling van ongeveer 25 centimeter in het watervoerende pakket kan de frequentie waarmee het grondwater in het watervoerende pakket in contact stond met de leemlaag zijn afgenomen. Dat kan hebben geleid tot een (zeer) geringe daling (veel minder dan 25 centimeter) van de hoge schijngrondwaterstanden in natte perioden. In de Duivelskuil geeft de ontwikkeling van de vegetatie tussen 1954-1968 en tussen 1968-1996 duidelijke indicaties voor vrij sterke verdroging (verandering van veenvormende veenmosvegetatie in natte heide) waarbij mogelijk ook de peilfluctuatie is toegenomen. Onduidelijk is of de peilfluctuaties in het ven werkelijk zijn toegenomen. De huidige geringe fluctuaties van het schijngrondwater onder de vennen duiden daar niet op. Deze verlaging van de schijngrondwaterstand zal groter zijn geweest dan de verlaging in het watervoerende pakket. Andere oorzaken die een substantiële bijdrage hebben geleverd aan de verdroging

zijn: (1) bosaanplant waardoor de aanvulling van het schijngrondwatersysteem is verminderd en (2) ontwatering in de landbouwenclaves in de omgeving (deelgebieden 1, 2 en 3 van onderzoeksgebied 2). Oorzaak 2 kan alleen zijn opgetreden indien het schijngrondwatersysteem zich tot ver buiten de Duivelskuil uitstrekt (minstens 400 meter vanaf de rand van de Duivelskuil) en daadwerkelijk ontwatering aanwezig is in genoemde landbouwenclaves. Aangezien zulke ontwatering ontbreekt en de landbouwenclaves vermoedelijk altijd droog zijn geweest (zie paragraaf 3.9). De verdroging heeft door een verhoging van de mineralisatie de eutrofiëring van de randzone versterkt.

Ondanks de verdroging die is opgetreden, komen er nog goed ontwikkelde verlandingsbegroeiingen voor, die gebonden zijn aan zeer natte tot natte omstandigheden en relatief kleine peilfluctuaties ten opzichte van maaiveld. Dit is mogelijk doordat een deel van de drijvende verlandingsvegetatie kan meezakken met de verlaging van het schijngrondwater en kan blijven 'meefluctueren' met de waterstandsfluctuatie.

Zowel in de huidige situatie als in de jaren '50 en '60 duiden bepaalde soorten lokaal op zeer zwak gebufferde of matig zure omstandigheden. Deze buffering kan samenhangen met de aanwezigheid van jonge stuifzandafzettingen die (lokaal) nog niet sterk zijn uitgeoogd en/of met buffering door toestroming van lokaal grondwater. Uit verschillen in schijngrondwaterstand blijkt dat aan de noordwestzijde lokaal grondwater naar de Duivelskuil toestroomt. Tegenwoordig is dit water ongebufferd en matig zuur. Het voorkomen van Beenbreek in natte heide vormt ook een aanwijzing voor toestroming van lokaal grondwater.

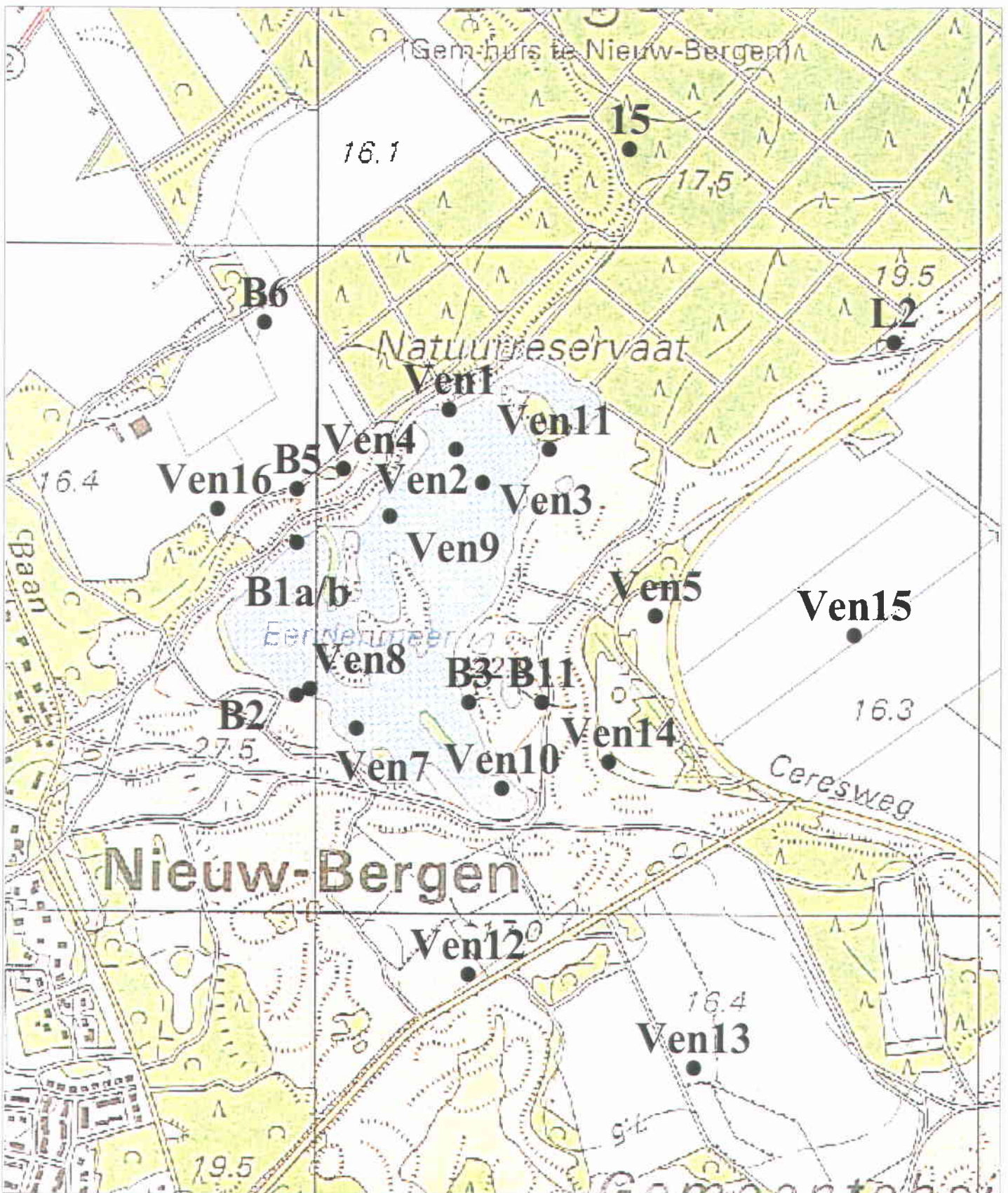
Opmerkelijk is dat het freatisch grondwater onder de vennen en aan de infiltratiezijde van de Duivelskuil duidelijk een hogere  $\text{HCO}_3^-$ -gehalte en pH heeft dan het oppervlaktewater van een van de vennen. Hiervoor zijn twee oorzaken mogelijk:

(1) Door aanvoer van oxidatieve stoffen door atmosferische depositie ( $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{NO}_3^-$ ) treedt in de onderwaterbodem van het ven oxidatie van organisch materiaal en pyriet op. Hierbij wordt  $\text{HCO}_3^-$  gevormd. Door infiltratie van de venwater wordt de gevormde  $\text{HCO}_3^-$  naar de ondergrond en de oostzijde getransporteerd.

(2) Door sterke alkalinisering van het venwater in het verleden dat infiltreerde raakte het freatisch grondwater 'vervuild' met  $\text{HCO}_3^-$ . De relatief hoge  $\text{Na}^+$ -gehalten in het freatisch grondwater wijst op infiltratie van vervuild venwater.

Welke van de processen optreedt, is op basis van de huidige gegevens moeilijk te bepalen. Uit de ruimtelijke verschillen in chemische samenstelling van het freatische grondwater blijkt dat de relatief hoge basenrijkdom samenhangt met infiltratie van venwater: op plekken waar venwater infiltreert (onder de vennen en aan de oostzijde van de Duivelskuil) is het freatisch grondwater basenrijker dan aan de kwelzijde van het ven.





Figuur 8 Positie van boringen en peilbuizen in en rond het Eendenmeer.

Legenda:

- grondwatermeting
- 62 = diepe peilbuis TNO
- L116 = landbouwbuis TNO
- B3 = Kiwa
- Ven15 = WML

0 200 400 Meters

Projectnaam

**Bergerheide**

Projectnummer

30 3230 015

Opdrachtgever

Projectleider

W.J.M.K. Senden

GIS operator

A. van Warners

Tekeningnummer

Datum: 1-2-2006

J:\projecten\wml\30323001\Bergerheide\GIS.apr



Pact of the Netherlands



## 3.2 Eendenmeer

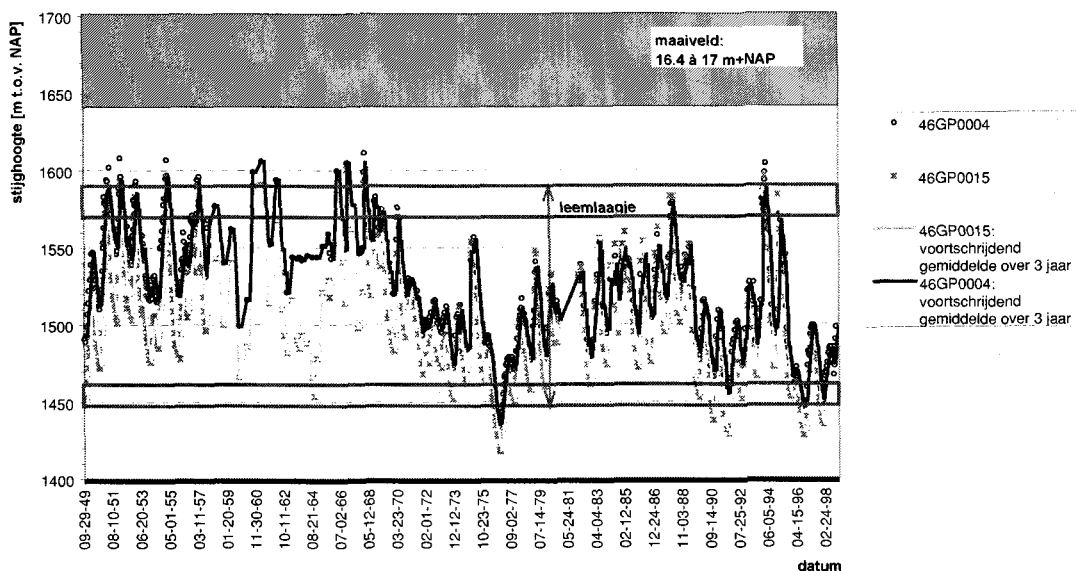
Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Figuur 8: kaart peilbuislocaties en boringen

Het Eendenmeer ligt in een geaccidenteerd gebied en bestaat uit een grote uitgeblazen laagte met veen en open wateren. De laagte wordt omsloten door twee grote paraboolduinarmen (oostzijde en noordwestzijde) en door stuifduinen (zuidwestzijde). De open wateren zijn een gevolg van turfsteken dat voor het laatst in de Tweede Wereldoorlog heeft plaatsgevonden. Vanaf de jaren '50 tot 1996 was in het Eendenmeer een grote broedkolonie van kokmeeuwen aanwezig. In 1996 is deze kolonie vrijwel verdwenen. De directe omgeving van het Meeuwenven heeft een hoge recreatiedruk (wandelaars).

Het maaiveld van de delen met veen en venpeil van het Eendenmeer bevindt zich op ca. 16,7 m +NAP. Aan de zuidwestzijde grenst aan de paraboolduinrug een laagte met een landbouwenclave (maaiveld ca. 16,0-17,0 m +NAP) met een klein slootstelsel zonder afvoer (afstand tussen Eendenmeer en laagte bedraagt ca. 100 meter). Aan de noordzijde ligt op ca. 200 meter afstand een andere landbouwenclave in een laagte (maaiveld op ca. 16,3-16,7 m +NAP) die door een sloot wordt ontwaterd. Achter de paraboolduinrug aan de oostzijde van het Eendenmeer ligt de sterk ontwaterde laagte (maaiveld op ca. 16,0-16,2 m +NAP) van het voormalige Gocherveen.

In de randzones van het Eendenmeer komen veldpodzolen voor, op de aangrenzende paraboolduinruggen haarpodzolen en op de aangrenzende stuifduinen duinvaaggronden.

Figuur 9 Tijdstijghoogtelijnen van stijghoogte watervoerend pakket in de peilbuizen 46P0015 (ten noorden van Eendenmeer en 46GP0004 (ten zuiden van Eendenmeer) met de diepteligging van de leemlaag.



### 3.2.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 8: detailkaart peilbuislocaties en boringen  
Figuur 9: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 10a: freatische standen  
Figuur 10b: geohydrologische doorsnede  
Bijlage 2: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden

#### ***Voorkomen van slechtdoorlatende lagen***

Stiboka heeft in 1980 onderzoek gedaan naar het voorkomen van leemlaagjes in de ondergrond bij het Eendenmeer (Mekking et al., 1980). Per hectare zijn daartoe 3 à 4 boringen gezet tot aan de leemlaag of tot maximaal 3 meter beneden maaiveld. Uit het onderzoek van Stiboka blijkt dat ter plaatse van het Eendenmeercomplex tussen 14,5 en 15,8 meter + NAP een leemlaag in de deklaag zit:

*“...Met uitzondering van de hoge ruggen die het vennengebied grotendeels omsluiten, is binnen de gestelde boordiepte (3 meter) overal leem in de ondergrond aanwezig. Het reliëf van de leem in het vennengebied is zwak golvend met hoogteverschillen tot 50 cm. Het onder de leem voorkomende zand bestaat overal uit fluviaal, matig grof tot zeer grof zand, waarin grindlagen, maar ook nog veel leemlagen voorkomen. Het zand onder de leemlaag was tijdens de opname (herfst 1979) overal zeer droog, pas op ca. 1 meter onder de leem kwam grondwater voor...”*  
(Mekking et al., 1980)

Figuur 4 geeft een overzicht van de verspreiding van de leemlaag.

Oostelijk van het Eendenmeer-complex is deze leemlaag niet overal aanwezig. Dit blijkt ook uit de boorbeschrijvingen van de infiltratieputten van WML en van peilbuizen nabij het Eendenmeer-complex. Daar waar het leem ontbreekt is door Stiboka in de ondergrond een droge, sterk lemige, fijnzandige, dichte laag aangetroffen, welke een restant is van een reeds verweerde leemlaag

Ook aan de noordzijde ontbreekt op enkele plaatsen de leemlaag: op de lagere gedeelten van het weilandperceel en plaatselijk op de parkeerplaats en de speelweide langs de toeristenweg wordt geen leem aangetroffen. Deze gronden zijn destijds opgehoogd en geëgaliseerd. Verwerkte gronden komen direct ten zuiden voor op enkele landbouwpercelen. In verband met de aspergeteelten zijn deze gronden tot een diepte van 120 cm bewerkt, waardoor de leemlaag –in het geval die hier voorkwam- is beschadigd.

Naast de leemlaag komen plaatselijk ondiep in het zand nog andere slechtdoorlatende lagen voor. Aan de noordwestrand van het Eendenmeer (peilbuis 1) is een 20 cm dikke, compacte, vettige laag aanwezig. Vermoedelijk betreft het hier een kazige B-laag die ontstaan is door inspoeling van organische deeltjes vanuit veen. Zulke lagen komen normaal gesproken voor onder hoogvenen. Aan de zuidwestrand van het Eendenmeer (peilbuis 2) is onder een zandlaag van 95 centimeter dik zandig veen aangetroffen met resten van Cyperaceën. Hier is een veenvormend moeras door stuifzand overstoven. Door compactie van het veen is een slechtdoorlatende laag ontstaan. Aan de oostrand van het Eendenmeer (peilbuis 3) is een harde organische laag aangetroffen. Het betreft hier of (1) een verkitten inspoelingslaag onder invloed van podzolvorming (zie paragraaf 2.2.2) of (2) een waterhardlaag. Waterhardlagen

ontstaan aan randen van hoogvenen waar een wisselende waterstand leidt tot de afzetting van organische deeltjes in één of meerdere harde laagjes.

### ***Grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen***

Uit de grondwaterstandmetingen van de peilbuizen 46GP0004 (ca. 850 meter ten zuidoosten van het Eendenmeer) en 46GP0015 (ca. 400 meter ten noorden van Eendenmeer) kan afgeleid worden dat het grondwater in het watervoerend pakket incidenteel (maar niet permanent) in natte perioden tot aan de leemlaag reikt (figuur 9). De grondwaterstanden in het watervoerend pakket zijn altijd lager dan het niveau van het schijngrondwater boven de leemlaag. De hoge grondwaterstanden van het watervoerende pakket onder de leemlaag zorgen voor een verminderde infiltratie van water vanuit de vennen naar de ondergrond. Begin jaren zeventig is de grondwaterstand ter plaatse van het Eendenmeer ca. 70 centimeter gedaald (zie figuur 9). De frequentie en de duur waarmee het grondwater in het watervoerend pakket tot aan de leemlaag reikt is hierdoor kleiner geworden. Voor 1970 maakte de leemlaag bij hoge stijghoogten volledig contact met het grondwater in het watervoerende pakket en slechts in bij lage stijghoogte stond het 'los' met de leemlaag. Na 1970 ligt de leemlaag bij een gemiddelde stijghoogte voor een groot deel van de oppervlakte los, bij hoge stijghoogte voor een aanzienlijk deel en bij lage stijghoogte volledig los.

Uit grondwaterstandmetingen (tweewekelijkse metingen van maart 1979 tot augustus 1980) leidt Stiboka af dat er in het gebied van het Eendenmeer twee gescheiden grondwaterstanden bestaan. Ook Oranjewoud (Oranjewoud, 1993) constateert dat boven de slechtdoorlatende laag plaatselijk schijngrondwater voorkomt:

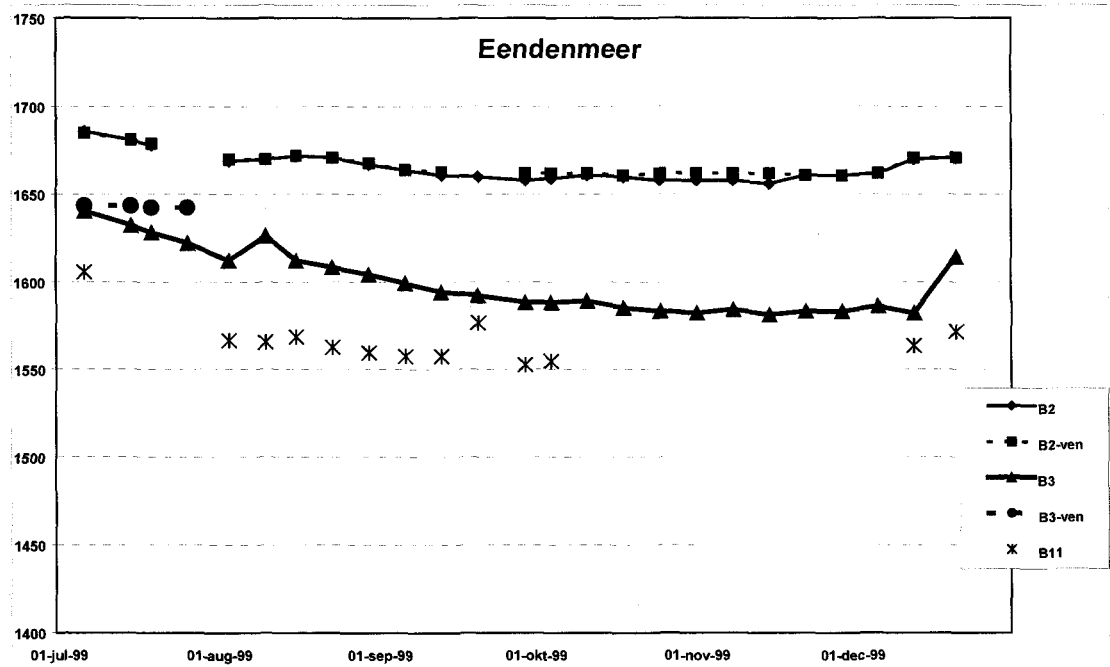
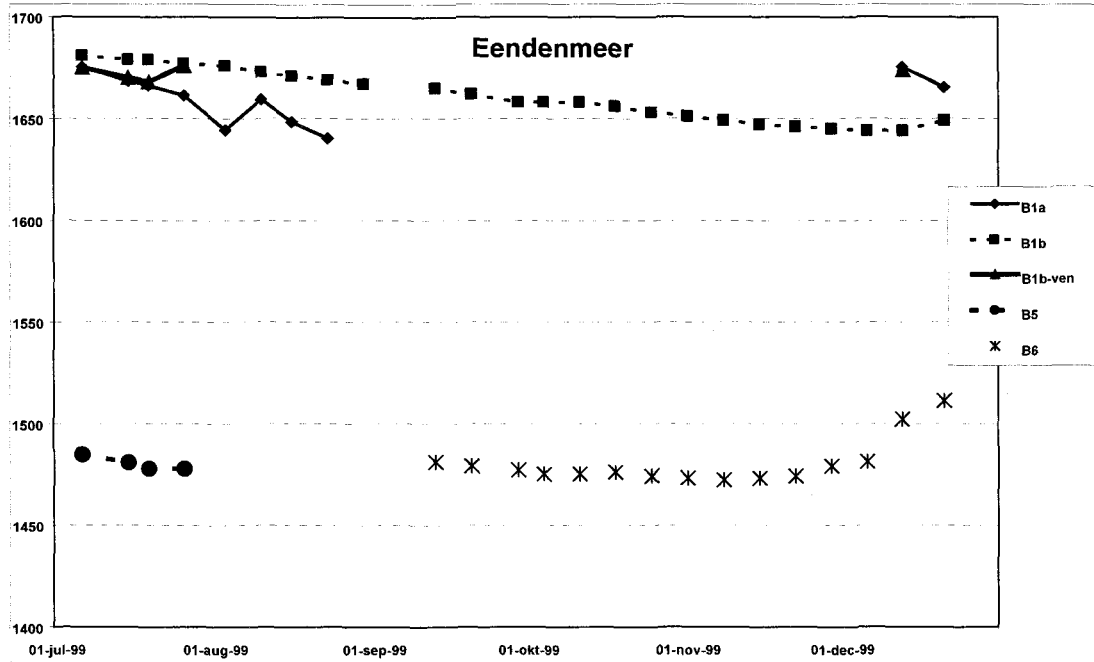
*"...Ter plaatse van peilbuis VEN 8 (locatie vlakbij Kiwa peilbuis B2, red.) ligt het schijngrondwater ca. 1,75-2,0 m hoger dan het grondwater in het watervoerende pakket. Het water staat hier boven maaiveld. Bij peilbuis VEN 5 (locatie oostelijk van Eendenmeer, in bocht van Ceresweg, red.), waar de lemige laag in de grond slechter is ontwikkeld, ligt het schijngrondwater maximaal ca. 0,5 m hoger dan de grondwaterstand. Aan het einde van de zomer is er vaak geen verschil meer merkbaar..."*

Uit de metingen aan de freatische waterstand die in 1999 zijn uitgevoerd in het kader van dit onderzoek (zie voor positie peilbuizen figuur 8 en zie voor waterstanden bijlage 2 en figuur 10), kan afgeleid worden dat:

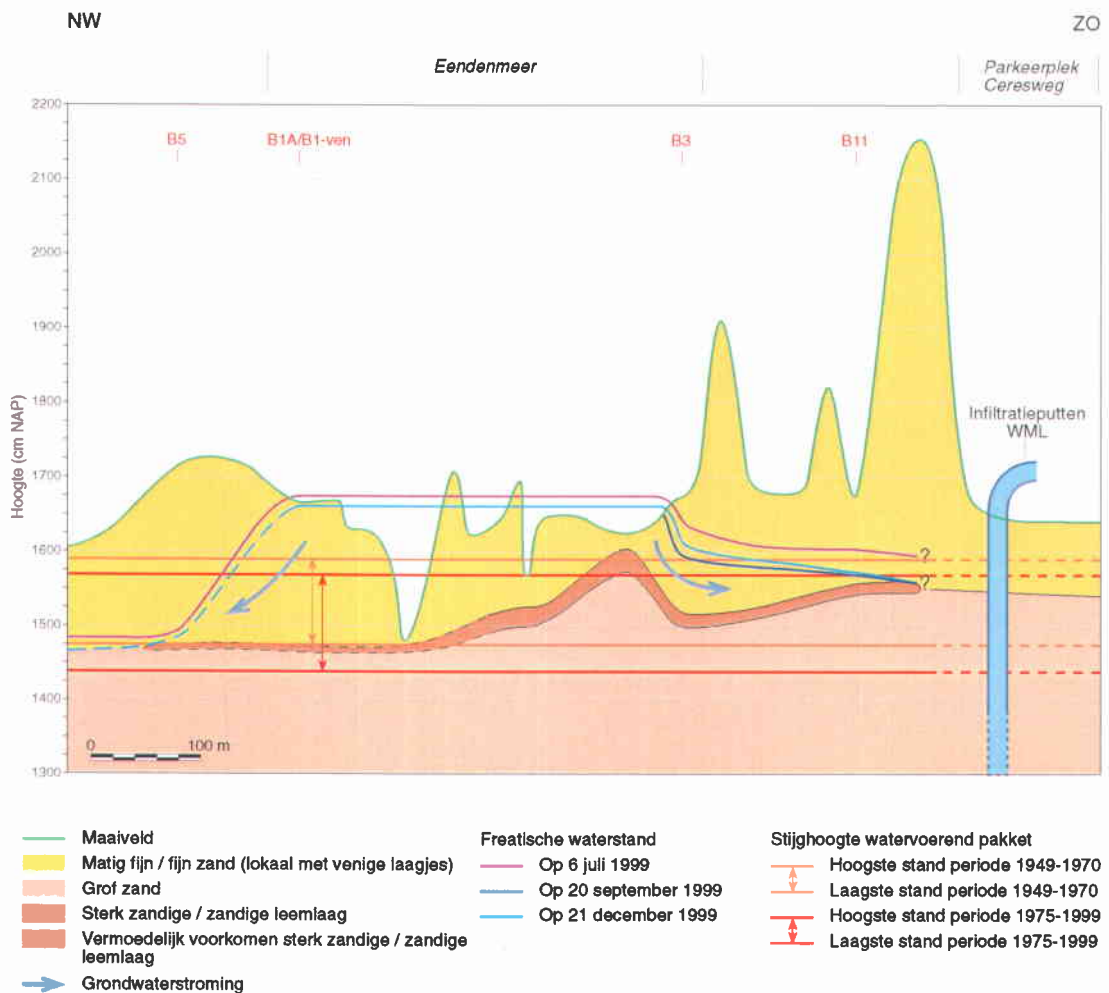
- Aan de noordzijde van het Eendenmeer (B5 en B6) is de freatische grondwaterstand flink lager (1,5 tot 2 m) dan de venpeilen van het Eendenmeer en de freatische stand in B1. Een verklaring hiervoor zou kunnen bestaan uit effecten van de diepe ontwatering van het aangrenzende landbouwperceel, eventueel in combinatie met het niet volledig gesloten zijn van de leemlaag.
- Peilbuis B5 (gelegen op de overgang tussen het landbouwperceel in de noordwestelijke laagte en de duintjes van het Eendenmeer), waarvan de filter in het bovenste grondwater is gezet, heeft een grondwaterstand die (bijna) gelijk is aan de grondwaterstand van het watervoerend pakket. Uit de boorbeschrijving van deze peilbuis blijkt dat hier geen duidelijk te onderscheiden leemlaag in de ondergrond aanwezig is, maar lemig zand of zand met leembrokjes. Op de overgang van het Eendenmeer naar de laagte aan de noordwestzijde is dus geen schijngrondwatersysteem aanwezig boven het watervoerende pakket.
- Aan de oostzijde van het Eendenmeer is in juli 1999 het venpeil (B3\_ven) hoger (5-20 cm) dan de schijngrondwaterstand (B3). Op circa 100 m oostelijk van dit meetpunt en de rand van het Meeuwenven (peilbuis B11) staat het schijngrondwater circa 40 cm lager. Aan de oostzijde van het Eendenmeer treedt dus infiltratie op van venwater en stroomt het schijngrondwater vanaf het ven in oostelijke richting.

De fluctuatie van het venpeil in het Eendenmeer lijkt klein te zijn (24 cm bij B2\_ven).

Figuur 10a Tijdstijhoogtelijnen van de venpeilen en freatische grondwaterstand bij in het Eendenmeer.



Figuur 10b Geohydrologische doorsnede Eendenmeer.



### 3.2.2 Vegetatie en standplaatscondities

#### Huidige situatie

In het centrale en grootste deel van het Eendenmeer-complex zorgde de aanwezigheid van een kokmeeuwenkolonie (al sinds voor 1950 aanwezig en in 1996 vrijwel verdwenen) voor relatief sterk gebufferde en relatief eutrofe omstandigheden. Dit komt tot uiting in de aanwezigheid van eutrafente soorten en het nagenoeg ontbreken van een oligo(meso)trafente venvegetatie. Op de periodiek droogvallende oeverzone komen soorten voor als Pitrus (vaak dominant en grote planten), Moerasandijvie, Blaartrekkende boterbloem, Knikkend tandzaad en Zeezuring die duiden op een relatief hoge trofie en relatief sterk gebufferde omstandigheden. Iets hoger op de oever domineren Pijpestrootje en Stijve zegge, beide hoge horsten vormend hetgeen duidt op zeer natte tot matig natte, relatief eutrofe omstandigheden met relatief grote peilfluctuaties. De dominantie van Pijpestrootje duidt daarbij op ongebufferde omstandigheden en de hoge bedekking van Stijve zegge op zeer zwak tot relatief sterk gebufferde omstandigheden. Andere soorten van een relatief nat en voedselrijk milieu die voorkomen langs de venoevers zijn Lisdodde, Waterpeper, Bitterzoet, Wolfspoot, Hennegras, Rietgras en Liesgras.

Metingen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater in het grote, zuidelijke ven laten het volgende zien (metingen Zuiveringschap Limburg 1986-1996). Het water is altijd troebel, de zuurstofverzadiging is meestal hoog, de orthofosfaat-concentratie is extreem hoog en  $\text{NH}_4^+$ -concentratie is zeer hoog en  $\text{NO}_3^-$  is aanwezig. De aanwezigheid van minerale stikstof voornamelijk in de vorm van  $\text{NH}_4^+$  zou kunnen duiden op anaerobe afbraak in de onderwater bodem (voornamelijk strooisel van Pitrus). De pH bedraagt meestal 6,0 tot 7,0.

De chemische samenstelling van het freatische grondwater is op 10 januari 2000 als volgt (bijlage 2). Op de locaties aan de ven rand (B1B, B2, en B3) is het freatisch grondwater ongebufferd tot zwak gebufferd (0,08-0,67 meq  $\text{HCO}_3^-/l$ ), zwak zuur (pH 6,0-6,3) en rijk aan  $\text{NH}_4^+$  en P-ortho. Op de locaties B1B en B3 zijn het Cl<sup>-</sup> en  $\text{SO}_4^{2-}$ -gehalte hoog. Locatie B3 is relatief Na-rijk. Locatie B11 aan de oostzijde van het Eendenmeer is ongebufferd, matig zuur en betrekkelijk arm aan N en P-ortho.

Op één plek aan de zuidrand van het gebied ligt een vrijwel ongeschonden hoogveentje met een bult/slenk-structuur. De bulten hebben een redelijk ontwikkelde hoogveenvegetatie: de associatie van Gewone Dophei en Veenmos. Kenmerkende soorten van deze hoogveenbegroeiing zijn Dopheide, Kleine veenbes, Eenaarig wollegras, Lavendelheide en Veenpluis. Deze soorten duiden op zeer natte tot natte, ongebufferde, oligotrofe tot oligomesotrofe omstandigheden. In de slenken zit nauwelijks begroeiing: hier vallen vooral algen op. De slenken hebben dus geen goed ontwikkelde hoogveenvegetatie. Op meerdere plaatsen aan de rand van het gebied komen vochtige Dopheidebegroeiingen voor met Draadzegge (Cleef & Kers, 1968; De Mars, 1997) wat duidt op zeer zwak gebufferde en ongebufferde/ matig zure omstandigheden.

### **Historische situatie**

#### *1802-1805 (Tranchot-kaart)*

Het Eendenmeer wordt als een open water aangegeven

#### *1842-1843 (topografische kaart)*

Het Eendenmeer wordt als moeras en/of open water aangegeven (bijlage 10).

#### *1951 (Het Eendenven te Bergen, SBB-verslag oktober 1951)*

Het Eendenmeer is als natuurreservaat uitgespaard in de Gemeentebebossingen als één van de laatste nog niet ontgonnen restanten van de Heukelomsche heide en beslaat een oppervlakte van ca. 37 ha. Het Eendenmeer is van oorsprong een veen. Op tal van plaatsen is echter op vrij grote schaal turf gestoken (recent in de Tweede Wereldoorlog), zodat er zich nu overal open water bevindt.

Rond 1950 is de vegetatie van dit vennengebied op kleine schaal ruimtelijk heel gevarieerd. In de turfgaten zijn allerlei successiestadia aanwezig van open water naar hoogveenvegetaties. De veenputten zijn gedeeltelijk weer dichtgegroeid, waardoor een afwisselende vegetatie is ontstaan met in de sterk verlandende delen mooi ontwikkelde hoogveenvegetatie. Op de hoogveenbulten komt de associatie van Gewone dophei en Veenmos voor. Rond 1950 komt Draadzegge voor in de associatie van Draadzegge en Veenpluis. Deze gemeenschap maakt deel uit van de verlandingsvegetatie in de vennen en komt voor in het open water en de slenken.

De kokmeeuwenkolonie is in 1950 al aanwezig waardoor eutrafente soorten als Pitrus, Driedelig tandzaad, Sterrekroos en Klein kroos voorkomen.

De overgang van drassig naar droog is vrij plotseling (steile oevers), zodat slechts op enkele plekken de Dopheide-associatie aanwezig is. Tussen de hoogveenvegetatie en schaars voorkomende natte heide ligt een gordel met Pijpestrootje. Meestal gaat de venvegetatie direct over in een vochtige vorm van Struikheide-vegetatie. De grootste oppervlakte van de

omgeving van het ven wordt ingenomen door de droge Struikheide-gemeenschap met Stekelbrem, Kruipbrem, Brem en Klein warkruid.

*1953 en 1954 (Excursierapport SBB-archief, J.Th. de Smidt)*

Behalve de soortenarme Pijpestrootjesvegetatie in het ven zelf, zijn er hoogveenvegetaties aanwezig met onder andere Veenmos spec., Kleine veenbes, Lavendelheide, Veenpluis en Knolrus, wat duidt op zeer natte tot natte, oligotrofe tot oligomesotrofe omstandigheden met relatief kleine peilfluctuaties ten opzichte van maaiveld. Op plaatsen met minder diep water komen begroeiingen voor van Kruipend struisgras, Ronde zonnedaauw, Veenpluis, Knolrus, Waternavel en een enkele plant van Waterdrieblad en Wateraardbei. De laatste twee soorten duiden op zeer zwak gebufferde, mesotrofe omstandigheden.

*1959 (Excursierapport 12 juli 1959 Gemeente Bergen, Natuurwetenschappelijk archief)*

Er worden enkele veentjes met Veenbes, Lavendelheide, Ronde zonnedaauw, Dopheide, Eenarig wollegras en Veenpluis genoemd. Verder komt er een vegetatie voor van Pijpestrootje-pollen en Snavelzegge. Hierin zijn ook de soorten Vensikkelmos, Sliertig puntnerfmos, Gewoon haarmos en Rood viltmos aangetroffen. In de slenken groeien Knolrus, Klein blaasjeskruid, Draadzegge, Bossig kronkelsteeltje, Waterveenmos en Geoord veenmos, wat duidt op relatief voedselarme, zeer zwak gebufferde tot ongebufferde omstandigheden.

In het meest oostelijke ven huist een meeuwenkolonie. Hier komen Pitrus, Lisdodde, Fonteinkruiden, Draadwieren, Moerasstruisgras, Hennegrass en Stijve zegge, die duiden op relatief eutrofe en meestal ook relatief sterk gebufferde omstandigheden.

*1968 (Doctoraalverslag Cleef & Kers)*

Natte heidevegetaties met Dophei komen op zeer beperkte schaal voor aan de oostelijke oever. Vegetatietypen met Draadzegge en Bruine snavelbies (nu wel aanwezig) worden niet genoemd. Er wordt een voormalig klein ringven genoemd, dat door een lage stuifzandrug van het Eendenmeer is afgescheiden. Dit ven is dichtgegroeid met veen. Cleef en Kers schrijven: "*Hoogstwaarschijnlijk geeft dit vennetje, gezien zijn oligotrofe veenmilieu, een indruk van de oorspronkelijke vegetatie van het Eendenmeer voor de vestiging van de kokmeeuwenkolonie.*"

### 3.2.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen

Vanaf de jaren '70 zijn ieder jaar intensief eieren geraapt in de kokmeeuwenkolonie. Sinds 1996 wordt het gebied nog wel door meeuwen bezocht, maar zijn er geen broedgevallen meer. De reden voor het verdwijnen van de broedkolonie kan bestaan uit het opheffen van een nabijgelegen open vuilstort. Ten oosten van het Meeuwenven zijn in 1992 drie infiltratieputten door de WML aangelegd. Deze putten infiltreren 100.000 m<sup>3</sup> drinkwater per jaar (=300 m<sup>3</sup>/dag) met de bedoeling om de verlaging in het watervoerende pakket als gevolg van de waterwinning Bergen te compenseren. De infiltratie heeft geleid tot een stijging (modelberekening) van 20 tot 30 cm in het watervoerende pakket ter plekke van de infiltratieputten (mondelijke mededeling M. Juhász).

Enkele percelen rond het Meeuwenven zijn in de periode van 1995-1999 geklepeld en geharkt. Het gedeelte ten oosten van het Meeuwenven is in 1995 geplagd.

### 3.2.4 Vastgestelde veranderingen

Oorspronkelijk was het Eendenmeer een veen. Door de mens is in dit veen turf gestoken (meest recent in de Tweede Wereldoorlog) waardoor stukken met open water zijn ontstaan. In het open water is in het relatief voedselarme en relatief zure milieu verlanding opgetreden door veenmosvegetaties. Hierdoor waren er in de jaren '50 allerlei verlandingsstadia aanwezig (open water, slenken, hoogveenbulten).

Door de vestiging van een kokmeeuwenbroedkolonie trad vanaf de jaren '50 eutrofiëring met stikstof, fosfor en kalium op en nam de alkaliteit toe. Naast de directe toevoer van nutriënten leidt de toename van de alkaliteit tot afbraak van organisch materiaal, waardoor ook interne eutrofiëring is opgetreden. Al in 1951 zijn de eerste sporen van de kokmeeuwenkolonie aanwezig in de vorm van soorten van voedselrijke standplaatsen. Door de meeuwenkolonie treedt op de broedplaatsen, in de wateren en in de amfibische zone sterke eutrofiëring op en een verhoging van de pH. In 1996 waren de effecten op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater hiervan nog steeds meetbaar. Opvallend is daarbij het extreem hoge ortho-fosfaatgehalte. Soorten van relatief zure en voedselarme omstandigheden zijn daardoor uit het open water en de amfibische zone verdwenen. Tegenwoordig is het water zo troebel dat waterplanten ontbreken. Door de eutrofiëring en toename van de alkaliteit zijn tevens de verlandingsbegroeiingen met hoogveenvegetaties gedegradeerd; hetzij direct door meeuwenuitwerpselen op broedplekken, hetzij indirect door indringing van geëutrofiëerd en gealkaliniseerd oppervlaktewater in het veen.

Slechts op één plek is redelijk ontwikkelde hoogveenvegetatie bewaard gebleven (zie ook beschrijving ringven van Cleef & Kers, 1968). Dit hoogveenachtige milieu wordt door haar geïsoleerde ligging ten opzichte van het open water beschermd tegen eutrofiëring en toename van de alkaliteit. Overigens kunnen de verlandingsbegroeiingen ook zijn verdwenen door verdroging. Een aanwijzing voor verdroging is het huidige voorkomen van Draadzegge in Dopheide-vegetatie. Draadzegge is hier een relict van drooggevallen ondiep water of van een sterk verdroogde verlandingsvegetatie. De huidige geringe peilfluctuatie van het ven duidt er op dat deze verdroging zich niet geuit heeft in een toename van de peilfluctuatie. Een andere verandering die aan de randen van het Eendenmeer is opgetreden is dat veel van de natte Dopheide-vegetatie die in de jaren '50 voorkwam, is verdwenen of achteruitgegaan wat betreft soortensamenstelling. Dit kan zijn veroorzaakt door zowel verdroging als eutrofiëring (meeuwenkolonie, atmosferische depositie).

### 3.2.5 Synthese

Het Eendenmeer is een natte laagte die zijn bestaan dankt aan stagnatie van water boven een slecht doorlatende leemlaag. Het water boven de leemlaag vormt een schijngrondwatersysteem. Aan de randen van het Eendenmeer dragen plaatselijk slechtdoorlatende, organische lagen bij aan de stagnatie van water. Deze slechtdoorlatende lagen zijn mogelijk ontstaan onder invloed van veenvorming. Bij uitvoering van de voorgestelde maatregelen (baggeren) dienen deze lagen gespaard te worden.

De grondwaterstand van het watervoerende pakket reikt regelmatig tot aan de leemlaag, maar bevindt zich het grootste deel van het jaar onder een groot deel van de leemlaag. Uit het (beperkt) aantal boringen door de leemlaag lijkt het dat de horizontale begrenzing van de slechtdoorlatende leemlaag samenvalt met het Eendenmeer. Dit betekent dat aan de randen het schijngrondwater naar het watervoerende pakket stroomt en dat het schijngrondwatersysteem van het Eendenmeer een infiltrerend systeem is. De laagte aan de noordwestzijde en de laagte van het Gocherveen zullen daarom zeer vermoedelijk momenteel het schijngrondwatersysteem draineren omdat de freatische grondwaterstand hier



duidelijk lager is. De laagte aan de zuidzijde draineert het schijngrondwatersysteem vermoedelijk ook. De gradiënten van de schijngrondwaterstand aan de noordwest- en oostzijde en de chemische samenstelling van het freatisch grondwater aan de venranden duidt op het wegstromen van ven water aan de randen.

De verdroging tussen de jaren '50 en '97, die blijkt uit analyse van de vegetatie-ontwikkeling, hangt samen met een daling van de stijghoogte van het watervoerende pakket begin jaren '70: deze daling bedraagt ca. 70 cm. De volgende oorzaken voor de daling van de stijghoogte zijn te noemen:

- aanleg van de zandwinningen 'het Leuken' en 'Reijnderslooi': daling van ca. 10-15 cm
- ruilverkaveling Bergen (gebieden Vlamert aan de westzijde en Lackbar aan de oostzijde): daling van 10 tot 50 cm
- ruilverkavelingen het Gocherveen (landbouwgebied in Duitsland aan de oostzijde): daling is onbekend
- grondwaterwinning Bergen van WML: daling van 5 tot 10 cm

Door de daling van de stijghoogte staat het grondwater van het watervoerende pakket minder lang in contact met de leemlaag en met een kleiner deel van de leemlaag in contact. Hierdoor is de freatische waterstand van het Eendenmeer gedaalt.

Naderhand kan door aanleg van infiltratieputten 200 m ten oosten van het Eendenmeer ter compensatie van de effecten van de waterwinning Bergen een stijging van de stijghoogte zijn opgetreden van maximaal 20 tot 30 cm (modelberekening). Indien deze stijging in het watervoerend pakket werkelijk is opgetreden, heeft dit geleid tot een (lichte) verhoging van de freatische stand in het Eendenmeer.

Het Eendenmeer was van oorsprong een veenvormend moeras. In de beginfase kan de veenvorming gestart zijn vanuit een mesotrofe situatie met Kleine-zeggen-vegetaties. Door de overheersende invloed van regenwater en relatief kleine fluctuaties van de schijngrondwaterstand ging het moeras over in hoogveen. Voor de verstuiwing die is opgetreden aan de zuidwestzijde van het Eendenmeer, lag het maaiveld en daarmee het gemiddelde venpeil minstens een meter lager dan momenteel. Mogelijkerwijs heeft in vroegere tijden verstuiwing gedurende de veenvorming geleid tot een blokkade van de afvoer van water over de oppervlakte, waardoor in het Eendenmeer een stijging van de schijngrondwaterstand is opgetreden. De veenvorming zelf kan ook gezorgd hebben voor een geleidelijke ophoging van het maaiveld en de freatische stand.

Door turfstekerij zijn in het Eendenmeer open wateren ontstaan. Deels zijn deze gaan verlanden. In de jaren '50 kwamen allerlei stadia van verlandingsvegetatie van veenmos onder relatief zure en voedselarme omstandigheden voor (hoogveenvorming). Door sterke eutrofiëring en toename van de alkaliteit als gevolg van de meeuwenkolonie en door verdroging is de veenvorming nagenoeg gestopt. Momenteel is het venwater nog steeds zwaar geëutrofiëerd en gealkaliniseerd en is daarom hoogveenvorming onder invloed van verlanding uitgesloten. Door infiltratie van venwater is de vervuiling ook merkbaar aan verhoogde gehalten van  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ , P-ortho, Cl en  $\text{SO}_4^{2-}$  in het freatisch grondwater. Door vervuiling van het venwater met oxidatieve stoffen ( $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{NO}_3^-$ ) kan de het  $\text{HCO}_3^-$  gehalte in het freatisch grondwater verhoogd zijn als gevolg van redoxreacties in de venbodem. Daarnaast kan door de verdroging als gevolg van een versterkte drainage van het schijngrondwatersysteem de fluctuatie van de schijngrondwaterstand te groot zijn geworden voor verlandingsbegroeiingen van veenmossen. De metingen aan het venpeil duiden echter op vrij kleine waterstandsfluctuaties. Onbekend is echter hoe ver het venpeil zakt in droge jaren.

### 3.3 Driessenven en het aangrenzende noordwestelijke ven

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Oorspronkelijk was het Driessenven een natte laagte, die ontgonnen is ten behoeve van de landbouw. Deze laagte zet zich in noordelijke en zuidelijke richting voort. De drainage van deze landbouwenclave is sinds 1986 weer geblokkeerd, waardoor hier een groot ven is ontstaan. Dit laat goed zien dat dergelijke laaggelegen, ontwaterde landbouwenclaves een aanzienlijke invloed uitoefenen op de hydrologische omstandigheden in het rivierduinencomplex. Aan de noordwestzijde van het Driessenven komt een kleiner ven voor (bij boring B23 en B24) dat door een dam van het Driessenven is gescheiden. Aan de zuidzijde van het Driessenven (bij peilbuis B21) komt een vochtig terrein voor dat doorkruist wordt door een sloot. Aan de noordoostzijde wordt het Driessenven begrensd door een grote paraboolduinrug die gedeeltelijk is verstoven. Aan de zuidwestzijde ligt een gordel van stuifduinen. Op de bodemkaart wordt in het Driessenven als bodemtype gooreerdgrond aangegeven en voor de paraboolduinrug en stuifduingordel droge haarpodzolen. De maaiveldhoogte van het Driessenven bedraagt circa 18,0 meter +NAP. De omgeving van het Driessenven en noordwestelijke ven bestaat hoofdzakelijk uit korte heideachtige begroeiingen. Het noordwestelijke ven wordt wel omgeven door veel bomen en struiken.

#### 3.3.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 11: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 12a: freatische standen  
Figuur 12b: geohydrologische doorsnede in zuidoostelijke deel van Driessenven  
Bijlage 3: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

##### *Voorkomen van slechtdoorlatende lagen*

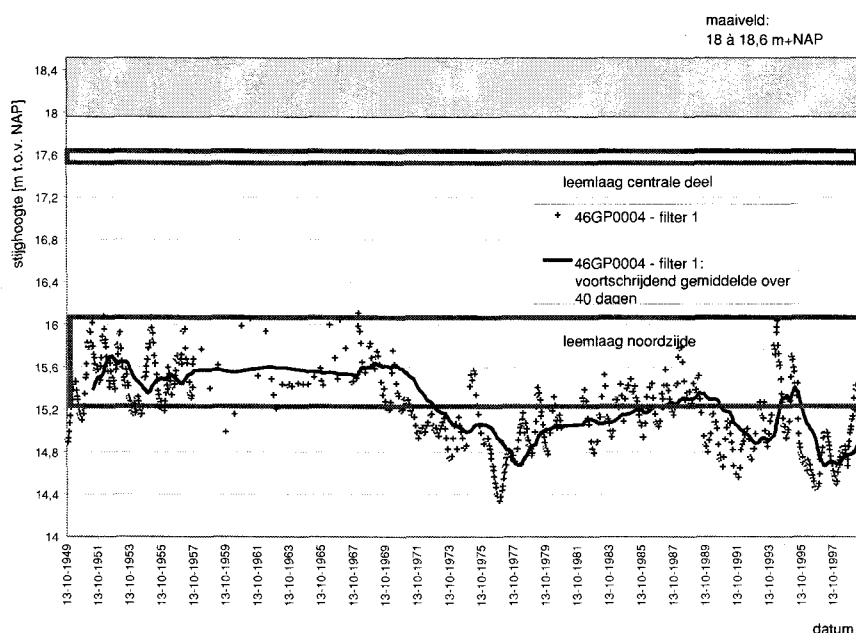
Onder het noordwestelijke deel van het Driessenven wordt een zandige leemlaag aangetroffen (zie figuur 4); in het noorden van het ven ligt de bovenkant van deze laag op ca. 2 meter beneden maaiveld, 300 meter zuidelijker, aan de westkant van het ven ligt de bovenkant op ca. 60 centimeter beneden maaiveld.

Op diverse locaties in het zuidoostelijke deel van het Driessenven komt op een diepte variërend tussen 75 en 150 centimeter onder maaiveld een zwarte laag in (matig) fijn zand voor. In één geval (boring B19) betrof het een compacte laag. Onduidelijk is of het hier een overstoven oud bodemprofiel betreft of een organische inspoelingslaag die onder een veen in het onderliggende zand is ontstaan of een verweerde zandige leemlaag waarin organisch materiaal is ingespoeld. Op één locatie (boring B17) is ook een verkit ijzerlaagje aangetroffen op 2,0 meter onder maaiveld.

##### *Grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen*

In het noordwestelijk deel van het gebied reikte de stijghoogte van het watervoerende pakket (metingen in peilbuis 46GP0004; zie figuur 11) reikte voor begin jaren '70 bijna voortdurend tot aan de leemlaag. Sinds begin jaren '70 is de stijghoogte ca. 70 cm gedaald. Na de daling bevindt de stijghoogte zich hier gedurende langere periodes onder de onderkant van de leemlaag. In het centrale en zuidoostelijke deel van het gebied bevond de stijghoogte zich zowel voor als na begin jaren '70 onder de aangetroffen slechtdoorlatende laag.

Figuur 11 Tijdstijghoogtelijn van het watervoerende pakket in peilbuis 46GP0004 met de diepteligging van de leemlaag bij het Driessenven.

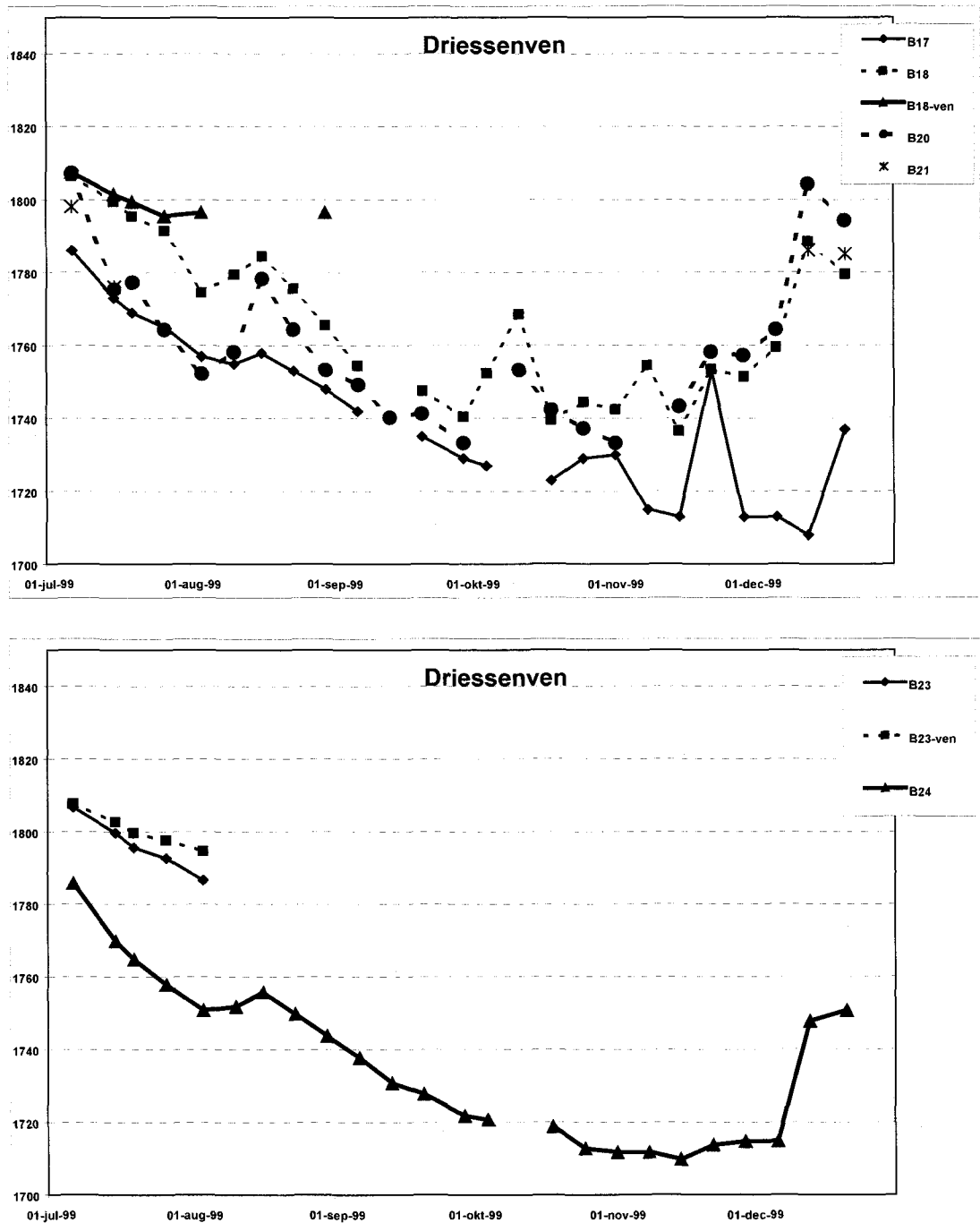


Uit de metingen van de het venpeil en de freatische grondwaterstand (bijlage 3 en figuur 12a) kunnen de volgende zaken afgeleid worden:

- De gemeten schijngrondwaterstanden zijn ca. 2,5 meter hoger dan de grondwaterstand in het watervoerende pakket.
- De oppervlaktewaterpeilen van het Driessenven en het noordwestelijke ven zijn gelijk. Dit is een sterke aanwijzing dat beide wateren deel uitmaken van hetzelfde schijngrondwatersysteem.
- Bij de peilbuizen B17 en B24 (resp. noordoost- en noordzijde) zijn de grondwaterstanden gedurende de zomermaanden lager dan het venpeil (25-45 centimeter). Op deze plekken treedt laterale stroming van schijngrondwater op vanaf de vennen naar de omgeving. Gedurende de meetperiode wordt het verschil groter.
- De peilbuizen B20 en B21 in de raai door het vochtige gebied ten zuiden van het Driessenven hebben begin juli een schijngrondwaterstand die vrijwel gelijk is aan het peil van het Driessenven, maar dalen vervolgens sneller dan het venpeil. In augustus is de schijngrondwaterstand hier respectievelijk 50 en 25 centimeter lager dan het venpeil. In dit gebied treedt daardoor in droge perioden laterale stroming op vanaf het Driessenven naar het zuiden. Het is de vraag of de snelle daling van de schijngrondwaterstand van beide peilbuizen wordt veroorzaakt door de drainerende werking van sloot die het vochtige gebied doorkruist. Deze sloot heeft namelijk geen afwaterende functie meer (door andere oorzaken van verdroging kan deze sloot haar drainerende functie verloren hebben!). Aan het eind van 1999 stijgt de freatische stand van beide peilbuizen snel.
- De freatische standen en daarmee ook de venpeilen sterk fluctueren (in B17 en B24 respectievelijk 73 tot 76 cm in de meetperiode). Het venpeil (B23-ven en B18-ven) dalen vermoedelijk in de periode van september en oktober vrij sterk (niet gemeten in die periode). De gemeten freatische grondwaterstanden dalen namelijk nog verder in die periode.

Uit de waterstandmetingen blijkt dat de vennen in een droge periode infiltrerend zijn en water verliezen aan de omgeving. Of dit ook het geval is in natte perioden of dat dan juist toestroming van schijngrondwater naar de twee vennen optreedt is onbekend. Daarvoor ontbreken metingen van de venpeilen aan het eind van meetperiode op het moment van de hoogste standen.

Figuur 12a Tijdstijghoogtelijnen van venpeil en freatische grondwaterstand in het Driessenven en het noordwestelijk ven.



### 3.3.2 Vegetatie en standplaatscondities

#### Huidige situatie

In de brede amfibische zone van het Driessenven komen dichte Pitrus-begroeiingen en begroeiingen van Fioringras voor. In het ondiepe water bloeit in de zomer massaal Veenwortel. Al deze soorten duiden op relatief voedselrijke, zeer zwak tot relatief sterk gebufferde omstandigheden. Pitrus en Fioringras duiden tevens op periodiek droogvallen van de bodem. Behalve deze en andere soorten van voedselrijke milieus komen op enkele plaatsen soorten voor van minder voedselrijke omstandigheden, zoals Pilvaren, Moerashertshooi en Waterpostelein (De Mars, 1998). Zij duiden op periodieke inundatie en zeer zwak tot matig gebufferde omstandigheden. Het voorkomen van Fioringras duidt op een relatief grote fluctuatie van het waterpeil.

De waterkwaliteit is als volgt (metingen 1997 Zuiveringschap Limburg). De orthofosfaat- en de  $\text{NH}_4^+$ -concentratie zijn hoog. Het water is verder troebel, zeer zwak tot zwak gebufferd en de  $\text{pH}_{\text{veld}}$  bedraagt 7,4 tot 9,3. De zuurstofverzadiging is hoog.

De chemische samenstelling van het freatisch grondwater is op 10 januari 2000 is als volgt (bijlage 3). Aan de zuidzijde van het Driessenven (B17, B18, B20) is het water zeer zwak tot matig gebufferd, zwak zuur tot neutraal en rijk aan  $\text{NO}_3^-$  of  $\text{NH}_4^+$ . Een deel van deze locaties hebben hoge gehalten van de kationen  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{K}^+$ . Op locatie B24 (in het ven aan de noordwestzijde van het Driessenven) is het freatisch grondwater relatief basenarm. Het is hier zeer zwak gebufferd, matig zuur,  $\text{NH}_4^+$ -rijk, relatief  $\text{Cl}^-$ -rijk en relatief  $\text{Na}^+$ -rijk.

Het noordwestelijke ven is sterk geëutrofeerd door de voormalige akker waar nu het Driessenven is ontstaan. In tegenstelling tot het huidige Driessenven heeft dit ven wel een oligotroof verleden.

#### Historische situatie

##### *1802-1805 (Tranchot-kaart)*

Op de plek van het Driessenven en aangrenzend noordwestelijke ven wordt open water aangegeven.

##### *1842-1843 (topografische kaart)*

Op de plek van het Driessenven wordt open water en/of moeras aangegeven (bijlage 10).

Later is het Driessenven ontgonnen en tot 1986 als landbouwgebied in gebruik geweest. In 1986 is het uit productie genomen en ingezaaid met gras. In 1987 is het ven ontstaan doordat de ontwatering ter plekke is gestopt.

### 3.3.3 Macrofauna, diatomeeën, fytoplankton en standplaatscondities

(gegevens Zuiveringschap Limburg uit 1997)

In het Driessenven zijn circa 50 macrofauna-soorten aangetroffen, waarvan er slechts weinig tot karakteristieke vensoorten behoren. Veel soorten duiden op storing. Enkele soorten duiden op een organisch belaste situatie.



Er werden in hetzelfde ven 35 soorten diatomeeën gevonden, waarvan een groot aantal behoort tot algemene soorten van neutrale tot basische, relatief voedselrijke omstandigheden. Tijdens het najaar treedt algenbloei op waardoor het water een extreem laag doorzicht krijgt en een zeer hoge chlorofyl-a productie. De aangetroffen groenalg-soorten duiden net als de diatomeeën op relatief voedselrijke omstandigheden.

### **3.3.4 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen**

Dit gebied is onderdeel van onderzoeksgebied 1 en valt onder het beheer van Gemeente Bergen. In dit deel van de Bergerheide vond als eerste een begrazingsbeheer plaats. De vennen, voormalige akkers, droge heiden en stuifzanden in dit gebied worden als één eenheid begraasd door vleesvee (30 runderen inclusief kalveren) van een boer uit de omgeving. Het vee graast hier vanaf begin mei tot ongeveer december, afhankelijk van het weer en het productieniveau. Behalve de begrazing bestaat het beheer uit het verwijderen van boomopslag (mondelinge mededeling A. Arts)  
Tot nu toe zijn langs het Driessenven weinig tot geen plagwerkzaamheden uitgevoerd.

### **3.3.5 Vastgestelde veranderingen**

Door ontginning ten behoeve van landbouw is het Driessenven verdroogd, sterk geëutrofiëerd en is de alkaliteit toegenomen. Sinds 1987 is het gebied sterk vernat als gevolg van het stoppen van de lokale ontwatering.

### **3.3.6 Synthese**

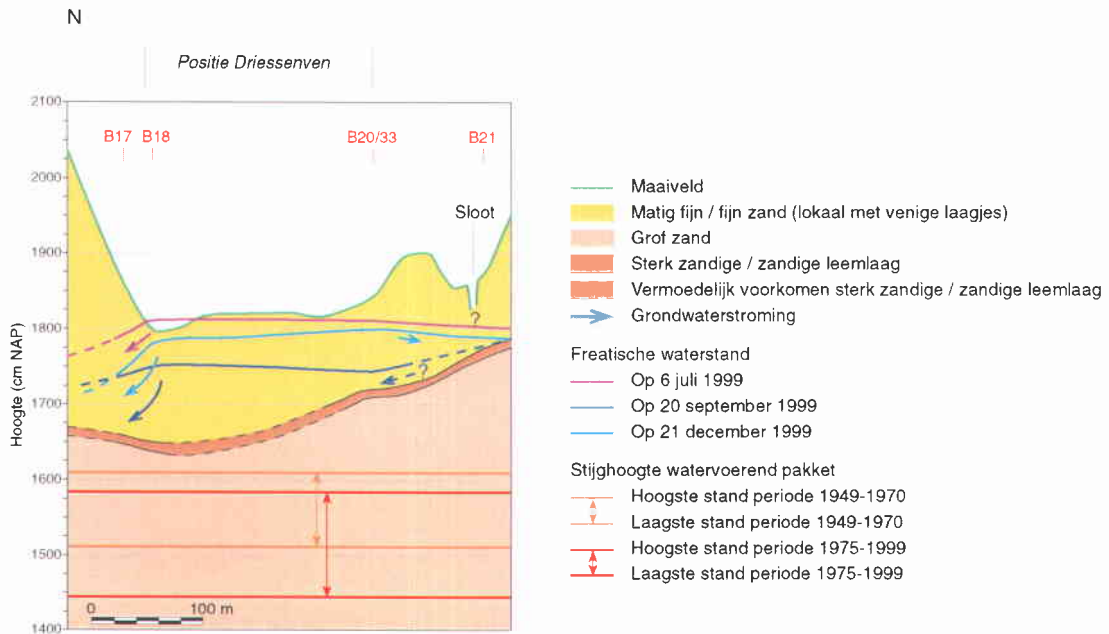
Het Driessenven, het noordwestelijk daarvan gelegen ven en het zuidelijk daarvan gelegen vochtig terrein maken deel uit van een aaneengesloten schijngrondwatersysteem. Waarschijnlijk vormt dit systeem één geheel met het schijngrondwatersysteem van het Rondven in het zuidoosten. Een ondiepe leemlaag zorgt gedeeltelijk of geheel voor stagnatie van water in de laagte. In hoeverre organische lagen en verkitte ijzerlaagjes een substantiële bijdrage leveren aan de stagnatie van het schijngrondwater is niet duidelijk (boringen geven geen eenduidig beeld). Deze onduidelijkheid heeft geen implicaties voor de geplande maatregelen. In droge perioden stroomt vanuit het Driessenven en het noordwestelijke ven lateraal water via de zandlaag boven de leemlaag weg naar de omgeving. Deze stroming treedt op richting gedraineerde laagtes (laagte met landbouwenclave aan de noordzijde, Gocherveen) en naar het vochtige terrein aan de zuidwestzijde van het Driessenven. De vervuiling van het freatisch grondwater aan de venranden met meststoffen (zie onder) duidt ook op dit proces. Of er periodiek in het ven freatisch grondwater vanuit de directe omgeving opkwelt is onduidelijk. Deze onzekerheid heeft geen consequenties voor de geplande maatregelen.

Door gebrek aan historische informatie over de natuurlijke situatie is niet te beoordelen of het Driessenven en het noordwestelijke ven als verdroogd kunnen worden beschouwd. Het vochtige terrein aan de zuidwestzijde van het Driessenven is wel verdroogd. Verder staat het Driessenven en het noordoostelijke gelegen ven bloot aan relatief grote peilfluctuaties. Het Driessenven en omgeving kunnen een lagere en sterker fluctuerende schijngrondwaterstand hebben gekregen als gevolg van twee ingrepen in de waterhuishouding. Allereerst is door de zandwinning in de Bergerheide begin jaren '70 een sterke grondwaterstandsverlaging in het

watervoerende pakket veroorzaakt. Ook de grondwaterwinning Bergen heeft bijgedragen aan een verlaging in het watervoerende pakket. Deze verlagingen zullen hebben doorgewerkt in de schijngrondwaterstand in de omliggende laagtes van het Driessenven waar de slechtdoorlatende leemlaag ontbreekt (Gocherveen en mogelijk de landbouwenclave aan de noordzijde). Deze laagtes draineren dan het schijngrondwatersysteem. Ten tweede zijn omliggende laagtes zelf (voorheen) gedraineerd door sloten (Gocherveen, landbouwenclave aan de noordzijde, vochtig terrein aan de zuidwestzijde). Deze lokale ontwatering zal ook sterk hebben bijgedragen aan verlaging van het schijngrondwatersysteem. In hoeverre daling van het grondwater in het watervoerende pakket geleid heeft tot een sterke toename van de infiltratie van schijngrondwater door de leemlaag is niet duidelijk. De vernattingseffecten van hydrologische maatregelen die leiden tot een verhoging van de stijghoogte van het watervoerend pakket zijn daarom niet exact te kwantificeren.

De huidige trofie en basenrijkdom in het Driessenven en het noordwestelijke ven zijn sterk beïnvloed door bemesting en bekalking van het Driessenven in het verleden. Naast dat hierdoor de voedselrijkdom onnatuurlijk hoog is, zijn ook de pH en alkaliteit verhoogd. Hierdoor komen bijzondere soorten (Pilvaren, Waterpostelein en Moerashertshooi) van zwak gebufferde vennen. Juist deze vensoorten zijn bestand tegen de relatief eutrofe omstandigheden zolang de vegetatie open genoeg is. De invloed van bemesting en bekalking is ook merkbaar in het freatische grondwater aan verhoogde basen- en nutriëntengehalten. Van nature zijn in het Driessenven en omgeving relatief voedselarme en relatief basenarme omstandigheden te verwachten met vochtige tot natte heide en eventueel hoogveenvorming indien een kleine peilfluctuatie zou kunnen optreden. Op de lange termijn is een afname van de alkaliteit te verwachten als gevolg van wegzijging van venwater, waardoor ook de genoemde vensoorten zullen afnemen of verdwijnen.

Figuur 12b Geohydrologische doorsnede van het zuidoostelijke deel van het Driessenven.



### 3.4 Rondven en aangrenzende voormalige akker

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Het Rondven grenst pal aan een voormalige akker, die sinds een aantal jaren eigendom is van de gemeente Bergen en sinds 1992-1993 braak ligt. Het Rondven en voormalige akker liggen in een brede laagte die aansluit op de laagte met het Driessenvan. De laagte waar het Rondven in ligt wordt op de geomorfologische kaart omschreven als 'dekzandruggen'. Aan de noordzijde wordt de laagte begrensd door een brede, deels verstoven paraboolduinarm. Aan de zuid- en oostzijde strekt de laagte zich vrij ver uit. Op de bodemkaart wordt als bodemtype gooreerdgrond aangegeven. Uit gedetailleerde veldkartering van de bodem, is gebleken dat een complex voorkomt van gooreerdgrond in de laagtes en veldpodzolgrond in de iets hogere delen (Aggenbach, 1999). Het maaiveld in de directe omgeving van het Rondven is gelegen op ca. 18,3 meter +NAP.

#### 3.4.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 13: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 14a: freatische standen  
Figuur 14b: geohydrologische doorsnede  
Bijlage 4: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

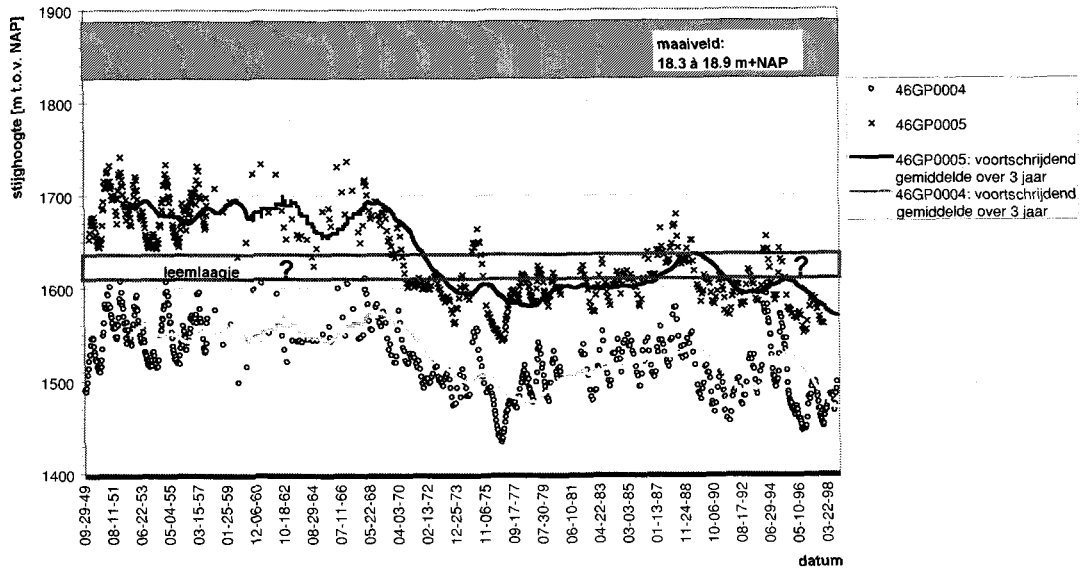
##### *Voorkomen van slechtdoorlatende lagen*

Het voorkomen van slechtdoorlatende lagen in de ondergrond bij het Rondven is onduidelijk: in boring B14 aan de rand van het landbouwperceel, ten zuidoosten van het Rondven wordt leem aangetroffen op een diepte van 16,35 meter +NAP (2 meter beneden maaiveld). De boringen direct ten oosten (boring B15 tot 16,60 meter +NAP) en ten noordoosten (boring B16 tot 16,85 meter +NAP) van het Rondven laten geen leem zien. Op basis van boring B14 is het niet ondenkbaar dat de leemlaag ter plaatse van de andere twee boringen aanwezig is, op grotere diepte dan de boordiepte. In de drie boringen zijn geen andere typen slechtdoorlatende lagen aangetroffen.

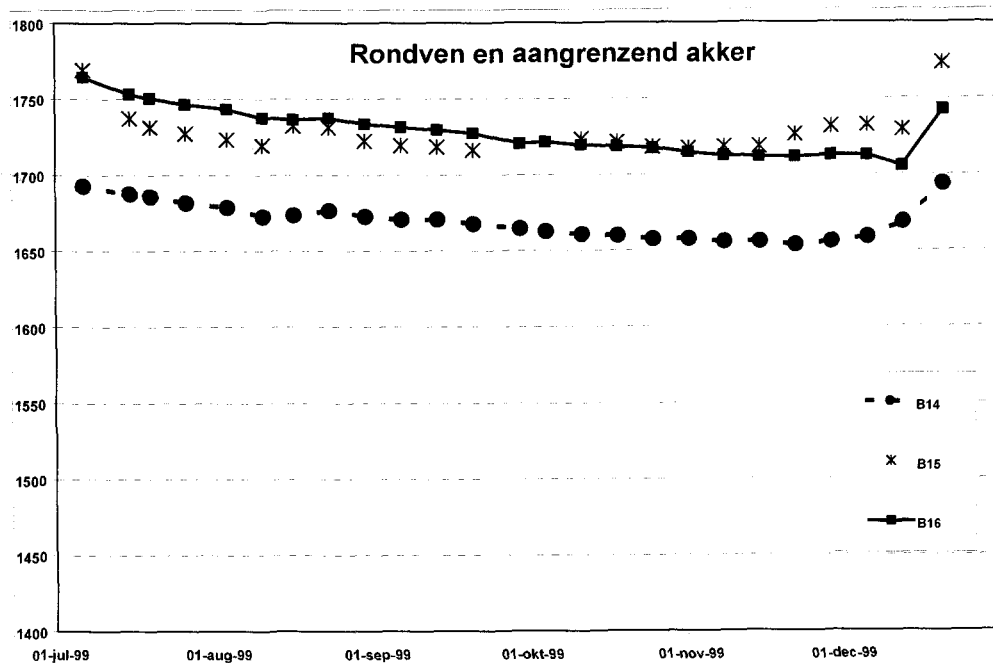
##### *Grondwaterstanden*

De stijghoogte van het watervoerend pakket ter plekke van het Rondven zullen bij benadering gelijk zijn aan het gemiddelde van de meetreeksen van de peilbuizen 46GP0004 en 46GP0005. De hoogste grondwaterstanden daarvan liggen (de laatste 25 jaar) niet hoger dan 16,1 meter +NAP (zie figuur 13). Ter plekke van peilbuis B14 reikte de stijghoogte voor begin jaren '70 periodiek boven de leemlaag. Begin jaren '70 trad een daling op van ca. 70 cm. Daarna bevindt de stijghoogte zich ter plekke van peilbuis B14 permanent onder de leemlaag. Of ter plekke van peilbuis B16 en het Rondven (in de buurt van peilbuis B15) de stijghoogte regelmatig tot aan of boven de leemlaag stijgt (of steeg), is vanwege het ontbreken van voldoende informatie over de diepteligging van de leemlaag, niet vast te stellen.

Figuur 13 Tijdstijhoogtelijn van het watervoerende pakket in peilbuizen 46GP0004 en 46GP0005 met de diepteligging van de leemlaag



Figuur 14a Tijdstijhoogtelijnen van de freatische grondwaterstand in het Rondven en aangrenzend akker (deelgebied 1 van onderzoeksgebied 1).



Uit de metingen van de schijngrondwaterstand, kan afgeleid worden dat ook ter plaatse van het Rondven boven het watervoerende pakket een schijngrondwatersysteem aanwezig is. De schijngrondwaterstanden van de peilbuis B15 en B16 zijn ca. 2,0 meter hoger dan de

grondwaterstand van het watervoerende pakket. Dit vormt een sterke aanwijzing dat in het gebied van het Rondven een aaneengesloten leemlaag voorkomt.

Dichter bij de ontwaterde landbouwenclave aan de oostzijde van het Rondven (peilbuis B14) is de schijngrondwaterstand ca. 0,5 meter lager dan die in peilbuis B15 en B16 (zie bijlage 4 en figuur 14a). De freatische stand van peilbuis B12 (deelgebied 1 van onderzoeksgebied 1) is ca. 1 meter lager dan de freatische stand van peilbuis B14 en B15. Lokale ontwatering in de laagte van het Rondven heeft dus sterke invloed op de schijngrondwaterstand. In de periode augustus-september 1999 is de freatische stand vlak bij het Rondven (B15) iets lager (ca. 10 cm) dan aan de voet van de noordelijk gelegen paraboolduin arm (B16). In deze periode treedt dus zwakke toestroming van freatisch grondwater richting de laagte van het Rondven op. In de periode oktober-december 1999 is de situatie omgekeerd. Dan is de freatische stand in de omgeving van het Rondven juist iets hoger dan die van B16. Vanuit de laagte stroomt dan freatisch grondwater richting de paraboolduinarm. De freatische waterstand fluctueert in de meetperiode matig: ca. 50 cm.

### 3.4.2 Vegetatie en standplaatscondities

#### *Situatie 1999 (voor het uitvoeren van de plag en ontgrondingsmaatregelen in het najaar van 1999)*

Een brede zone rond het ven wordt gedomineerd door een dichte vegetatie van Pitrus. Vlak langs het ven zijn bomen en struiken vrij hoog en dicht tot ontwikkeling gekomen. Het ven zelf is door inspoeling van meststoffen geëutrofiëerd en gealkaliniseerd. Daarmee samenhangend in combinatie met de baggerwerkzaamheden halverwege de jaren '90 komt er veel Waterpostelein, Moerasdroogbloem, Moerashertshooi en Tandzaad voor. Alhoewel de drie eerste soorten typisch zijn voor zwak gebufferde, doorgaans voedselarme vennen zijn ze vrij goed bestand tegen een relatief hoge trofie. Zonder de alkalinerende werking van het voormalige landbouwkundige gebruik zou de basenrijkdom voor Waterpostelein en Moerdroogbloem ze laag zijn geweest. Restanten van drijvende verlandingsvegetatie of kernen van vast veen met vegetaties van een oligotroof milieu zijn niet aanwezig.

#### *Historische situatie*

Op de kaarten uit 1802-05 en 1842-1843 wordt het Rondven niet weergegeven als open water of moeras. De steile oever en de ringvormige ophoging rond doen vermoeden dat het Rondven geheel door de mens is gegraven. Het Rondven grensde jarenlang aan een maïsakker en is vanwege inspoeling en inwaai van meststoffen geëutrofiëerd. Er is geen informatie voorhanden over de toestand voor de eutrofiëring.

### 3.4.3 Macrofauna en standplaatscondities

(gegevens Zuiveringschap Limburg uit 1997)

In het Rondven zijn ongeveer 65 macrofauna-soorten aangetroffen. Daarvan is een zeer groot aantal niet karakteristiek voor vennen. Een aantal soorten duidt op zure en aantal soorten op gebufferde omstandigheden. Het grote aantal muggenlarven duidt op relatief eutrofe omstandigheden.



#### **3.4.4 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen**

Zie voor beheer de beschrijving bij het Driessenven.

In halverwege de jaren '90 is uit het Rondven de sliblaag verwijderd. In 1995 is ontgroning aangevraagd bij de gemeente. In 1999 zijn plag- en ontgrondingswerkzaamheden uitgevoerd in het Rondven en de omliggende voormalige akker. De maatregelen zijn in detail beschreven (Aggenbach, 1999).

#### **3.4.5 Vastgestelde veranderingen**

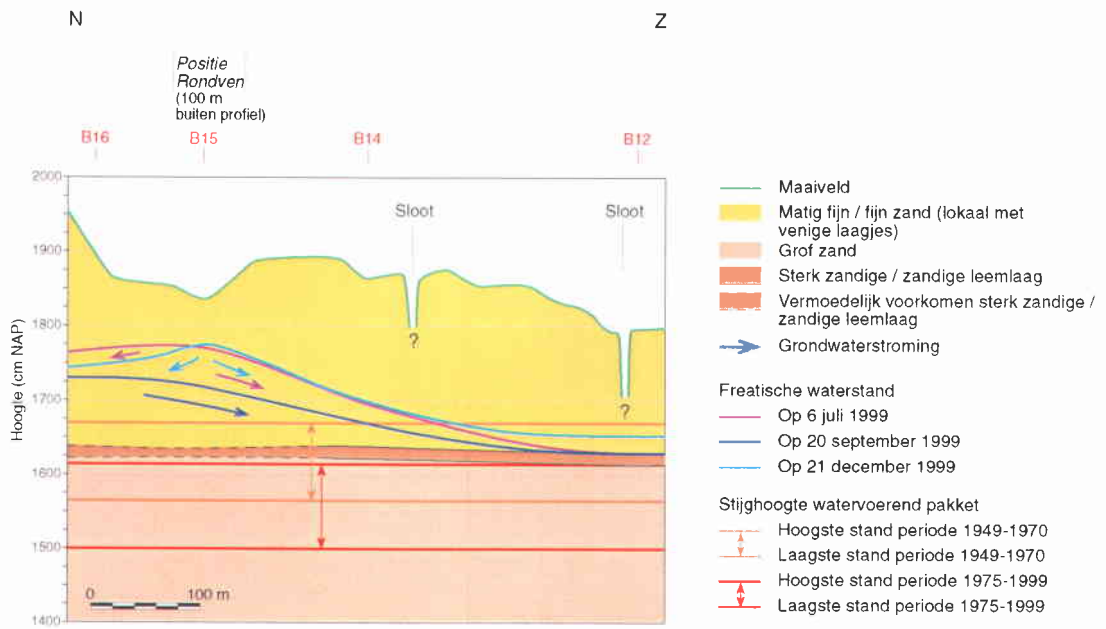
Door ontginning van de omgeving van het Rondven ten behoeve van landbouw is verdroging opgetreden (met name dicht bij sloten) en is het Rondven en omgeving sterk geëutrofeerd en gealkaliniseerd.

#### **3.4.6 Synthese**

Het Rondven en omgeving maken deel uit van een schijngrondwatersysteem dat vermoedelijk stagneert op een ondiepe leemlaag. Waarschijnlijk vormt dit schijngrondwatersysteem één geheel met het schijngrondwatersysteem van het Driessenven en omgeving. In de laagte van het Rondven treedt afwisselend laterale wegstroming en toestroming op van freatisch grondwater. In hoeverre het Rondven verdroogd is, is niet duidelijk. De omgeving van het Rondven is gedeeltelijk verdroogd als gevolg van lokale drainage met sloten. Daarnaast kan verdroging zijn opgetreden door de zandwinning op de Bergerheide die begin jaren '70 een sterke verlaging in het watervoerende pakket heeft veroorzaakt. Deze verlaging zal hebben doorgewerkt in de schijngrondwaterstand in de omliggende laagtes van het Rondven waar de slechtdoorlatende leemlaag ontbreekt (Gocherveen en mogelijk andere delen). Deze laagtes draineren dan het schijngrondwatersysteem. In hoeverre daling van het watervoerende pakket geleid heeft tot een sterke toename van de infiltratie van schijngrondwater door de leemlaag is niet duidelijk. Vastgesteld kan worden dat verwijdering van de lokale ontwatering zal leiden tot een duidelijke vernatting en dat de vernattingseffecten van hydrologische maatregelen die de stijghoogte in het watervoerende pakket verhogen, niet zijn in te schatten.

Door sterke eutrofiëring en toename van de alkaliteit is het oorspronkelijk relatief zure, voedselarme milieu in het Rondven en omgeving verdwenen. Door ophoping van nutriënten in de bodem zal het gebied zonder verdere maatregelen nog langdurig voedselrijk blijven.

Figuur 14b Geohydrologische doorsnede Rondven en aangrenzend akker.



### 3.5 Lelieven met aangrenzende natte heide en aangrenzende landbouwenclave

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Het Lelieven maakt deel uit van een vochtige tot natte heide in een grote laagte die op de geomorfologische kaart als 'dekzandruggen' wordt aangegeven. De bodem bestaat hier uit een veldpodzolgrond. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door een stuifduinencomplex met een droge haarpodzolgrond. Het gebied aan de noordzijde van het Lelieven waar de laagte zich voortzet, is momenteel een landbouwenclave en in gebruik als akkerland. Het Lelieven en de akker worden van elkaar gescheiden door een dijkje met aan de noordzijde een drainerende sloot. De hoogteligging van het Lelieven en aangrenzende heide bedraagt ca. 17,8 tot 18,5 meter +NAP.

#### 3.5.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 13: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 15: freatische standen  
Bijlage 5: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

##### *Voorkomen van slechtdoorlatende lagen*

Uit de boringen rond het Lelieven komt geen duidelijk beeld naar voren omtrent de verspreiding van een ondiepe leemlaag. Door Gloudemans (1990) wordt westelijk van het Lelieven een leemlaag van 15 tot 20 centimeter dik gevonden. In de noordelijk gelegen akker is vlakbij (boring B12) wel weer een leemlaag aangetroffen. Vlakbij het Lelieven (boring B13) is een organische laag aangetroffen waarboven water stagneert.

##### *Grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen*

Uit de grondwaterstanden van het watervoerende pakket in de peilbuizen 46GP0004 en 46GP0005 (zie figuur 13) kunnen de grondwaterstanden van het watervoerende pakket ter plaatse van het Lelieven geschat worden. De grondwaterstanden schommelen tegenwoordig rond de 15,8 meter +NAP. Voor 1970 waren ze beduidend hoger (16,5 meter +NAP): waarschijnlijk reikte het grondwater toen regelmatig tot aan de leemlaag. De grondwaterstand is dus met ca. 70 centimeter gedaald.

In 1999 is het venpeil en de freatische grondwaterstand gemeten (bijlage 5 en figuur 15). Uit de metingen van de schijngrondwaterstand kan afgeleid worden dat de grondwaterstand van het watervoerende pakket ruim 2 meter lager is dan de schijngrondwaterstand. Vermoedelijk stagneert het schijngrondwater op een leemlaag. In het landbouwperceel ten noorden van het Lelieven (peilbuis B12) is de schijngrondwaterstand 1,2 tot 1,5 meter lager dan die van het Lelieven (peilbuis B13). De schijngrondwaterstand van het Lelieven daalt zeer snel gedurende de zomermaanden van 1999: 62 centimeter in ruim een maand. Dit in tegenstelling tot de peilbuis in het landbouwperceel, waar de daling slechts 10 centimeter bedraagt. De fluctuatie van het freatisch grondwater bij het Lelieven is ook groot: 87 cm. Het venpeil (B13\_ven) en de stand van het schijngrondwater (B13) onder het ven verschillen weinig. Hieruit kan worden afgeleid dat de venbodem goed doorlatend is.

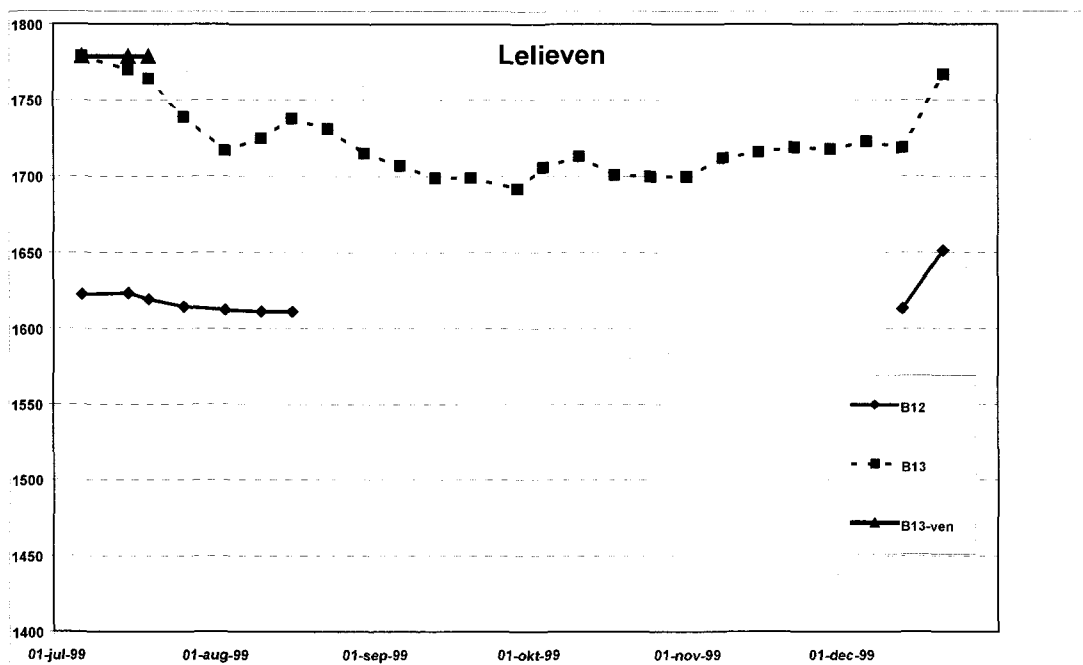
### 3.5.2 Vegetatie en standplaatscondities

#### *Huidige situatie*

Het ven zelf kent geen bijzondere vegetatie. De meest voorkomende plantensoorten zijn Knolrus, Perzikkruid en Kruiwend struisgras wat duidt op ongebufferde tot zwak gebufferde, mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden. De Witte waterlelie die tot voor kort vrij veel groeide in het ven, is in de periode van ca. 1995-1999 verwijderd. Momenteel komen er slechts enkele individuen van deze soort voor. Bij aanhoudende droogte valt het ven droog. Aan de westzijde van het gebied is een secundaire sloot aanwezig die in natte perioden geen water afvoert (mededeling A. Arts).

Gegevens van de waterkwaliteit (metingen 1997 door Zuiveringschap Limburg) laten zien dat het water vrij helder is en een hoge zuurstofverzadiging heeft en een laag  $\text{NH}_4^+$ -,  $\text{NO}_3^-$ - en orthofosfaat-gehalte. De pH is laag (4,1-4,5) en het water is ongebufferd. Op 10 januari 2000 was het freatisch grondwater onder het ven (B13) zeer zwak gebufferd, matig zuur en relatief  $\text{SO}_4^{2-}$ -rijk.

*Figuur 15 Tijdstijghoogtelijnen van het venpeil en de freatische grondwaterstand in het Lelieven en aangrenzend akker.*



De vochtige heide rond het ven is mooi ontwikkeld als gevolg van een kleinschalig plagbeheer en begrazing met schapen. Zonder plagen domineert Pijpestrootje vrijwel de gehele natte heide. Op de afgeplagde locaties komen gemeenschappen voor van de associatie van Gewone dophei, de associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies en de associatie van Draadzegge en Veenpluis. Soorten die zijn aangetroffen, zijn Dophei, Witte snavelbies, Bruine snavelbies, Kleine zonnedaauw, Veenpluis, Waternavel, Draadzegge en Klokjesgentiaan. Ze duiden op zeer natte tot vochtige, ongebufferde tot zeer zwak gebufferde, relatief voedselarme omstandigheden. Vooral op de vrij recent afgeplagde locaties zijn deze vegetatietypen soortenrijk. Pijpestrootje zal binnen korte tijd opnieuw gaan

domineren gezien de massale opkomst van deze soort na plaggen (De Mars, 1998). De soort komt optimaal voor onder natte tot vochtige, voedselrijke omstandigheden met een matige tot sterke fluctuatie van de waterstand zonder inundatie of met korte inundatie. De relatief voedselrijke omstandigheden hangen samen met een hoge atmosferische depositie en/of sterke mineralisatie als gevolg van een sterk wisselende waterstand of verdroging. In 1968 (Cleef & Kers) kwamen behalve bovengenoemde soorten ook nog Gevlekte orchis en Beenbreek voor in de natte heide rondom de vennen. Deze soorten komen optimaal voor onder zeer zwak tot zwak gebufferde omstandigheden.

### **Historische situatie**

#### *19e eeuw*

Op topografische kaarten uit 1802-1805 en 1842-1843 worden geen moeras of open water weergegeven.

#### *1953 en 1954 (Excursierapport SBB-archief, J.Th. de Smidt)*

De Smidt beschrijft voor een gebied dat vermoedelijk het Lelieven en de Heidevennetjes met omliggende natte heide omvat, het volgende:

*“Ten noorden van het stuifzand op de Bergerheide ligt een uitgestoven laagte waarin veen is ontstaan. In de laagste delen liggen ondiepe vennetjes met Snavelzegge, Witte waterlelie en Veenmos. De iets hogere terreinen daarom heen staan alleen 's winters onder water. Daar worden fraaie Dopheidevegetaties aangetroffen met Dopheide, Pijpestrootje, Eenarig wollegras, Veenpluis, Rondbladige zonnedaauw, Snavelbies spec.. De moslaag bestaat uit lever- en veenmossen. Dit Ericetum [Dopheide-associatie] is het enige in de provincie Limburg dat groter is dan enkele vierkante meters.”*

Daarnaast beschrijft De Smidt veranderingen die voor 1953/54 hebben plaatsgevonden, maar die niet duidelijk zijn te lokaliseren. Ze hebben betrekking op een of meerdere landbouwenclaves in de Bergerheide en Gemeenteheide. De beschrijving is als volgt: In de van noordwest naar zuidoost lopende laagtes van het gebied kwamen ook Dopheidevegetatie voor. Dit vegetatietype is vervangen door een vochtige vorm van Struikheidevegetatie als gevolg van ontwatering. Deze standplaatsen waren in 1953/1954 veelal ontgonnen.

#### *1968 (Doctoraalverslag Cleef & Kers)*

De beschrijving door Cleef & Kers heeft vermoedelijk betrekking op het Lelieven en omliggende natte heide. Een ven in de laagte van natte heide ten noorden van de Witteberg wordt beschreven als een open ven met Snavelzegge, Witte waterlelie, Knolrus en submerse Veenmossen. Dit duidt op relatief zure, oligomesotrofe tot mesotrofe omstandigheden in permanent water. In de natte heide eromheen groeien Ronde zonnedaauw, Klokjesgentiaan, Moeraswolfsklauw, Gevlekte orchis, Beenbreek, Kruiwilg en Geoorde wilg. Aan de venoevers komen Witte en Bruine snavelbies voor. Deze soorten duiden op natte tot vochtige, oligomesotrofe tot mesotrofe omstandigheden. Een deel van de soorten komt voor of heeft haar optimum onder zeer zwak tot zwak gebufferde omstandigheden. Beenbreek is een soort die vaak groeit op plekken met toestroming van lokaal grondwater.

### **3.5.3 Macrofauna, diatomeeën en standplaatscondities**

(gegevens Zuiveringschap Limburg uit 1997)

In het Lelieven zijn 55 soorten macrofauna aangetroffen. De helft daarvan is karakteristiek voor vennen. Een aantal soorten zijn kenmerkend voor zuur water en aantal voor oligotrofe



milieus. Het grote aantal soorten en individuen duiden echter op relatief voedselrijke omstandigheden. *Agabus labiatus* en *Callicorixa praeusta* duiden op droogvallen.

Er zijn vijf diatomeeënsoorten aangetroffen die duiden op zure omstandigheden. Het dominant voorkomen van *Eunotia exigua* geeft aan dat het ven door atmosferische depositie is verzuurd.

### **3.5.4 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen**

Plaatselijk is de vergraste heide in de jaren '90 geplagd.

### **3.5.5 Vastgestelde veranderingen**

De historische informatie doet vermoeden dat de bedekking van Pijpestrootje in de vennen en omringende natte heide tot in 1968 minder was dan in de huidige situatie. Pijpestrootje neemt zowel sterk toe bij eutrofiëring door atmosferische depositie als bij verdroging die gepaard gaat met eutrofiëring door toename van de mineralisatie. In de omgeving van het Lelieven zijn Gevlekte orchis en Beenbreek verdwenen. Zowel verdroging, verzuring als eutrofiëring door atmosferische depositie kunnen hiervan de oorzaak zijn.

Het ven zelf is vermoedelijk zwak geëutrofiëerd. Deze eutrofiëring is vooral veroorzaakt door jarenlang voer ten behoeve van de eendenjacht in en langs het ven te strooien.

### **3.5.6 Synthese**

Het Lelieven, de aangrenzende vochtige tot natte heide en de noordelijk gelegen akker maken deel uit van een schijngrondwatersysteem dat vermoedelijk stagneert op een ondiepe leemlaag. Dit maakt de aanwezigheid van een amfibische venvegetatie en vochtige tot natte heidevegetatie mogelijk.

Er zijn duidelijke hydrologische indicaties dat het Lelieven en de aangrenzende heide als gevolg van drainage in het noordelijk gelegen landbouwenclave verdroogd zijn (verlaging en toename van de fluctuatie). In het Lelieven zakken de schijngrondwaterstanden gedurende de zomer zeer snel weg, waardoor het bij een aanhoudende periode met weinig neerslag droogvalt en de freatische grondwaterstand sterk fluctueert. De verdroging kan in verband worden gebracht met de vlakbij gelegen sloot (10-20 meter afstand van het Lelieven, tussen het ven en de landbouwenclave). Deze sloot is aangelegd om de landbouwenclave te draineren. In het Lelieven en de aangrenzende heide komen in de winter en het voorjaar hoge standen voor doordat het dijkje oppervlakkige afvoer belemmert (pas bij extreem hoge standen treedt oppervlakkige afvoer op over het dijkje naar de landbouwenclave). In de zomer zorgt de sloot echter voor zeer snel, diep wegzakkende waterstanden. Hierdoor treedt mineralisatie op, wat leidt tot toename van Pijpestrootje in de heide en een snelle toename van deze soort op plagplekken. Atmosferische depositie versterkt deze vergrassing. Verlaging van de grondwaterstand in het watervoerende pakket als gevolg van de zandwinning op de Bergerheide, ruilverkavelingen en de grondwaterwinning Bergen kan hebben bijgedragen aan verdroging van het Lelieven. De mate waarin is onduidelijk aangezien gegevens over de weerstand van de leemlaag niet voorhanden zijn. Vastgesteld kan worden dat verwijdering van de lokale ontwatering een sterk vernattingseffect zal

hebben op het Lelieven en dat de vernattingseffecten van hydrologische maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket verhogen niet goed in zijn te schatten.

Door de verdroging kan de sloot aan de westzijde van het gebied haar drainerende functie hebben verloren.

Onduidelijk is of lokale zeer zwakke buffering die wordt afgeleid uit de vegetatie, wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van bufferend substraat op door toestroming van lokaal grondwater. Het venwater zelf is ongebufferd en zuur terwijl het freatisch grondwater onder het ven zeer zwak gebufferd is. Mogelijkerwijs hangt het hogere  $\text{HCO}_3^-$ -gehalte in het freatisch grondwater samen met redoxreacties die optreden tijdens de infiltratie van venwater. Toestroming van lokaal grondwater kan niet worden vastgesteld op basis van de beschikbare waterstandsgegevens. Welk proces van belang is voor het voorkomen van zeer zwak gebufferd grondwater onder het ven is niet relevant voor de keuze van herstelmaatregelen.

### 3.6 Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B) met aangrenzende natte heide

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Op de Bergerheide, ten westen van de Springberg komt een vochtig tot nat heidegebied met twee kleine vennen voor. De vennen zijn door Gloudemans (1990) en Taken Landschapsplanning (1996) onderzocht. De twee vennen werden in deze onderzoeken aangeduid met de naam 'Vennen A en B'. Ven A ligt oostelijk van Ven B. De vennen en de heide liggen in een laagte die op de geomorfologische kaart wordt aangeduid met 'dekzandruggen'. De bodem bestaat hier uit een veldpodzolgrond. De laagte sluit aan op de laagte van het Lelieven en bevindt zich op 18,0 à 18,5 meter +NAP. Aan de westkant wordt het gebied begrensd door een stuifduinencomplex met een droge duinvaaggrond en aan de oostzijde bevindt zich een hoog deel met haarpodzolen (Springberg). Tussen de vennen met natte heide en de Springberg bevindt zich een dennenbosperceel met aan de westzijde daarvan een vrij diepe sloot die voor een deel recent is gedempt. Deze sloot voert de laatste jaren in natte perioden geen water af. De rest van de omgeving heeft een korte heideachtige begroeiing.

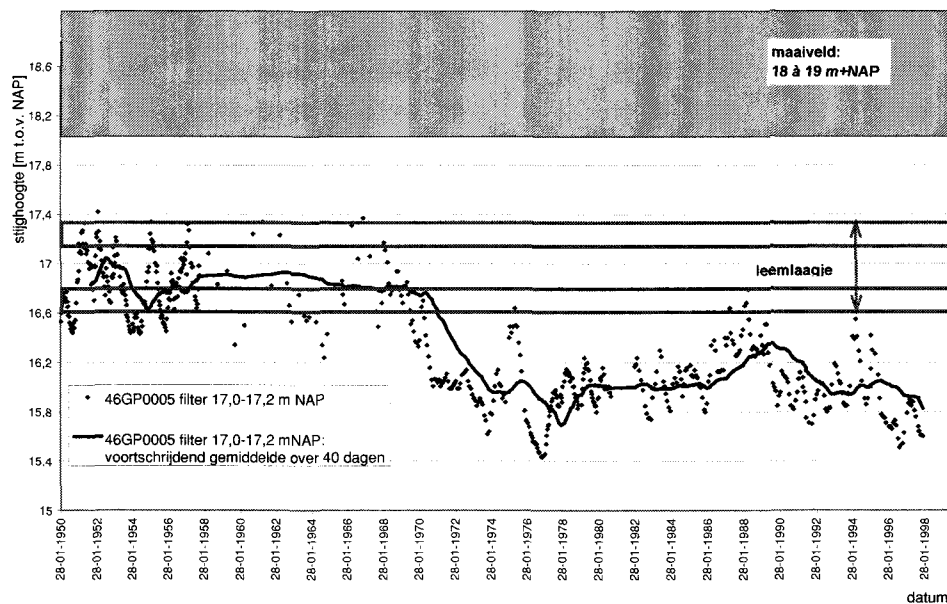
#### 3.6.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 16: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 17: freatische standen  
Bijlage 6: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

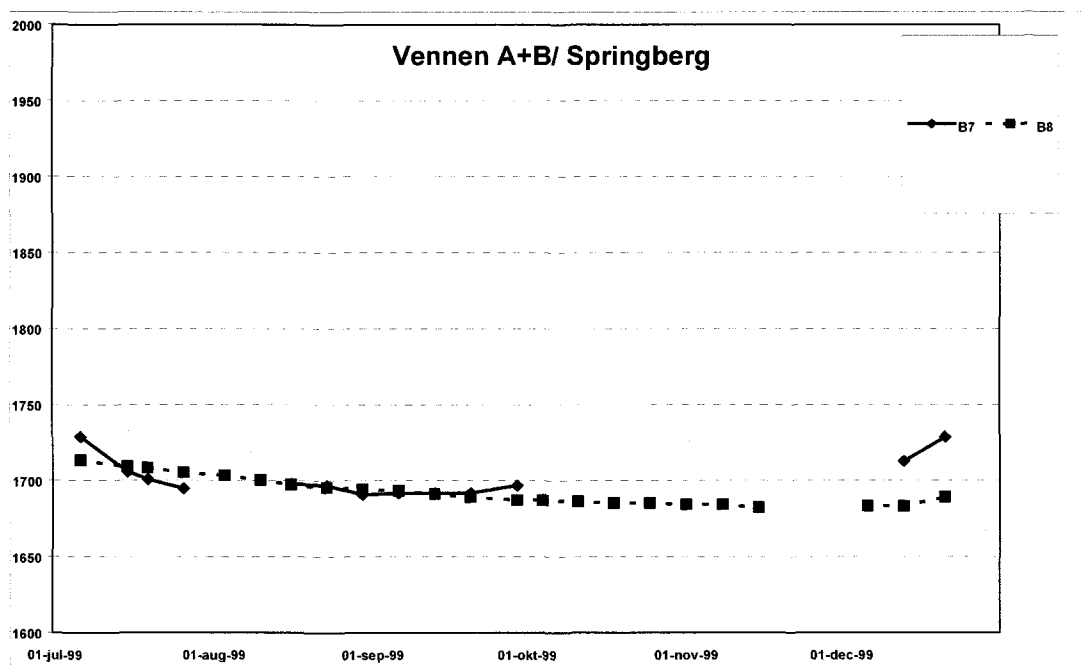
##### *Voorkomen van slechtdoorlatende lagen*

Volgens Gloudemans (1990) komt in dit hele gebied op ongeveer een meter onder maaveld een slechtdoorlatende leemlaag voor met een dikte van meestal 10 centimeter en ligt bij de vennen A en B op 17 à 18 meter +NAP. Daarnaast komen boven de leemlaag lokaal verkitte ijzerlaagjes voor (boring Kiwa B7 in Ven A) of humeuze lagen (enkele locaties, zie bijlage 6).

Figuur 16 Tijdstijghoogtelijn van het watervoerende pakket in peilbuis 46GP0005 met diepteligging van de leemlaag bij de Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B).



Figuur 17 Tijdstijghoogtelijnen van het venpeil en de freatische grondwaterstand in Ven A.



### ***Grondwaterstanden***

De grondwaterstanden in het watervoerende pakket ter plaatse van de Heidevennetjes zijn vergelijkbaar met die welke gemeten zijn in peilbuis 46GP0005 (zie figuur 16). Voor het begin van de '70 jaren schommelde de grondwaterstand rond een niveau van ca. 16,8 meter +NAP. Het schijngrondwater boven de leemlaag stond destijds een groot deel van het jaar hydrologisch in contact met het grondwater van het watervoerende pakket. Vanaf begin jaren '70 is de grondwaterstand in het watervoerende pakket met ca. 80 centimeter gedaald. Hierdoor reikt de grondwaterstand momenteel slechts incidenteel aan de leemlaag, en dan met name op plaatsen waar de leemlaag dieper ligt.

In 1999 zijn het venpeil in Ven A en de freatische waterstand gemeten (bijlage 6 en figuur 17). De schijngrondwaterstand vlakbij Ven A (peilbuis 7) is ca. 130 centimeter hoger dan de grondwaterstand van het watervoerend pakket. In juli 1999 vertoonde de schijngrondwaterstand een snelle daling en het systeem valt dan droog. In december 1999 wordt hier een waterstandsstijging waargenomen. Er kan worden vastgesteld dat er bij en in de omgeving van de Heidevennetjes sprake is van schijngrondwater dat stagneert boven een ondiepe leemlaag.

## **3.6.2 Vegetatie en standplaatscondities**

### ***Huidige situatie***

De afgelopen tientallen jaren zijn de vennen regelmatig drooggevallen. De peilfluctuatie (in de periode van het voorjaar 1990 tot de zomer 1992 is ongeveer 70 centimeter in Ven A en 45 centimeter in Ven B.

De zuurgraad van het oppervlaktewater (Ven A pH 3,8-3,9; Ven B pH 3,0-4,0) en het grondwater (Ven A pH 2,9-4,1; Ven B pH 3,6-4,6) is hoog. De alkaliteit is nul. Stikstof is vooral aanwezig in de vorm van  $\text{NH}_4^+$  (Taken Landschapsplanning, 1996) hetgeen duidt op eutrofiëring door atmosferische depositie. In de vennen zijn Knolrus en Pijpestrootje dominant en op sommige plekken ook Pitrus. Dit duidt op mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden en hangt samen met zure en relatief hoge  $\text{NH}_4^+$ -concentraties. De dominantie van Pijpestrootje duidt ook op sterke peilfluctuaties. Zowel in de oeverzones van Ven A als ook op andere plaatsen in de natte heide komen Klokjesgentiaan en Veenbies voor. Klokjesgentiaan duidt op zeer zwak tot zwak gebufferde omstandigheden. Andere soorten die kenmerkend zijn voor natte dopheidegemeenschappen (Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies, associatie van Gewone Dophei) en die voorkomen langs de oevers van Ven A zijn Kleine zonnedauw, Witte snavelbies, Bruine snavelbies, Blauwe zegge en Trekrus. Deze soorten duiden op natte tot vochtige, ongebufferde tot zwak gebufferde omstandigheden. Buiten de natste delen zijn Dophei en Struikhei afwisselend dominant. De dominantie van Struikheide duidt op matig droge tot droge omstandigheden. Op sommige plaatsen overheerst Pijpestrootje.

### ***Historische situatie***

#### *19e eeuw*

Op topografische kaarten uit 1802-1805 en 1842-1843 worden geen moeras of open water weergegeven.

#### *1953 en 1954 (Excursierapport SBB-archief, J.Th. de Smidt)*

Zie paragraaf 3.5.2 bij beschrijving 'Historische situatie'.

### **3.6.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen**

Bij Ven A is de afgelopen jaren geen beheer uitgevoerd. Ven B is eind 1999 opgeschoond.

### **3.6.4 Vastgestelde veranderingen**

De vennen zijn geëutrofeerd door atmosferische depositie en mogelijk door het bijvoederen ten behoeve van de eendenjacht. Mogelijkerwijs zijn de fluctuaties van de venpeilen en schijngrondwaterstanden toegenomen waardoor Pijpestrootje (lokaal) is gaan domineren. De historie van de heidevegetatie duidt echter niet op extreem grote hydrologische veranderingen sinds de jaren '50. De ontwikkeling van de venvegetatie is onvoldoende bekend om hydrologische veranderingen te interpreteren.

### **3.6.5 Synthese**

De Heidevennetjes en aangrenzende heide maken deel uit van een schijngrondwatersysteem dat stagneert boven op een ondiepe leemlaag. Lokaal kunnen humushoudende laagjes en verkitte ijzerlaagjes boven de leemlaag bijdragen aan stagnatie van water. Natte tot vochtige heidevegetaties van relatief voedselarme en relatief zure omstandigheden zijn hieraan gebonden. Door een sterke verlaging van de stijghoogte in het watervoerende pakket, zijn de vennen verdroogd. Deze verdroging is vooral toe te schrijven aan ontwaterende werking van de zandgroeven 't Leuken en Reijnderslooi. Daarnaast heeft ook de grondwaterwinning Bergen bijgedragen aan de verlaging. Mogelijkerwijs zijn de fluctuaties van de schijngrondwaterstanden toegenomen. Onduidelijk is of lokale (zeer) zwakke buffering die wordt afgeleid uit de vegetatie, wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van bufferend substraat of door toestroming van lokaal grondwater. Toestroming van lokaal schijngrondwater kan niet worden vastgesteld op basis van de beschikbare waterstandsgegevens. De onbekendheid met welk proces voor buffering zorgt, heeft geen consequenties voor de keuze van maatregelen.



Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

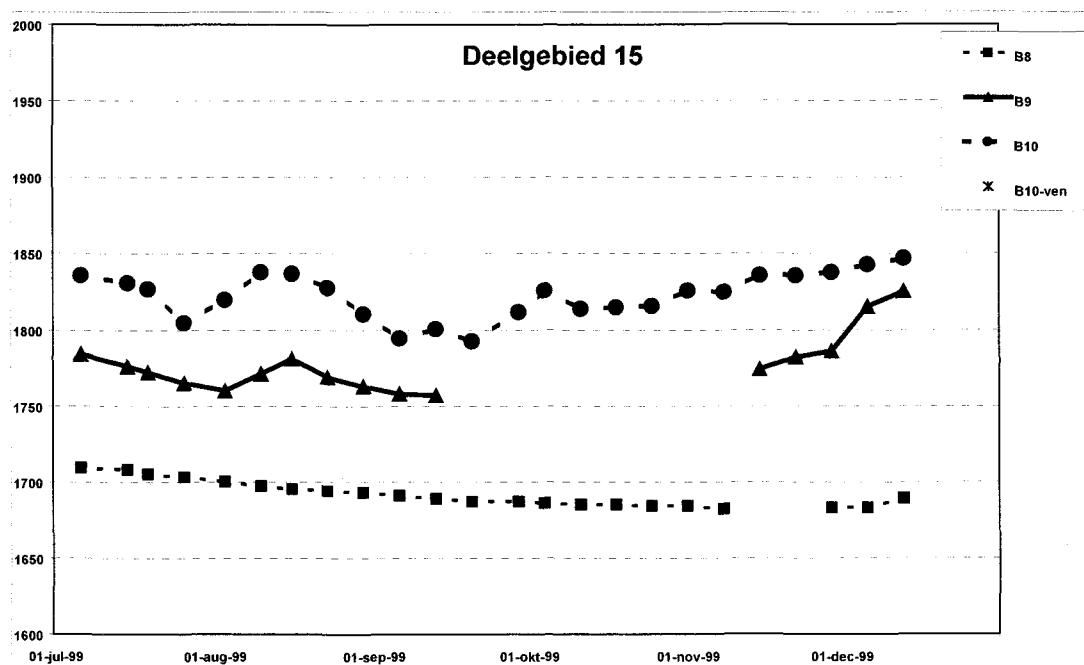
Op basis van de boorbeschrijvingen in het gebied rond de Springberg kan geconstateerd worden dat hier ofwel een leemlaag ontbreekt of dat deze zeer diep gelegen is (dieper dan boordiepte Gloudemans). Tijdens het veldwerk op 1 april 1999 werd bij het plaatsen van peilbuis B8 grondwater aangeboord vanaf een diepte van ca. 17,35 meter +NAP. Gedurende meetperiode bevindt de freatische grondwaterstand (op 16,82 tot 17,13 m +NAP) zich gedurende een groot deel van de meetperiode ca. 2,0 m onder maaiveld en fluctueert deze meer dan 50 cm (door droogvallen van de peilbuis in november is kan de mate van fluctuatie niet exact worden vastgesteld; zie bijlage 7 en figuur 17 bij paragraaf 3.6). De grondwaterstand van het watervoerende pakket is vergelijkbaar met de metingen in peilbuis 46GP0005 (zie figuur 16). Aan het eind van de zomer ligt de grondwaterstand hier in de buurt van 15,8 meter +NAP, ruim een meter lager dan de schijngrondwaterstanden die in juli-augustus 1999 zijn gemeten. Op grond hiervan kan geconcludeerd worden dat er bij de Springberg sprake is van een schijngrondwatersysteem dat stagneert boven een leemlaag.

### 3.8 Natte heide ten oosten van Springberg (deelgebied 15 in onderzoeksgebied 1)

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Het gebied maakt deel uit van een grote laagte waarin ook het Lelieven en de Heidevennetjes liggen en die op de geomorfologische kaart als 'dekzandruggen' wordt weergegeven. De bodem bestaat uit een veldpodzolgrond. Aan de westzijde wordt het gebied begrensd door een hooggelegen deel, de Springberg (droge haarpodzolgrond). De heide wordt omgeven door dennenaanplant. In een deel van de dennenaanplant liggen rabatten.

Figuur 18 Tijdstijghoogtelijnen van het venpeil en de freatische grondwaterstand in deelgebied 15 van onderzoeksgebied 1.



#### 3.8.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 16: stijghoogte watervoerend pakket  
Figuur 18: freatische standen  
Bijlage 8: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

De grondwaterstand van het watervoerend pakket ter plaatse van dit natte heidegebied zal ongeveer gelijk zijn aan die van peilbuis 46GP0005 (zie figuur 16 bij paragraaf 3.6). De grondwaterstand van deze peilbuis (ca. 16 meter +NAP) ligt ver beneden maaiveld van het

heidegebied (ca. 18,5-18,7 meter +NAP). RGD-boorbeschrijvingen maken aannemelijk dat in dit gebied een ondiepe leemlaag aanwezig is. De hoge schijngrondwaterstand in de heide (respectievelijk 17,6 tot 18,0 en 17,9 tot 18,4 meter +NAP in peilbuis B9 en B10) wordt daarom veroorzaakt door de aanwezigheid van een leemlaag (zie bijlage 8 en figuur 18). Op locatie B9 is tevens nog een harde humushoudende laag aangetroffen boven de leemlaag die kan bijdragen aan de stagnatie.

De bovenkant van de leemlaag ligt vermoedelijk dieper dan 16,9 meter +NAP. De grondwaterstand reikte tot 1970 in natte perioden tot aan dit niveau. Na 1970 is de grondwaterstand met 70 tot 80 centimeter gedaald, waardoor het grondwater van het watervoerende pakket niet meer tot de leemlaag reikt.

### **3.8.2 Vegetatie en standplaatscondities**

#### ***Huidige situatie***

De heide in dit gebied bestond tot voor kort uit uitsparingen in bos met Dophei-begroeiingen. In deze heidebegroeiingen hebben Witte en Bruine snavelbies een hoge bedekking.

Klokjesgentiaan komt hier niet voor. De standplaats van deze heide is nat tot vochtig, ongebufferd tot zeer zwak gebufferd en oligomesotroof. In de lage delen treedt inundatie op (voorjaar bij peilbuis B9). Door de langdurige inundatie in de winter van 1998/1999 is de Dopheide afgestorven. In de zomer van 1999 zijn er na het droogvallen geen kiemplanten van Dopheide verschenen (mondelijke mededeling A. Arts). Op een open plek (bij peilbuis B10) tussen dennen was de standplaats in het voorjaar geïnundeerd.

#### ***Historische situatie***

##### *19e eeuw*

Op topografische kaarten uit 1802-1805 en 1842-1843 worden geen moeras of open water weergegeven.

Verder zijn geen gegevens beschikbaar.

### **3.8.3 Beheerhistorie/ uitgevoerde maatregelen**

Zie onder beschrijving beheershistorie Eendenmeer en Lelieven.

### **3.8.4 Vastgestelde veranderingen**

Er kunnen geen veranderingen worden vastgesteld op basis van oude vegetatiebeschrijvingen en/of vroegere vindplaatsen van soorten, omdat deze beschrijvingen ontbreken.

### **3.8.5 Synthese**

Het gebied maakt deel uit van een schijngrondwatersysteem boven een ondiepe leemlaag, waarmee het voorkomen van een natte tot vochtige heidebegroeiing samenhangt.

### 3.9 Natuurontwikkelingsgebieden Berkenkamp (deelgebied 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 2)

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 12: detailkaart peilbuislocaties en boringen

In het gebied de Berkenkamp liggen een aantal landbouwenclaves. Deze zijn ten westen van de Duivelskuil gesitueerd. Drie percelen (zie figuur 1, deelgebied 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 2) zijn aangewezen als natuurontwikkelingsgebied. De drie percelen liggen in een kleine laagte (ca. 16,7 meter +NAP) die op de geomorfologische kaart wordt aangegeven als 'dekzandruggen'. Deze laagte sluit in het westen aan op het Maasdal. Aan de noord-, oost- en zuidzijde wordt de laagte begrensd door stuifduinencomplexen. In de laagte komt als bodemtype vorstvaaggronden met grondwatertrap VII voor. Momenteel (1999) zijn de drie percelen als akker in gebruik. Op topografische kaarten uit 1802-1805 en 1842-1843 worden geen moeras of open water weergegeven.

#### 3.9.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Bijlage 12: kaart peilbuislocaties en boringen

De grondwaterstand in het watervoerende pakket zit momenteel tussen 12,4 en 13,4 meter +NAP en is sinds begin jaren '70 30 centimeter gedaald.

In deelgebied 2 (boring D9, maaiveld op 18,73 meter +NAP) is op 1,85 meter beneden maaiveld leem onder het zand aangetroffen. De bovenkant van de leemlaag bevindt zich hier dus op 16,9 m + NAP. Boven deze leemlaag bevond zich in april 1999 vanaf 1,10 meter onder maaiveld (17,65 meter +NAP) schijngrondwater boven de leemlaag. In juli en augustus 1999 is de freatische stand hier sterk gezakt, eind december 1999 wordt weer bijna het niveau van april bereikt.

In deelgebied 3 (boring B10, maaiveld op 18,50 meter +NAP) zit de leemlaag 3,20 meter onder maaiveld (bovenkant leemlaag op 15,30 meter +NAP). Hier is in april 1999 vanaf 1,70 meter onder maaiveld (16,80 meter +NAP) schijngrondwater geconstateerd. De grondwaterstand van het watervoerende pakket zit ver onder de leemlaag.

Ten noorden en ten oosten van het gebied wordt op een lager niveau ook een dikke (1 tot 2 meter) leemlaag aangetroffen (bovenkant leemlaag respectievelijk 13,0 en 13,8 meter +NAP; zie figuur 4).

Vermoedelijk zijn deze gebieden altijd droog geweest.

### 3.9.2 Synthese

In de twee oostelijke percelen (2 en 3) is een schijngrondwatersysteem aangetroffen boven een ondiepe leemlaag. Het schijngrondwater staat niet in contact met het watervoerende pakket. Onbekend is of:

- de leemlaag en het schijngrondwatersysteem zich verder uitstrekken naar het westen tot onder deelgebied 3;
- de ondiepe leemlaag één geheel vormt met de dikke leemlaag aan de noord- en westkant van het gebied;
- het schijngrondwatersysteem een geheel vormt met dat van de Duivelskuil.

Momenteel zit de schijngrondwaterstand dusdanig diep onder maaiveld dat er in de percelen 2 en 3 geen sprake is van een grondwaterafhankelijke standplaats.



### 3.10      **Reservaatgebied Heukelomsche Heide (deelgebied 8 in onderzoeksgebied 2)**

Figuur 1: ligging van het deelgebied

Het reservaatgebied Heukelomsche Heide is een landbouwenclave in een kleine laagte (maaiveld ca. 16,6 meter +NAP) die geheel wordt omsloten door stuifduinencomplexen. De laagte wordt op de geomorfologische kaart weergegeven als 'dekzandruggen'. De bodem bestaat uit een hoge bruine enkeerdgrond met grondwatertrap VII\*, hetgeen betekent dat dit perceel vroeger langdurig is verrijkt met potstalmest. Er zijn geen sloten van enige betekenis aanwezig (mededeling A. Arts). Op de historische kaart van 1850 wordt geen water of nat terrein aangegeven. Op topografische kaarten uit 1802-1805 en 1842-1843 worden geen moeras of open water weergegeven.

#### 3.10.1      **Geohydrologie**

Figuur 4: verspreiding leemlaag

Aan de oostzijde van het gebied (op 200 meter afstand) is een ondiepe leemlaag aangetroffen (zie figuur 4).

#### 3.10.2      **Synthese**

Mogelijkerwijs komt er een ondiepe leemlaag voor in het gebied. Onbekend is of hier een schijngrondwatersysteem aanwezig is. Het huidige bodemtype en de historische kaart van 1850 vormt een aanwijzing dat dit gebied momenteel en ook in het verleden niet grondwaterafhankelijk was. Aangezien het gebied droog is, is duidelijkheid over de geohydrologie hier niet relevant voor te plannen maatregelen.

### 3.11 Laagte ten oosten van Berkenkamp (deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2)

Figuur 1: ligging van het deelgebied

Momenteel is de laagte in gebruik als akker en grasland. Dit agrarisch gebruik heeft geleid tot voedselrijke omstandigheden. De maaiveldhoogte in de laagte bedraagt 13,6 tot 15,0 m +NAP. Er komt een dicht slotenstelsel voor dat via de Bleyenbeeklossing afwatert naar het noorden. Op topografische kaart uit 1802-1805 wordt het hele gebied als nat weidegebied aangegeven en op de kaart van 1842-1843 als moeras en/of open water. Vermoedelijk betrof het nat terrein en geen permanent open water. De bodemkaart geeft in de laagte een veldpodzolgrond in grof zand met grondwatertrap III. Het is niet uitgesloten dat hier lokaal ook eerdgronden of zelf venige bodems voorkomen. De omliggende duinen hebben een droge haarpodzol in grof zand.

#### 3.11.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 19: stijghoogte watervoerend pakket  
Bijlage 12: kaart peilbuislocaties en boringen

Er zijn geen boringen en grondwaterstanden beschikbaar uit de laagte zelf. Vermoedelijk ontbreekt hier de ondiepe leemlaag gezien de lage ligging van de laagte. De laagste delen van de laagte bevinden zich namelijk onder het niveau van de leemlaag onder de Duivelskuil en onder het Eendenmeer (zie figuur 4). Het freatische grondwater staat dus zeer vermoedelijk in direct contact met het watervoerende pakket. Aanwijzing hiervoor vormt ook het dichte secundaire slotenstelsel. Op basis van interpolatie van de stijghoogten van peilbuizen 46GP0008 en 46GP0015 (zie figuur 19) blijkt dat voor de jaren '70 de stijghoogte zich bevond op gemiddeld 14,3 m +NAP en na begin jaren '70 op gemiddeld 13,8 m +NAP. Begin jaren '70 is de stijghoogte dus met zo'n 50 cm gedaald. Op basis van deze stijghoogte en het de maaiveldhoogte in de laagste delen (13,6 m +NAP) kan worden afgeleid dat er sterke kwel van basenhoudend grondwater uit het watervoerende pakket zal optreden. Deze kwel treedt nu op in de sloten en de Bleyenbeeklossing. Dat betekent dat aanleg van de ontwatering in de laagte ook een sterk verlagend effect zal hebben gehad op de stijghoogte in het watervoerende pakket.

#### 3.11.2 Synthese

De laagte is een kwelgebied dat basenhoudend grondwater ontvangt uit watervoerende pakket. De vermelding van alleen veldpodzolgronden op de bodemkaart conflicteert overigens met de vaststelling dat de laagte kwel van basenhoudend grondwater ontvangt. Dit bodemtype is alleen te verwachten aan de randen van de laagte waar toestroming van lokaal basenarm grondwater kan optreden dat is geïnfiltrerd in de aangrenzende duinen. In het centrum zijn eerder bekeer- of veenbodems te verwachten. Veenbodems kunnen door ontginning (afgraven, veraarding) zijn verdwenen. Gezien de lage ligging van de voorheen afvoerloze laagte is het aannemelijk dat de laagte voor de ontginning een moeras of hoogveen was met een vrij dikke veenbodem. Door aanleg van de Bleyenbeeklossing die de noordelijk gelegen paraboolduinarm doorsnijdt kon de laagte diep onder het oorspronkelijke niveau worden ontwaterd.

### 3.12 Natuurgebied ten noorden van Eendenmeer (deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2)

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Figuur 8: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Dit gebied is recent verworven door Stichting Het Limburgs Landschap (zie figuur 1). Het ligt in een grote laagte (ca. 16,0-17,0 meter +NAP) die op de geomorfologische kaart als 'dekzandruggen' wordt weergegeven. Aan de oostzijde wordt het gebied begrensd door een lange paraboolduinrug en aan de westzijde door stuifduinencomplexen. Aan de zuidzijde ligt tussen het gebied en het Eendenmeer ook nog een paraboolduinrug. Een groot deel bestaat uit haarpodzolgrond met grondwatertrap VII\*. In een relatief laag deel in de buurt van het Eendenmeer wordt op de bodemkaart een veldpodzolgrond met grondwatertrap III aangegeven. Mogelijker wijs komt of kwam er in de laagste delen een eerdgrond of veenbodem voor. In dit deel worden op de kaart uit 1842-1843 drie plekken met open water en/of moeras. Op de kaart uit 1802-1805 wordt voor de noordwestelijke plek van deze drie plekken een nat weidegebied aangegeven. Momenteel zijn deze delen in gebruik als akker en worden ze gedraineerd door sloten die afwateren op de Bleyenbeeklossing. Het oostelijke deel bestaat uit voornamelijk dennenaanplant. In het meest oostelijke deel (Eckelsche Bergen) komen heideveldjes voor die deels zijn omsloten door dennenbos. Het freatisch grondwater (B6 op 10 januari 2000) is ongebufferd, matig zuur en rijk aan  $\text{NO}_3^-$  P-ortho,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  en  $\text{SO}_4^{2-}$ .

#### 3.12.1 Geohydrologie

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 8: detailkaart peilbuislocaties en boringen  
Figuur 9: stijghoogte watervoerend pakket  
Bijlage 2: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden

In het westelijke deel van het gebied is geen leemlaag aangetroffen (zie figuur 4). De freatische grondwaterstand (peilbuis B6) komt overeen met de grondwaterstand in het watervoerende pakket (zie figuur 9 bij paragraaf 3.2). Door het ontbreken van een leemlaag is er geen schijngrondwatersysteem aanwezig. In het westelijke deel is begin jaren '70 de grondwaterstand in het watervoerende pakket 70 centimeter gedaald. Voor 1970 reikte de hoogste grondwaterstanden tot aan het maaiveld van de laagste delen. Dit betekent dat in perioden met hoge grondwaterstanden de sloten het watervoerende pakket draineerden.

#### 3.12.2 Synthese

In het westelijke deel kwamen in de laagste delen vroeger vennen voor met daaromheen natte heide. Deze vennen maakten deel uit van het grondwatersysteem van het watervoerende pakket (Oostelijke Maasterrassen Systeem). Mogelijkerwijs werden de vroegere vennen beïnvloed door toestroming van gebufferd grondwater uit het watervoerende pakket, waardoor hier mesotrafente kleine zeggenvegetaties aanwezig kunnen zijn geweest. Onduidelijk is of hier veenvormende moerassen voorkwamen. Bij ontgrondingsmaatregelen kan aanvullend bodemonderzoek helderheid verschaffen over

eventuele veenresten en de verspreiding van gooreerdgronden. Deze maatregelen kunnen dan adequaat (ontgravingsdiepte) op lokale schaal worden gepland. In hogere delen gingen de venvegetaties over in heideachtige begroeiingen. Eventueel gevormd veen kan door ontginning zijn verdwenen.

Allereerst zijn de vennen verdwenen (verdroging) door ontwatering met sloten en ontginning voor agrarisch gebruik. Verder is het aannemelijk dat begin jaren '70 verlaging van de grondwaterstand van het watervoerende pakket door de zandwinning op de Bergerheide geleid heeft tot verdere verdroging. Daarnaast kan grootschalige aanplant van dennenbos in het oostelijke deel van het gebied geleid hebben tot een verlaging van de schijngrondwaterstand. Tegenwoordig is de standplaats grondwateronafhankelijk. Door bemesting en bekalking is de standplaats in de huidige akkers sterk geëutrofeerd en is de alkaliteit vermoedelijk toegenomen.

### **3.13 Laagte bij de Eckeltse Bergen (deelgebied 7 in onderzoeksgebied 2)**

Figuur 1: ligging van het deelgebied

De hoogteligging bedraagt 14,0 tot 15,0 m +NAP. De bodem bestaat volgens de Stiboka-kaart uit duinvaaggronden in grof zand met grondwatertrap VII. Op topografische kaart uit 1802-1805 wordt in de laagte een nat weidegebied weergegeven.

#### **3.13.1 Geohydrologie**

Figuur 4: verspreiding leemlaag

Omdat boorbeschrijving in het gebied en omgeving ontbreken, is onbekend of er een ondiepe leemlaag voorkomt.

#### **3.13.2 Synthese**

Mogelijkerwijs staat de laagte onder invloed van het watervoerende pakket. Door gebrek aan informatie zijn verder geen uitspraken mogelijk.

### 3.14 Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide: deelgebied 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 1

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

In de grote laagte met dekzandruggen zijn drie grote akkers (deelgebied 1, 2 en 3) aangewezen als natuurontwikkelingsgebied (zie figuur 1). Aan de noordzijde wordt deze laagte door een paraboolduinrug gescheiden van de laagte waarin het voormalige Gocherveen ligt.

Perceel 1 heeft een maaiveldhoogte van 18,5 meter +NAP. De bodem bestaat hier uit een gooreerdgrond met grondwatertrap V. Perceel 2 heeft een maaiveldhoogte van 18,0 à 18,7 meter +NAP (van noord naar zuid oplopend). Het westelijke deel van deelgebied 3 ligt op 18,7 meter +NAP en het oostelijk deel op ca. 19,0 à 20,0 meter +NAP. In deelgebied 2 en 3 komt een veldpodzolgrond voor. Perceel 2 is natter (grondwatertrap V) dan deelgebied 3 (grondwatertrap VI). Al de drie percelen worden ontwaterd door sloten. Op de topografische kaart uit 1842-1843 worden voor al de drie percelen geen open wateren of andere natte terreinen aangegeven. Op de topografische kaart uit 1802-1805 wordt voor de zuidelijke helft van deelgebied drie open water aangegeven. Overigens wordt de locatie van het huidige Lelieven ook niet als open water of nat terrein weergegeven op beide kaarten.

De geohydrologie van deelgebied 1 is in samenhang met het Rondven besproken (zie paragraaf 3.4.1). De geohydrologie van het zuidelijke deel van deelgebied 2 is reeds besproken in samenhang met het Lelieven (zie paragraaf 3.5.1).

#### 3.14.1 Geohydrologie en synthese

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Figuur 15: stijghoogte watervoerend pakket  
Bijlage 5: gegevens over slechtdoorlatende lagen en freatische waterstanden

Onder deelgebied 1 en 2 komt een ondiepe leemlaag voor met daarboven schijngrondwater. Aan de zuidzijde van deelgebied 3 is ook een ondiepe leemlaag aangetroffen. Voor een deel ligt deze leemlaag hoger (op 18,1 meter +NAP) dan bij deelgebied 1 en 2 (zie figuur 4). In deelgebied 3 zijn geen boringen verricht, zodat niet bekend is of zich hier de leemlaag voortzet. Het voorkomen van veldpodzolgronden in dit relatief hoog gelegen deelgebied maakt aannemelijk dat de leemlaag zich hier voortzet en vermoedelijk dicht onder maaiveld ligt (bovenkant leemlaag 1,0-1,5 meter onder maaiveld). Vermoedelijk komt in deelgebied 3 ook een schijngrondwatersysteem voor. Onbekend is in hoeverre het schijngrondwater in de drie percelen deel uitmaakt van één of van meerdere schijngrondwatersystemen. Het grote aaneengesloten oppervlak gooreerdgrond en veldpodzolgrond maakt een groot schijngrondwatersysteem aannemelijk. Dit grote schijngrondwatersysteem omvat dan ook het Lelieven en het Rondven. Onduidelijkheid over de mate waarin de leemlaag is aaneengesloten, heeft geen consequenties voor de geplande maatregelen.

Onder deelgebied 1 is de grondwaterstand van het watervoerende pakket begin jaren '70 onder deelgebied 2 70 centimeter en onder deelgebied 3 70-80 centimeter gezakt. De daling van de grondwaterstand onder deelgebied 2 heeft er toe geleid dat het grondwater van het watervoerende pakket niet meer periodiek of langdurig in contact staat met de leemlaag. De gevolgen voor de geohydrologie van deelgebied 1 zijn niet bekend (zie paragraaf 3.4).



Perceel 1, 2 en 3 zijn sterk verdroogd door ontwatering en ontginning. Verdrogingseffecten van deze ontginning worden vermoedelijk beschreven door De Smidt (1953/1954) (zie paragraaf 3.5.2 bij 'Historische situatie'). Sterke verlaging van de grondwaterstand in het watervoerende pakket kan hebben bijgedragen aan verlaging van de stand van het schijngrondwater. Tevens kan ontwatering van het Gocherveen de drainage van het schijngrondwatersysteem via laterale afstroming over de leemlaag hebben versterkt.

Het voorkomen van gooreerdgrond en veldpodzolgrond geeft aan dat de standplaats vroeger overwegend ongebufferd, zuur tot matig zuur was. Momenteel is de standplaats eutroof en relatief basisch als gevolg van bemesting en bekalking.

### 3.15 Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide: deelgebied 4 t/m 12 in onderzoeksgebied 1

Figuur 1: ligging van het deelgebied

Natuurontwikkelingsgebieden 4 tot en met 12 (zie figuur 1) bevinden zich in een kleine laagte (laagste deel ca. 17,1 meter +NAP) en op een aangrenzend duincomplex. In de laagte komen zowel veldpodzolen (grondwatertrap V) als duinvaaggronden (grondwatertrap VII\*) voor. In het duincomplex bestaat de bodem uit een holtpodzol. Op de kaart 1842-1843 worden ter plekke van deelgebied 4 en 6 en net ten noordoosten van deelgebied 9 open wateren en/of moeras aangegeven. Er zijn dan ook perceelsgrenzen weergegeven. Juist deze deelgebieden worden of werden door secundaire sloten ontwaterd. Op de kaart uit 1802-1805 wordt ter plekke van deelgebied 4 en 6 open water aangegeven.

#### 3.15.1 Geohydrologie en synthese

Figuur 4: verspreiding leemlaag

Onbekend is of in dit gebied een ondiepe leemlaag voorkomt. Vlak ten noorden en ten zuiden van het gebied is wel een ondiepe leemlaag aangetroffen (zie figuur 4). Mogelijkerwijs is in het gebied een leemlaag aanwezig met daarboven een schijngrondwatersysteem. De grondwaterstand van het watervoerend pakket zit hier gemiddeld op ca. 15,0 meter +NAP; voor de verlagingen in de 70-er jaren was de grondwaterstand ca. 50 centimeter hoger. Bij peilbuis 46GP0031 is de grondwaterstand van het watervoerende pakket op ruim twee meter onder maaiveld aanwezig, dit is ca. één meter onder de leemlaag. Het verdwijnen van de wateren/ natte gebieden in/bij deelgebied 4, 6 en 9 die op de kaarten van 1802-1805 en 1842-43 worden aangegeven, duidt op sterke verdroging. Deze verdroging is vermoedelijk vooral veroorzaakt zijn door ontwatering en ontginning. Verlaging van de grondwaterstand in het watervoerende pakket zal geleid hebben tot een minder frequent contact van grondwater uit het watervoerende pakket met de leemlaag. Dit kan hebben bijgedragen verdere verdroging. De onduidelijkheid over het voorkomen van de leemlaag heeft geen consequenties voor de geplande maatregelen. Vermoedelijk zijn de meeste deelgebieden 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11 en 12 altijd droog geweest. Bemesting en bekalking zullen geleid hebben tot sterke eutrofiëring en toename van de basenrijkdom van het oorspronkelijke relatief voedselarme en zure milieu.

### 3.16 Landbouwenclave Bergerheide: deelgebied 13 in onderzoeksgebied 1

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 12: kaart peilbuislocaties

Deelgebied 13 (zie figuur 1) ligt in een lang gerekte laagte waarvan ook het Driessenven deel uitmaakt. Het maaiveld varieert van 16,5 tot 16,9 meter + NAP en de bodem bestaat uit een veldpodzolgrond met grondwatertrap V en VI (in het westelijke en noordelijke deel droger). Momenteel is de laagte in gebruik als akker. Er zijn secundaire sloten aanwezig die momenteel vrijwel niets afvoeren (mededeling A. Arts). De kaart van 1802-1805 geeft in de laagte aan als open water. De kaart van 1842-1843 geeft in de laagte twee open wateren en/of moerassen aan.

#### 3.16.1 Geohydrologie en synthese

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Bijlage 12: kaart peilbuislocaties

Onbekend is of er een ondiepe leemlaag voorkomt met daarboven een schijngrondwatersysteem. Aan de zuidkant, onder het Driessenven en omgeving is wel een leemlaag aangetroffen. Tussen het gebied en het Eendenmeer is afwezigheid van een leemlaag vastgesteld (zie figuur 4). Daarom is onduidelijk in hoeverre verlaging in het watervoerende pakket (hier ca. 70 centimeter) heeft bijgedragen aan verdroging. De vernattingseffecten van hydrologische maatregelen die de stijghoogte in het watervoerende pakket verhogen zijn daarom niet te kwantificeren. Bemesting en bekalking zullen geleid hebben tot sterke eutrofiëring en toename van de alkaliteit van het oorspronkelijke relatief voedselarme en zure milieu.

### 3.17 Natuurontwikkelingsgebied Wolfsven (deelgebied 14 in onderzoeksgebied 1)

Figuur 1: ligging van het deelgebied  
Bijlage 13: detailkaart peilbuislocaties en boringen

Het natuurontwikkelingsgebied Wolfsven (figuur 1) ligt in een laagte van dekzandruggen die zich voortzet in de Bergerheide. Het maaiveld ligt op ca. 18,6-19,2 meter +NAP. De bodem bestaat uit een veldpodzolgrond met grondwatertrap V. Momenteel is het in gebruik als landbouwgebied dat door secundaire sloten wordt ontwaterd. De sloten wateren af via het grote slootstelsel in onderzoeksgebied 1 (zie bijlage 11). Op de kaart van 1802-1805 wordt voor vrijwel het gehele natuurontwikkelingsgebied moeras weergegeven. Op de kaart van 1842-1843 worden geen wateren of natte terreinen weergegeven.

#### 3.17.1 Geohydrologie en synthese

Figuur 4: verspreiding leemlaag  
Bijlage 13: kaart peilbuislocaties en boringen

De twee boringen in het gebied laten geen ondiepe leemlaag zien (zie figuur 4). Peilbuis 46GP0005 die in de buurt ligt, heeft voor 1970 een grondwaterstand in het watervoerende pakket tussen 16,5 en 17,3 meter +NAP en na 1970 een grondwaterstand tussen 15,6 en 16,5 meter +NAP. Deze grondwaterstanden liggen diep onder maaiveld. Het freatisch grondwater maakt deel uit van het Oostelijke Maasterrassensysteem. Vermoedelijk overheerst infiltratie. Eventueel kan in het deel grenzen aan Springberg lokaal grondwater toestromen dat in de Springberg is geïnfiltrerd. Dit grondwater kan nu echter niet aan maaiveld uittreden. Het gebied is sterk verdroogd door lokale ontwatering en daling van de grondwaterstand in het watervoerende pakket als gevolg van de zandwinning Bergerheide. Bemesting en bekalking zal geleid hebben tot sterke eutrofiëring en toename van de alkaliteit van het oorspronkelijke relatief voedselarme en zure milieu.

## 4 ONTGINNING, ONTWATERING EN VERDROGING

### 4.1 Historische ligging van vennen en natte gebieden

Vergelijking van de situatie rond 1802-1805 en 1842-1843 met de huidige situatie (bijlage 10) laat zien dat:

- tussen de oostelijke duinrand en het hoogterras van de Maas vroeger een uitgestrekt nat veengebied was gelegen (Affersven, Gocherveen, Wellsche meer);
- de vorm van het Eendenmeer praktisch niet veranderd is;
- de Duivelskuil als een klein lang gerekte nat gebied wordt weergegeven in 1802-1805;
- de laagte ten oosten van Berkenkamp (deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2) in 1802-1805 een nat gebied was;
- ten zuiden van deze laagte nog een kleiner nat gebied lag in 1802-1805;
- de laagte bij de Eckeltse Bergen (deelgebied 7 in onderzoeksgebied 2) in 1802-1805 een nat gebied was;
- de vennen ten noorden van het Eendenmeer (deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2) verdwenen zijn, dit zijn tegenwoordig landbouwpercelen;
- de landbouwenclave tussen het Eendenmeer en het Driessenven oorspronkelijk een nat gebied was met vermoedelijk open water;
- in het gebied van de Bergerheide met natuurontwikkelingsgebieden 4, 6 en 9 van onderzoeksgebied 1 (zie figuur 1) zijn drie kleinere vennen verdwenen.
- het Driessenven tegenwoordig iets kleiner is dan vroeger (zuidpunt);
- ter plekke van het Lelieven en het Rondven geen nat gebied of open water wordt weergegeven op beide historische kaarten;
- in natuurontwikkelingsgebied 3 van onderzoeksgebied 1 in 1802-1805 vermoedelijk een vrij groot open water voorkwam;
- het Wolfsven (deelgebied 14 in onderzoeksgebied 1) in 1802-1805 voor een aanzienlijk deel uit nat terrein bestond.

Wat betreft het voorkomen van natte heiden laat de historische kaarten van 1802-1805 en 1842-43 weinig detail zien. Verder is opvallend dat de kaart van 1802-1805 differentiatie in de aard van nat terrein weergeeft (nat weidegebied, open water en moeras), terwijl de kaart van 1842-1843 alleen een type nat terrein (ogenschijnlijk open water) weergeeft.

### 4.2 Landbouwontginningen en ontwatering

Diverse laagten zijn ontgonnen en vaak ook met behulp van sloten ontwaterd. Hierdoor is op deze plekken en in de omgeving daarvan sterke verdroging opgetreden. De beschrijving van De Smidt (1953/1954) geeft aan dat voor de jaren '50 natte heide is verdwenen door verdroging. Door ontginning en ontwatering zijn ook vennen verdwenen (zie paragraaf 4.1 en 4.2). Bijlage 11 geeft een overzicht van de sloten die tegenwoordig aanwezig zijn.

In onderzoeksgebied 1 kunnen twee slootstelsels worden onderscheiden: een groot stelsel en een klein stelsel. Beide stelsels bestaan uit secundaire sloten zonder schouwplicht. Ze worden niet meer onderhouden en zijn daardoor dichtgegroeid (mededeling A. Arts). Een groot stelsel ligt in het zijdelijke deel dat het Driessenven, het Lelieven en de deelgebieden 1, 2, 3, 4, 6, 9, 14 en 15 ontwaterde. Dit stelsel had in het verleden zeer vermoedelijk een

afvoer via de Bergerheidelossing naar het Maasdal. In februari 2000 stond er geen water in de Bergerheidelossing en bevatte het slootstelsel plaatselijk water (zie bijlage 11; waarneming A. Arts). Dit stelsel verbond de huidige en vroegere (1802-1804 en 1842-1843, zie bijlage 10) wateren en natte laagten met elkaar. Waar sloten van dit stelsel door relatief hoge terreindelen loopt zijn de sloten diep. In twee percelen komen rabatten voor: in deelgebied 15 en ten westen van het Lelieven. Rabatten hebben lokaal een sterk ontwaterend effect door hun grote waterberging. Een klein stelsel ligt in lig in deelgebied 13, waar vroeger (1802-1804 en 1842-1843, zie bijlage 10) vermoedelijk open water voorkwam. Onbekend is of dit stelsel een afvoer had. Momenteel is er geen afvoer aanwezig en stonden de sloten in februari 2000 helemaal droog (waarneming A. Arts).

De twee slootstelsels zijn aangelegd met het doel laagten met wateren en/of nat terrein te ontwateren. Tegenwoordig staan beide slootstelsels een groot deel van het jaar droog (mededeling A. Arts). In extreem natte jaren zijn ze (gedeeltelijk?) wel watervoerend (mededeling I. Borkent). Het feit dat deze slootstelsels nu hoofdzakelijk droogvallen kan drie oorzaken hebben:

- door verlagingen in het watervoerende pakket is de freatische waterstand zo sterk verlaagd dat de sloten hun drainerende werking voor een groot deel hebben verloren. Deze oorzaak zal vooral spelen in deelgebieden zonder een slechtdoorlatende leemlaag en in deelgebieden met wel zo'n leemlaag waar vroeger de stijghoogte in het watervoerende pakket permanent of langdurig tot aan de leemlaag reikte en dit momenteel niet meer het geval is als gevolg van sterke verlaging in het watervoerende pakket (zie paragraaf 4.3);
- de slootstelsels draineren alleen lokaal in laagten bij hoge freatische standen en transporteren het drainagewater naar andere plekken waar het slootwater infiltreert. Infiltratie kan met name optreden aan de randen van gebieden met een leemlaag (zie figuur 4) en delen waar de leemlaag ontbreekt. Het ontstaan van het Driessenven laat ook zien hoe groot het effect van de lokale ontwatering is. Toen hier de drainage werd gestopt door het dempen van een sloot ontstond meteen een ven.
- plaatselijk zijn diepe sloten door de leemlaag gegraven waardoor ze oppervlaktewater zijn gaan infiltreren. Wellicht zijn ondiepe sloten naderhand tot door de leemlaag verdiept.

Welke van deze drie oorzaken werkelijke een rol spelen en in welke mate is op basis van de beschikbare gegevens niet vast te stellen.

**De laatste genoemde oorzaak maakt een inventarisatie van de diepteligging van de sloten wenselijk. Door de diepteligging van de slootdiepte te combineren met diepteligging van de leemlaag (zie figuur 4) kan inschatting worden gemaakt of een sloot door de leemlaag is gegraven. Op plekken waar sloten door de leemlaag zijn gegraven, kunnen deze het beste worden gedempt met leem.**

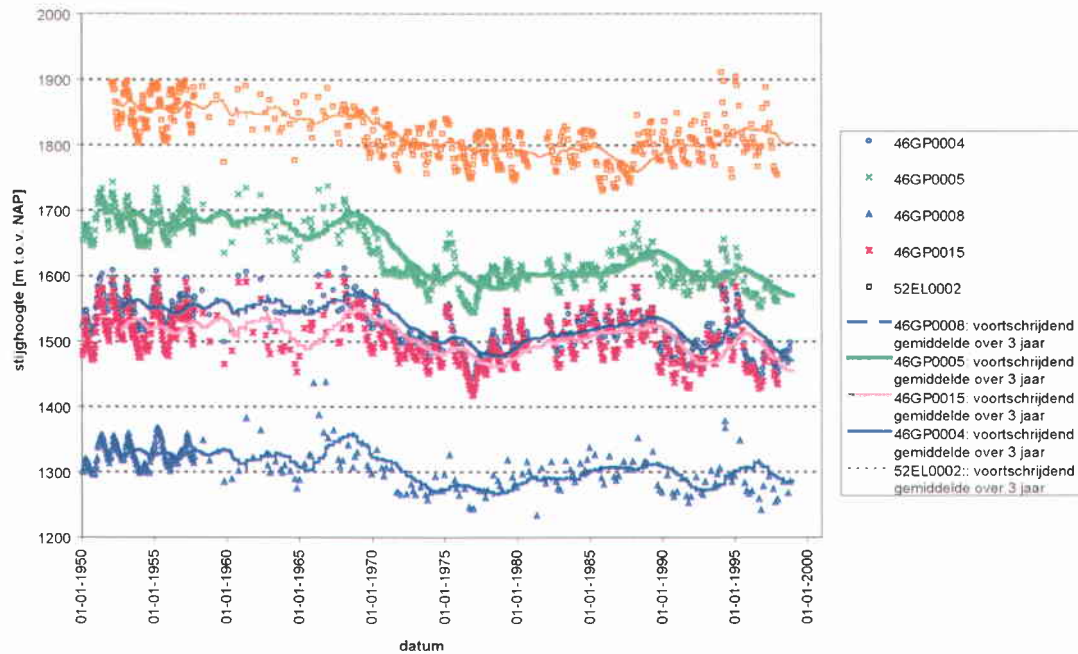
Overigens hebben sloten die geen waterafvoeren maar wel bij hoge freatische standen water bevatten een lokaal ontwaterend effect. Door hun grotere waterberging ten opzichte van zand grond (ongeveer een factor 10) hebben ze een verlagend effect op de hoogste freatische grondwaterstand in hun directe omgeving. Hoe dieper en breder de sloot is en groter de slootdichtheid (bijvoorbeeld bij rabatten) is, hoe groter dit ontwateringseffect is.

In onderzoeksgebied 2 is één slootstelsel aanwezig: het bestaat uit een primair water van het Waterschap Peel en Maasvallei (de Bleyenbeeklossing) met secundaire sloten. Het stelsel watert af naar het noorden op de Eckeltse Beek. Het slootstelsel ontwaterd de deelgebieden 5 en 6 die vroeger (1802-1805, zie bijlage 10) uit nat terrein bestonden. In deelgebied 6 waar een leemlaag ontbreekt wordt het watervoerende pakket gedraineerd. In deelgebied 5 is dat



zeer waarschijnlijk ook het geval gezien de lage ligging van en de hoge slootdichtheid in deze laagte. In deelgebied 7 waar vroeger ook nat terrein aanwezig was, liggen geen sloten (schriftelijke mededeling I. Borkent).

*Figuur 19 Tijdstijghoogtelijnen van het watervoerend pakket met voortschrijdende gemiddelde*



### 4.3 Ingrepen met invloed op het watervoerende pakket

#### 4.3.1 Verandering in grondwaterstand

##### *Tijdstijghoogtelijnen 1950-heden*

Voor het gebied rond Nieuw-Bergen zijn van vier peilbuizen in het watervoerend pakket en van twee landbouwbuizen de meetreeksen opgevraagd. Van noord naar zuid bestaan deze peilbuizen uit:

peilbuis	locatie	filterdiepte		meetreeks
46GP0008	ten oosten van Duivelskuil	12 m - mv	wvp	vanaf 29/09/49
46GP0015	ten noorden van Eendenmeer	16 m - mv	wvp	vanaf 13/10/49
46GP0004	ten noorden van Driessenven	11,5 m - mv	wvp	vanaf 13/10/49
46GP0005	ten noordwesten van Springberg	14,5 m - mv	wvp	vanaf 28/01/50
52EL0002	ten zuidoosten van Springberg	1.23 m - mv	freatisch	vanaf 30/01/52

Voor elk van deze peilbuizen is de grondwaterstand in een grafiek (zie figuur 19) gezet en is het voortschrijdend gemiddelde berekend om een indicatie te krijgen of er een bepaalde trend in het grondwaterstandsverloop is te ontdekken.

Uit de grafieken kunnen de volgende zaken afgeleid worden:

- In het watervoerend pakket is een gradiënt in grondwaterstand aanwezig van zuid naar noord. De grondwaterstand in het noorden is ca. 2 meter lager dan in het zuiden;
- De peilbuis ten zuiden van het Eendenmeer (46GP0004) laat midden jaren '60 een minder diepe daling zien dan de buis iets ten noorden van het Eendenmeer (46GP0015);
- Alle buizen, ook de ondiepe landbouwbuisen, laten een daling in grondwaterstand zien in het begin van de jaren '70. Deze daling is in het zuiden (46GP0005) het sterkst: De grondwaterstand bij de Duivelskuil (46GP0008) lijkt tussen begin en midden jaren '70 te zijn gedaald met ca. 25 centimeter. Ten noorden van het Eendenmeer (46GP0015) is de grondwaterstand in dezelfde periode met ongeveer 60 cm gedaald. Na begin jaren '70 is het vervolg van de reeks is grilliger dan voor buis 46GP0008: tussen 1980 en 1990 lijkt de grondwaterstand zich weer te herstellen (opgaande trend), maar begin jaren '90 treedt er weer een daling op. De buizen ten zuiden van het Eendenmeer (46GP0004 en 46GP0005) hebben een soortgelijk verloop. De daling begin jaren '70 is iets groter: ca. 80 centimeter.
- De landbouwbuis 46GL0002 ten noordoosten van het Eendenmeer laat eind jaren '60/begin jaren '70 een daling zien in de grondwaterstand. Het verloop van de grondwaterstanden lijkt op het verloop van de in de buurt gelegen buis 46GP0015, alleen in een iets afgevlaktere vorm. De grondwaterstand in de landbouwbuis ligt echter zo'n 3,5 meter hoger dan de grondwaterstand van het watervoerend pakket.
- De buizen in het midden van het gebied (46GP0015 ten noorden en 46GP0004 ten zuiden van het Eendenmeer) laten in het midden van de jaren '90 een sterkere fluctuatie (hogere piek en dieper dal) zien dan de andere twee buizen (46GP0008 en 46GP0005).

Omdat uit de literatuur bekend is dat de ingrepen die grote invloed hebben gehad op de grondwaterstand van het watervoerend pakket in dezelfde periode hebben plaatsgevonden (ruilverkaveling en aanleg zandwinplas Bergerheide), is het niet precies te zeggen welke verlagingen beide ingrepen tot gevolg hebben gehad. Op grond van het ruimtelijk beeld van de verlagingen begin 70-er jaren rijst echter het vermoeden dat de zandwinning op de Bergerheide het grootste aandeel heeft gehad in de grondwaterstandsverlagingen:

- de grootste verlagingen zijn gemeten in de peilbuis het dichtst bij de zandwinning (ca. 80 centimeter), terwijl hier weinig ruilverkavelingsmaatregelen zijn uitgevoerd;
- de gemeten verlagingen begin jaren '70 nemen af in noordelijke richting (80-60-25 centimeter).

#### ***De literatuur over daling van grondwaterstanden***

Door verschillende bronnen wordt gesproken over verdroging in het gebied rond Nieuw-Bergen. Deze verdroging is, voorzover er literatuur over te vinden is, eind zestiger jaren ingezet.

De belangrijkste grondwaterstands daling ten noorden en noordoosten van Nieuw-Bergen begon eind jaren zestig en eindigde tussen 1974 en 1978 en werd veroorzaakt door de ruilverkaveling Bergen die tussen 1968 en 1981 werd uitgevoerd.

Volgens het Verdrogingsonderzoek Limburg (Oranjewoud, 1987) had deze daling een grootte van 10 à 20 centimeter (peilbuis 46GL0027) en maximaal 40 centimeter (46GP0019).

Waterschap Het Maasterras schatte de grondwaterstands daling in het grensgebied rond de Spanische Lei minimaal 40 cm. Berekeningen van TNO (TNO, 1990) bevestigen dit: de verlagingen werden berekend op minimaal 30 centimeter en maximaal 50 centimeter.

*“Bij de Ruilverkaveling Bergen (1968-1981) is ongeveer 28% van de bruto-oppervlakte direct beïnvloed door maatregelen ten behoeve van de waterhuishouding. In het oosten*

van het gebied zijn de zijtakken van de Eckelsche Beek in het begin van de ruilverkaveling verbeterd, terwijl de detailontwatering in 1975 en 1976 onder handen werd genomen. De hoofdbeek zelf was al eerder verbeterd (voor de ruilverkaveling).

Ten gevolge van de werkzaamheden aan de beken werd de intreeweestand van de beken kleiner en stroomt het grondwater sneller af naar de beken, waardoor de grondwaterstand gedaald is.

Tevens werden in de jaren zeventig in Duitsland langs de grens met Limburg diverse kleine ruilverkavelingen uitgevoerd.”

Tevens wordt geconstateerd dat ten noorden van de Leukerheide in een deel van de gevoelige natuurgebieden verdroging is opgetreden. De voornaamste oorzaak van deze verdroging is de zandwinning op de Leukerheide en op de Bergerheide, waar tijdens de ruilverkaveling in dit gebied nauwelijks waterhuishoudkundige maatregelen zijn uitgevoerd. Volgens het Verdrogingsonderzoek Limburg (Oranjewoud, 1987) zijn ten gevolge van de zandwinningen de grondwaterstanden met ca. 0,5 tot 2,0 meter gedaald, afhankelijk van de afstand tot de zandwinlocatie.

*“De zandwinning Leukerheide is in 1964/1965 gestart door de Centrale Industriezandvoorziening (CIV), beginnend bij de Maas. Tot 1970 bleef de winning beperkt tot de uitwaarden en ontzanding van de Leukerheide en Seurenheide. In 1970/1972 heeft men een stuw geplaatst en is men begonnen met doorgraving in de richting van de Bergerheide. In dit deel van de plas (ten oosten van de stuw) wordt een hoger peil gehandhaafd; sinds de ingebruikname van de sluis in 1974 werd het mogelijk om een vast peil te handhaven in de Bergerheide-zandwinplas.”*

Verder heeft de grondwaterwinning Bergen van de WML een verlagingseffect op het watervoerende pakket. Een modelberekening van Oranjewoud (1992) geeft een verlagingseffect van meer dan 20 cm onder de deelgebieden 4 tot en met 12 van onderzoeksgebied 1 (zie figuur 1), van ca. 20 cm onder het Driessenven, Lelieven en 5 tot 20 cm onder het Eendenmeer en de deelgebieden 1, 2, 3, 13, 14 en 15 van onderzoeksgebied 1.

Resumerend zijn de volgende oorzaken aan te wijzen die geleid hebben tot verdroging:

periode	oorzaak grondwaterstands-daling	grootte grondwaterstands-daling
1968-1981	grondwaterwinning Bergen van WML ruilverkaveling 1968-1981	- daling van 5 tot meer dan 20 cm in een groot deel van onderzoeksgebied 1 - daling van maximaal 0,4 meter (peilbuis 46G-B19) - daling van 0,1 à 0,2 meter ten noorden van Nieuw-Bergen (peilbuizen 46G-19 en L27) - daling in orde van 10-30 centimeter (Lambert, 1989) - in het invloedsgebied van de zandwinningen Leukerheide en Bergerheide zijn nauwelijks waterhuishoudkundige maatregelen uitgevoerd - daling in grensgebied rond Spanische Lei minimaal 40 centimeter
1964-1965	start zandwinning Leukerheide	- ter plaatse van Heuloërbroek dalingen berekend van 0,15 meter in het noordelijk deel tot 0,7 meter in het zuidelijk deel, voornamelijk veroorzaakt door zandwinning Leukerheide
1970-1974	plaatsing stuw tussen Leukerheide en Bergerheide, start zandwinning Bergerheide	

#### 4.3.2 Effect van daling in watervoerend pakket op grondwatersystemen van de Bergerheide

Uit de ecohydrologische systeemanalyse (hoofdstuk 3) is duidelijk geworden dat in de huidige natte delen van het rivierduinengebied rond Nieuw-Bergen meestal sprake is van schijngrondwatersystemen boven het grondwater in het watervoerend pakket. Deze schijngrondwatersystemen danken hun bestaan aan stagnatie van water op een ondiepe leemlaag in de ondergrond. Vanwege het lokale en niet aaneengesloten voorkomen van inspoelingslaagjes (in de natste delen) en de verschillende mate van 'verkitting' van deze lagen, is het onwaarschijnlijk dat andere lagen de oorzaak zijn van het ondiepe grondwatersysteem. Ze kunnen wel een bijdrage leveren aan de stagnatie van schijngrondwater: met name met betrekking tot een geringe laterale stroming ter plekke van de venranden naar de omgeving.

Belangrijke vraag is in hoeverre de grondwaterstand van het watervoerende pakket de schijngrondwatersystemen beïnvloedt of beïnvloedde. Er kan onderscheid worden gemaakt in drie verschillende geohydrologische situaties (hydrologische systeemtypen).

- A. Het freatisch water staat in permanent contact met het grondwater van het watervoerende pakket onder de leemlaag en staat hiermee nog steeds in contact.  
Het grondwater van het watervoerende pakket staat permanent tegen de leemlaag. Omdat het schijngrondwater direct aansluit aan het grondwater van het watervoerende pakket, is de daling van de schijngrondwaterstand gelijk aan de daling van het watervoerende pakket, zolang het grondwater van het watervoerende pakket nog contact maakt met de leemlaag. Op het moment dat het contact van het watervoerende pakket met de leemlaag periodiek wordt verbroken werkt een verlaging van de stijghoogte alleen door in de hoge freatische standen.
- B. Het schijngrondwater staat permanent of periodiek in contact met het grondwater van het watervoerende pakket. In perioden dat het schijngrondwater nog in contact staat met het grondwater van het watervoerend pakket werkt de stijghoogte nog door naar het schijngrondwater. Na begin jaren '70 kan het schijngrondwater sneller infiltreren in de natte periode als gevolg van de lagere stijghoogten in het watervoerende pakket, waardoor de winterstanden lager zijn.
- C. Het schijngrondwater en het grondwater van het watervoerende pakket staan nooit in contact met elkaar:
  - het schijngrondwater beweegt onafhankelijk van het grondwater van het watervoerende pakket;
  - daling van de grondwaterstand in het watervoerende pakket heeft geen effect op de schijngrondwaterstand.

Naast gebieden met schijngrondwatersystemen komen er ook gebieden voor waar de slecht-doorlatende leemlaag ontbreekt en de stand van het freatisch grondwater (vrijwel) gelijk is aan de stijghoogte in het watervoerende pakket. In deze gebieden is dus geen sprake van een schijngrondwatersysteem. Het freatische grondwater maakt dan deel uit van het Oostelijke Maasterrassensysteem. In het rapport wordt de hydrologie van zulke gebieden verder aangeduid met 'hydrologisch systeemtype D'. Een daling in het watervoerende pakket zal vrijwel een even grote daling van de freatische stand veroorzaken.

Tabel 2 geeft aan tot welk hydrologisch systeemtype de onderzochte vennen en deelgebieden momenteel en in het verleden behoorden. Systeemtype A is niet aangetroffen.

#### **4.4 Lokale ingrepen en activiteiten met invloed op schijngrondwater**

##### **4.4.1 Bosaanplant/successie**

Grote delen van de Bergerheide zijn beplant met dennenbos. Hierdoor grenst een deel van de natte gebieden geheel of gedeeltelijk aan dennenbos.

De aanplant van dennen in de voormalige heide leidt door een toename van de verdamping tot een verminderde aanvulling van het grondwater van de schijngrondwatersystemen. In droge heide (Struikheide-begroeiing) bedraagt de aanvulling ca. 211-313 mm/j. In donker naaldhout dat nu op veel plekken voorkomt in de Bergerheide is de aanvulling kleiner: 69-144 mm/j. Indicatieve berekeningen (zie voor methode en resultaten bijlage 9) geven aan dat door aanplant van bos een aanzienlijke waterstandsverlaging kan zijn opgetreden. De venpeilverlaging zou 0,5-1,0 meter kunnen bedragen in geval het hele ven wordt omgeven door naaldbos. De verlaging is groter naar mate het areaal van het schijngrondwatersysteem ten opzichte van het areaal open water groter is en naarmate het schijngrondwatersysteem dikker is.

Naast bosaanplant kan de (grond)wateraanvulling in de (voormalige) stuifzanden, heiden en vennen als gevolg van vegetatiesuccessie zijn verminderd. In stuifzand neemt de verdamping door de vegetatie toe op het moment deze begroeid raken en meer humus gaan bevatten in de toplaag van de bodem. Momenteel zijn de meeste stuifzanden begroeid. In heiden neemt de verdamping toe als deze vergrassen met Pijpestrootje. Een dergelijke vergrassing is in het gebied sterk opgetreden. In de vennen zelf neemt de verdamping toe in geval van boomopslag en verruiging met Pitrus en Pijpestrootje.

##### **4.4.2 Lokale ontwatering**

De lokale ontwatering is reeds besproken in paragraaf 4.1.

#### **4.5 Conclusie per deelgebied**

Tabel 2 geeft een overzicht van de huidige, historische toestand, veranderingen van de omstandigheden en oorzaken van verdroging de vennen/ natte gebieden en de natuurontwikkelings-/ reservaatgebieden.

## 5 VISIE VOOR NATUURHERSTEL EN –ONTWIKKELING

### 5.1 Natuurstreefbeelden

#### 5.1.1 Uitgangspunten

Hoofduitgangspunt voor de keuze van natuurstreefbeelden is herstel en ontwikkeling van een heide- en stuifzandlandschap met vennen.

Specifieke uitgangspunten ten aanzien van de Bergerheide voor de keuze van de natuurstreefbeelden zijn de volgende:

- De meeste vennen in de Bergerheide zijn van oorsprong relatief zuur en werden daardoor overheerst door plantengemeenschappen van Klasse der hoogveenbulten en natte heiden en van de Klasse der hoogveenslenken. Plantengemeenschappen en plantensoorten van de Oeverkruidklasse hadden een marginaal aandeel (met uitzondering van het voorkomen van de weinig kritische Knolrus). Er worden daarom voor de meeste (voormalige) vennen streefbeelden voorgesteld waarin plantengemeenschappen van de Klasse der hoogveenbulten en natte heiden en van de Klasse der hoogveenslenken een belangrijk aandeel hebben. Binnen relatief zure vennen kan een tweedeling worden gemaakt in ongebufferde/ zure vennen en zeer zwak gebufferde/ matig zure vennen. In zeer zwak gebufferde/ matig zure vennen treedt buffering op of door toestroming van zeer zwak gebufferd grondwater of door sulfaatreductie in de onderwaterbodem van het ven.
- Deelgebieden met kwel uit het watervoerende pakket zullen een sterker gebufferd karakter hebben gehad. Hier zullen oorspronkelijk vegetaties van het Draadzeggeverbond een groot aandeel in hebben gehad en in geval van open-watervegetaties van de Oeverkruid-klasse.
- Er kan onderscheid gemaakt worden in vennen met een constant tot zwak fluctuerend peil en een matig tot sterk fluctuerend peil. De vennen met een constant tot zwak fluctuerend peil hebben de potentie tot verlanding en veenvorming, de vennen met een matig tot sterk fluctuerend peil zijn niet veenvormend.
- De terrestrische delen van de Bergerheide waren oorspronkelijk voedselarm en relatief zuur. Daardoor zullen in grondwaterafhankelijke delen vegetaties van natte heiden hebben overheerst.

Combinatie van deze uitgangspunten levert voor de Bergerheide zeven typen natuurstreefbeelden op. Aan deze streefbeelden ligt de ventypologie ten grondslag die door Kiwa in het kader van onderzoek naar indicatiewaarden van plantensoorten in vennen is opgesteld (Aggenbach et al., 1998). Deze typologie beschrijft de ventypen die op de hogere zandgronden van Nederland voorkomen. De streefbeelden worden in paragraaf 5.1.2 beschreven. De streefbeelden zijn beschreven door middel van gradiënten van standplaatscondities en vegetatietypen en de bijbehorende hydrologische processen. Tevens worden voor de meeste streefbeelden met een aquatische component de kenmerkende libel- en amfibiesoorten vermeld. De reden dat de streefbeelden in gradiënten zijn beschreven is dat het type gradiënt goed is in te schatten. De ruimtelijke verdeling van de verschillende delen van de gradiënt (terrestrische zone, amfibische zone, aquatische zone en zone met verlandingsvegetatie) in een deelgebied is niet goed in te schatten. Deze verdeling is namelijk sterk afhankelijk van de exacte freatische waterstand in de nieuwe situatie en het lokale reliëf.

Het streefbeeld wordt in eerste instantie bepaald door de keuze voor een bepaald soort natuur volgens de bovengenoemde criteria. Welke streefbeeld in een deelgebied mogelijk is hangt af van:

- de uitgangssituatie: de mate waarin standplaatscondities, vegetatietypen en plantensoorten aanwezig zijn;
- de keuze van de maatregelen en hun effecten;
- de standplaatscondities die op de langere termijn ontstaan na het nemen van bepaalde maatregelen.

Voor elk deelgebied is per type mogelijke maatregel bepaald welk natuurstreefbeeld zich ontwikkelt na het nemen van een bepaalde maatregel of een bepaald maatregelenpakket. Vaak is zijn meerdere maatregelen noodzakelijk om een bepaald natuurstreefbeeld te realiseren. Er is dus vanuit een aantal mogelijke opties voor maatregelpakketten vastgesteld welke natuurstreefbeelden haalbaar zijn.

## 5.1.2 Beschrijving van natuurstreefbeelden

### Natuurstreefbeeld 1: Ongebufferd/ zuur ven met matige tot sterke peilfluctuatie

*Ventype indicatorsoorten Vennen (Aggenbach et al., 1998)*

NHg1

#### *Hydrologie*

Het ven ligt in een schijngrondwatersysteem op een slechtdoorlatende leemlaag. De oppervlakte van het ven is relatief klein ten opzichte van de oppervlakte van de omgeving met het schijngrondwatersysteem. Hierdoor treedt tussen het venwater en het grondwater in de omgeving een sterke laterale uitwisseling op. In regenrijke periode treedt periodiek kwel in het ven op (de freatische grondwaterstand in de omgeving is dan hoger dan het venpeil) en in droge periode treedt sterke laterale stroming van venwater naar de omgeving op (het venpeil is dan hoger dan de freatische grondwaterstand in de omgeving).

#### *Standplaatsomstandigheden*

Het ventype komt voor in sterk uitgelopen dekzandgebieden. Door de ligging in dekzand is het ven ongebufferd en relatief voedselarm. Door de sterke peilfluctuaties valt vaak een groot deel van de venbodem droog. Dit leidt in de organische bodems tot verzuring door oxidatie van sulfiden en lichte mineralisatie. Door de zure omstandigheden is de mineralisatie wel laag. Op den duur hoopt zich daardoor organisch materiaal op. In natte laagtes kan de amfibische zone van dit streefbeeld ontbreken.

#### *Vegetatie*

In het hoge deel van de amfibische zone komt alleen de RG Pijpestrootje/ Veenmos [Klasse der Hoogveenslenken] voor en in het open water en het lage deel van de amfibische zone de RG Waterveenmos [Klasse der Hoogveenslenken]. In de randzone is meestal van laag naar hoog een scherpe overgang aanwezig van de Veenmosrijke subassociatie van de Dopheide-associatie/ associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies (op plagstukken) naar de typische subassociatie van de Dopheide-associatie naar de associatie van Struikheide en Kruiptrem.

#### *Fauna* (mondelinge mededeling J. Hermans)

Amfibieën: Poelkikker en Heikikker.

Libellen: Zwarte heidelibel, Geelvlakheidelibel, Venglanzemaker, Noordse witsnuitlibel.



## **Natuurstreefbeeld 2: Zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met matige tot grote peilfluctuatie**

*Ventype indicatorsoorten Vennen (Aggenbach et al., 1998)*

NHg2

### *Hydrologie*

Het ven ligt in een schijngrondwatersysteem op een slechtdoorlatende leemlaag. De oppervlakte van het ven is relatief klein ten opzichte van de oppervlakte van de omgeving met het schijngrondwatersysteem. Hierdoor treedt tussen het venwater en het grondwater in de omgeving een sterke laterale uitwisseling op. In regenrijke periode treedt periodiek kwel in het ven op (de freatische grondwaterstand in de omgeving is dan hoger dan het venpeil) en in droge periode treedt sterke laterale stroming van venwater naar de omgeving op (het venpeil is dan hoger dan de freatische grondwaterstand in de omgeving).

### *Standplaatsomstandigheden*

Door het (periodiek) optreden van kwel is de nutriëntenvoorziening en buffering iets beter dan bij het ongebufferde ventype. De hogere trofie hangt waarschijnlijk samen met een iets betere beschikbaarheid van kationen. Het water is zeer zwak gebufferd of ongebufferd maar wel matig zuur. Door de sterke peilfluctuaties valt vaak een groot deel van de venbodem droog. Dit leidt in organische bodems tot verzuring door oxidatie van sulfides en lichte mineralisatie. Door de zure omstandigheden is de mineralisatie wel laag. Op den duur hoopt zich daardoor organisch materiaal op.

### *Vegetatie*

In het open water is de Waterveenmos-associatie aanwezig met Klein blaasjeskruid en vaak een hoge bedekking van *Sphagnum denticulatum*. In het hoge deel van de amfibische zone komen de associatie van Veelstengelige waterbies (op geplagde delen) en de RG Pijpestrootje/ Veenmos [Klasse der Hoogveenslenken] voor en in een groot deel van de amfibische zone kan ook de RG Veelstengelige waterbies/ Veenmos [Oeverkruidklasse/ Klasse der Hoogveenslenken] voorkomen. Hier groeien Veelstengelige waterbies, Moerashertshooi en *Sphagnum denticulatum*. In de randzone is meestal van laag naar hoog een duidelijke gradiënt aanwezig. In geval van heide bestaat deze uit een overgang van de Veenmosrijke subassociatie van de Dopheide-associatie/ associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies (op plagstukken) naar de typische subassociatie van de Dopheide-associatie naar de associatie van Struikheide en Kruipbrem. In vennen die gevoed worden met lokaal grondwater wordt de randzone gekenmerkt door het voorkomen van een of meerdere soorten uit de groep van Beenbreek, Gevlekte orchis, Veldrus, Gagel, Riet en Holpijp. De eerste vijf genoemde soorten kunnen voorkomen in de Veenmosrijke subassociatie van de Dopheide-associatie. In de Bergerheide is het voorkomen van de laatste vier genoemde soorten niet waarschijnlijk.

### *Fauna (mondeline mededeling J. Hermans)*

Amfibieën: Poelkikker, Heikikker, Alpenwatersalamander (suboptimaal), eventueel Rugstreepad.

Libellen: Koraaljuffer, Maanwaterjuffer, Geelvlekwitsnuitlibel, Venwitsnuitlibel.

### **Natuurstreefbeeld 3: Zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met zwakke peilfluctuatie**

*Ventype indicatorsoorten Vennen (Aggenbach et al., 1998)*

NHk2 en NKk1z

#### *Hydrologie*

Het ven ligt in een klein of groter schijngrondwatersysteem op een slechtdoorlatende leemlaag. Een veel voorkomende hydrologische situatie in stuifduingebieden is de ligging van het ven in een schijngrondwatersysteem met een min of meer vlak freatisch vlak (geen duidelijk gradiënt aanwezig). Het oppervlak van het schijngrondwatersysteem buiten het ven is relatief klein ten opzichte van het venoppervlak. Er is dan een geringe laterale uitwisseling van water tussen het ven en de omgeving. In natte perioden is de freatische grondwaterstand in de omgeving hoger dan het venpeil waardoor periodiek kwel optreedt, in droge periode is de freatische grondwaterstand in de omgeving juist lager dan het venpeil waardoor geringe laterale afvoer optreedt. Een zeldzamere hydrologische situatie is de ligging in een groter schijngrondwatersysteem met een gradiënt in het freatisch vlak. Het ven 'snijdt' dit freatisch vlak aan, waardoor aan de zijde met een hoge freatische grondwaterstand permanente kwel optreedt en aan de zijde met een lage freatische grondwaterstand permanente afvoer (infiltratie) optreedt (bijvoorbeeld Duivelskuil).

#### *Standplaatsomstandigheden*

De nutriëntenvoorziening en buffering zijn iets beter dan bij ongebufferde ventypen. De hogere trofie hangt waarschijnlijk samen met een iets betere beschikbaarheid van kationen. Het water is zeer zwak gebufferd of ongebufferd maar wel matig zuur (pH 4,5-5,5). In drijvende verlandingsvegetatie in het vencentrum treedt door hydrologische isolatie verzuring op. Bij verlanding door drijvende vegetatie aan de venranden blijft de invloed van het grondwater sterk aanwezig, omdat kwel vooral aan de venranden uittreedt. Omdat de waterstand weinig fluctueert kunnen verlandingsbegroeiingen van veenmos ontstaan. Door de zeer zwak gebufferde/ matig zure omstandigheden is de CO<sub>2</sub>-spanning in het venwater hoog, wat gunstig is voor onder water groeiende veenmossen.

#### *Vegetatie*

Het open water wordt overheerst door *Sphagnum denticulatum*. Daarin groeien ook Klein blaasjeskruid, Drijvende egelskop, Duizendknoopfonteinkruid, Draadzegge, Snavelzegge, Stijve zegge en Waterdrieblad. Drijvende verlandingsvegetatie wordt gevormd door de Veenmosrijke subassociatie van de associatie van Draadzegge en Veenpluis. Hierin kunnen ook nog Duizendknoopfonteinkruid en Holpijp groeien. Op drijvende verlandingsvegetatie in het centrum van het ven kan de associatie van Veenmos en Snavelbies met dominantie van *Sphagnum recurvum* voorkomen. Op lage bulten in drijvende verlandingsvegetatie en op vast veen is de associatie van Gewone dophei en Veenmos aanwezig. Op de grens van drijvende verlandingsvegetatie en water groeit regelmatig Veelstengelige waterbies (RG Veelstengelige waterbies/ Veenmos [Oeverkruidklasse/ Klasse der Hoogveenslenken]). Van de omgeving in de richting van het ven is een geleidelijke droog/nat-gradiënt van heide aanwezig. Zie verder voor beschrijving van de heidevegetatie in de randzone bij *streefbeeld 2*.

#### *Fauna*

Amfibieën: Alpenwatersalamander, Heikikker, Poelkikker, Middelste groene kikker, Rugstreeppad.

Libellen: Maanwaterjuffer, Koraaljuffer, Geelvlekwitsnuitlibel, Venwitsnuitlibel.

#### **Natuurstreefbeeld 4: Zwak tot matig gebufferd ven met matig tot grote peilfluctuatie**

*Ventype indicatorsoorten Vennen (Aggenbach et al., 1998)*  
NHg2 en NHg31

##### *Hydrologie*

Dit ventype wordt door toestroming van relatief basenrijk grondwater vanuit het watervoerende pakket relatief sterk gebufferd. Dit treedt op in lage delen waar een slechtdoorlatende leemlaag ontbreekt en de grondwaterstand van het watervoerende pakket hoger is dan het venpeil. Het venpeil is matig tot sterk fluctuerend.

##### *Standplaatsomstandigheden*

Er heersen in het water en de amfibische zone zwak tot matig gebufferde, mesotrofe omstandigheden. In de randzone is naar hoger gelegen delen een gradiënt van relatief basisch naar zuur aanwezig, die samenhang met de infiltratie van regenwater en/of toestroming van basenarm freatisch grondwater vanuit de omgeving.

##### *Vegetatie*

In het open komt de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid voor. In de amfibische zone worden de associatie van Vlottende waterbies en de Associatie van Veelstengelige waterbies aangetroffen. In de randzone gaan deze begroeiingen over in een gradiënt van natte naar droge heide (zie voor beschrijving bij streefbeeld 1 en 2).

#### **Natuurstreefbeeld 5: Zwak tot matig gebufferd ven met zwakke peilfluctuatie**

##### *Hydrologie*

Dit ventype wordt door toestroming van relatief basenrijk grondwater vanuit het watervoerende pakket relatief sterk gebufferd. Dit treedt op in lage delen waar een slechtdoorlatende leemlaag ontbreekt en de grondwaterstand van het watervoerende pakket hoger is dan het venpeil. Het venpeil fluctueert zwak.

##### *Standplaatsomstandigheden*

Er heersen in het water en de amfibische zone zwak tot matig gebufferde, mesotrofe omstandigheden. In de randzone is naar hoger gelegen delen een gradiënt van relatief basisch naar zuur aanwezig, die samenhang met de infiltratie van regenwater en/of toestroming van basenarm freatisch grondwater vanuit de omgeving.

##### *Vegetatie*

In het open water komt een vegetatie van Fonteinkruiden voor. In delen met een minerale bodem waar op den duur organische stof ophoopt kunnen begroeiingen van het Kleine zeggen-verbond ontstaan. In delen van open water die verlanden komt het Verbond van Draadzegge voor. In de randzone gaan deze begroeiingen over in een gradiënt van natte naar droge heide (zie voor beschrijving bij streefbeeld 1 en 2).

#### **Natuurstreefbeeld 6: ongebufferde/ zure vochtige tot natte heide**

##### *Hydrologie*

In relatief lage delen (meestal bestaand uit dekzandruggen) stagneert in een schijngrondwatersysteem water boven een slechtdoorlatende leemlaag. Open wateren ontbreken.

#### *Standplaatsomstandigheden*

De bodem is vochtig tot nat, voedselarm en zuur. De grondwaterstandsfluctuaties zijn vrij groot.

#### *Vegetatie*

Op kale zandbodems komt de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies voor. Op den duur gaat deze gemeenschap over in de Dopheide-associatie. Op natte standplaatsen komen hiervan Veenmosrijke vormen voor. In hogere delen komen gradiënten naar de Associatie van Buntgras en Heidespurrie (op jong stuifzand) of de Associatie van Struikheide en Stekelbrem.

### **Natuurstreefbeeld 7: droge heide en stuifzand**

#### *Hydrologie*

De freatische waterstand bevindt zich diep onder maaiveld.

#### *Standplaatsomstandigheden*

De standplaats is droog, voedselarm en zuur.

#### *Vegetatie*

De vegetatie bestaat in oudere begroeiingen uit de Associatie van Struikheide en Stekelbrem. In geval van stuifzand ontwikkelt zich op gestabiliseerde bodems de Associatie van Buntgras en Heidespurrie.

### **Natuurstreefbeeld 8: akker met akkeronkruiden**

Wegens het voorkomen van hoge enkeerdgrond in deelgebied 8 van onderzoeksgebied 2 is dit natuurstreefbeeld een goede optie waarmee tevens wordt aangesloten op de cultuurhistorie van het gebied. Dit natuurstreefbeeld heeft tevens een hoge recreatieve waarde voor bezoekers.

#### *Hydrologie*

De freatische waterstand bevindt zich diep onder maaiveld.

#### *Standplaatsomstandigheden*

De bodem bestaat uit een hoge enkeerdgrond. De standplaats is droog, matig voedselrijk en matig zuur.

#### *Vegetatie*

Onkruidakker. Door eens in drie jaar in een lage dichtheid Rogge in te zaaien en jaarlijks ploegen wordt een kansrijk milieu voor akkeronkruiden geschapen.

## 5.2 Kansrijkdom van de streefbeelden

Streefbeelden 1, 2 en 6 zijn voor veel vennen en laagtes in de Bergerheide in de bestaande natuurgebieden zeer kansrijk. Omdat deze streefbeelden kunnen worden ontwikkeld bij matige tot sterke waterstandsfluctuaties, is dus geen stabilisering van de waterstand noodzakelijk. Vermoedelijk kan in de meeste deelgebieden met verwijdering van de lokale drainage het gewenste waterstandsregime worden gerealiseerd. Door herstelbeheer met behulp van plaggen kunnen de gewenste lage voedselrijkdom en lokaal zeer zwak gebufferde/ matig zure omstandigheden worden gecreëerd. Uit de resultaten in recente plagplekken in vergraste heide blijkt dat de kenmerkende soorten van natte heidegemeenschappen snel verschijnen. Met andere woorden de potenties in de huidige heiden voor deze streefbeelden zijn zeer hoog. Indien vernatting kan worden gerealiseerd kunnen de grondwaterafhankelijke delen van deze streefbeelden zich in areaal uitbreiden. In de huidige landbouwenclaves is en de sterk geëutrofiëerde vennen (Rondven) zijn de potenties minder groot. Hier is realisatie van de natuurstreefbeelden afhankelijk van het ontstaan van voedselarme omstandigheden en in hoeverre soorten zich kunnen vestigen vanuit de zaadbank of door aanvoer van zaden uit de omgeving. De kans op terugkeer van doelsoorten is groter als het oude maaiveld met de oude zaadbank in dichtgeschoven laagtes kan worden bloot gelegd. Doorgaans bevat de zaadbank in akkers weinig levensvatbare zaden van de bijzondere doelsoorten. Als in de directe omgeving doelsoorten voorkomen is de kans op vestiging ook groter: met name als zaden zich kunnen verspreiden via water op het maaiveld of via grazend vee (in vacht of uitwerpselen).

Streefbeeld 3 is twee vennen (Duivelskuil en Lelieven) reeds in redelijke staat ontwikkeld. In verdroogde vennen en momenteel te droge vennen met een te sterk fluctuerend waterpeil hangt het ontstaan van dit streefbeeld sterk af van de mate waarin hydrologisch herstel optreedt (stijging waterstand, afname waterstandsfluctuatie). In de huidige landbouwgebieden kan na oppervlakkig afgraven en in het sterk geëutrofiëerde Eendenmeer en Rondven kan na baggeren de voedselrijkdom nog te hoog zijn voor Veenmosverlanding.

Voor streefbeeld 4, 5 en 6 hangt de kansrijkdom ook sterk af in hoeverre na oppervlakkig afgraven een lage voedselrijkdom wordt gerealiseerd. Gedurende een periode na de plag- en graafwerkzaamheden is daarom verschrallend overgangsbeheer (maaïen en afvoeren maaisel) noodzakelijk zover de waterstand dat toelaat. In het Driessenven zal streefbeeld 4 bovendien vermoedelijk maar tijdelijk kunnen worden gerealiseerd. Op den duur zullen zwak gebufferde omstandigheden hier verdwijnen door verzuring van dit infiltrerende vensysteem. De kansrijkdom is niettemin redelijk omdat er in het Driessenven nu al een aantal doelsoorten van streefbeeld 4 voorkomen. De kansrijkdom van streefbeeld 5 is zeer laag omdat (1) het de vraag is of kwel van basenhoudend grondwater vanuit het 1e watervoerende pakket kan worden gerealiseerd en (2) het zeer de vraag is of doelsoorten (soorten van het Draadzegge-verbond) zich vanuit de zaadbank of van elders kunnen vestigen. Vestigingskansen van soorten van het Kleine zeggen-verbond zijn daarentegen beter.

Streefbeeld 7 dat grondwateronafhankelijk zal in nooit bemeste delen gemakkelijk kunnen worden gerealiseerd. In de akkers kan na oppervlakkig afgraven de voedselrijkdom een belemmering zijn. Daarom is overgangsbeheer (maaïen en afvoeren) noodzakelijk. In grote percelen vormt kolonisatie van plantensoorten een probleem. Beweidings met een gescheperde kudde kan zorgen voor zaadverspreiding. Dit geldt ook voor de andere natuurstreefbeelden.

Voor streefbeeld 8 kan het ontbreken en aanvoer van zaden van akkeronkruiden mogelijk een probleem zijn. Een optie is het inbrengen van geoogst zaad uit andere

akkeronkruidreservaten met een vergelijkbaar milieutype (kalkarm zand). Men moet dan alert zijn dat er geen cultivars van akkeronkruiden worden ingebracht.

## **5.3 Mogelijke maatregelen**

### **5.3.1 Bestrijding verdroging**

De volgende hydrologische maatregelen zijn mogelijk voor vernatting:

- 1 Verhoging van de stijghoogte in het watervoerende pakket door beëindiging van de drainage van dit pakket door de zandwinning Bergerheide en door beëindiging van de grondwaterwinning Bergen. Indien de drainage volledig kan worden gestopt levert dat in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied een stijging op van 70 cm en in het noordelijk deel van 15 cm;
- 2 Verhoging van de stijghoogte in het watervoerende pakket door peilverhoging in beken en de landbouwgebieden buiten het onderzoeksgebied (gebieden aan de oostzijde). Dit levert een stijging op van 10 tot 40 cm);
- 3 Verwijderen van de lokale ontwatering in het onderzoeksgebied. Vooral landbouwenclaves worden sterk ontwaterd. Hierdoor zal in de gedraineerde delen de freatische stand in de zomer sterk (ca. 0,5-1,0 m) stijgen en nemen de fluctuaties van de freatische stand af;
- 4 Verwijderen van dennenbos-aanplanten in de omgeving van vennen of natte gebieden. Teneinde een geschikte, voedselarme uitgangssituatie voor stuifzand en heide te creëren is, plaggen noodzakelijk

De maatregelen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6.

Neveneffect van vernatting is dat de mineralisatie van organisch materiaal verminderd, waardoor de voedselrijkdom afneemt.

### **5.3.2 Bestrijding van eutrofiëring**

Voor herstel van voedselarme omstandigheden zijn de volgende maatregelen mogelijk:

- Uitbaggeren van de organische bodem en veen in de waterzone en amfibische zone van sterk geëutrofiëerde vennen en het eenmalig uitpompen van venwater indien hiervan de nutriëntenconcentraties (extreem) hoog zijn.
- Plaggen en oppervlakkig afgraven van (voormalige) landbouwpercelen in reservaat- en natuurontwikkelingsgebieden gevolgd door overgangsbeheer (maaien en afvoeren van maaisel) gedurende 6 tot 12 jaar. Er wordt dan enkele decimeters van de bodem verwijderd. In geval percelen geëgaliseerd zijn, worden dichtgeschoven laagten tot het oorspronkelijke maaiveld uitgegraven. Voorafgaand aan het plaggen en afgraven kan gedurende één jaar een gewas worden geteeld zonder bemesting. Daarmee worden extra nutriënten aan de bodem onttrokken.
- Plaggen van vergraste heide ten einde de geëutrofiëerde toplaag en vergraste vegetatie te verwijderen.

Het verwijderen van bos of boomopslag als maatregel om eutrofiëring tegen te gaan is bijna nergens nodig. Bij het Eendenmeer dient wel boomopslag te worden verwijderd ten gunste van korte venvegetatie.

## 5.4 Visie voor herstel en ontwikkeling van natte natuur

Voor herstel en ontwikkeling van natte natuur in het onderzoeksgebied zijn grofweg twee opties:

- **basisoptie:** gedeeltelijk hydrologisch herstel en herstel van voedselarme omstandigheden door middel van lokale maatregelen;
- **aanvullende optie:** vergaand hydrologisch herstel door zowel lokale hydrologische maatregelen als maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket beïnvloeden.

Onder lokale maatregelen worden verstaan: het verwijderen van alle lokale drainage in natuur-, natuurontwikkelings- en reservaatgebieden, het omvormen van bos naar heide en stuifzand in de omgeving van vennen en laagtes die in een bosrijke omgeving liggen en het oppervlakkig afgraven, plaggen van de bodem of baggeren van vennen. Onder maatregelen die de stijghoogte in het watervoerende pakket verhogen vallen stoppen van de drainerende werking van de zandwinning Bergerheide, beëindiging van de grondwaterwinning Bergen (door WML reeds gepland in de periode van ca. 2010-2020; leidt tot 5-20 en >20 cm stijging in groot deel van onderzoeksgebied 1) en het verhogen van sloot- en beekpeilen in het landbouwgebied ten oosten van het onderzoeksgebied. Het uitvoeren van maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket verhogen heeft voor de meeste deelgebieden alleen zin als ze op zijn minst gepaard gaan met verwijdering van de lokale drainage en maatregelen die leiden tot een voedselarm milieu (oppervlakkig afgraven, plaggen van de bodem of baggeren van vennen). Daarom vormen de maatregelen die de stijghoogte van het watervoerende pakket verhogen een aanvullende optie op de basisoptie met de lokale maatregelen. In een aantal gebieden zal vermindering van de verdamping door omvorming van Dennenbos naar heide en stuifzand noodzakelijk zijn voor herstel van de hydrologie.

Zowel bij de hydrologische maatregelen van de basisoptie als van de aanvullende optie zijn voor realisering van alle natuurstreefbeelden (zie paragraaf 5.1.2) maatregelen noodzakelijk die een voedselarm milieu herstellen. In veel deelgebieden zijn deze maatregelen bij beide opties noodzakelijk. Deze maatregelen bestaan uit het baggeren van vennen, oppervlakkig afgraven van voormalige landbouwpercelen en het plaggen van vergraste heide en delen waar bos is gekapt.

De meeste lokale maatregelen kunnen in de gebieden met een bestemming als natuur worden genomen. Daardoor zullen deze maatregelen weinig conflicteren met andere belangen (landbouw, woningen). Voorwaarde is wel dat belangrijke locaties voor natuurontwikkeling die momenteel onder een vast pachtcontract vallen, onttrokken kunnen worden aan agrarisch gebruik. Om in onderzoeksgebied 1 tot grootschalige vernatting en natuurontwikkeling/herstel te realiseren, dienen de huidige vaste pachtcontracten in de deelgebieden 1, 3 en 14 te worden verbroken. In het sterk ontwaterde deelgebied 5 van onderzoeksgebied 2 is momenteel geen natuurontwikkelings- of reservaatgebied aangewezen. Gezien de hydrologische potenties in dit deelgebied zou grondverwerving ten behoeve van natuurontwikkeling een grote prioriteit moeten krijgen in het beleid. De meest effectieve maatregel die de stijghoogte van het 1e watervoerende pakket verhoogt, is beëindiging van de drainerende werking van de zandgroeven 't Leuken en Reijnderslooi en beëindiging van



de grondwaterwinning Bergen. Beëindiging van de grondwaterwinning is door WML gepland in de periode 2010-2020. Een andere effectieve maatregel is vermoedelijk opheffen van de sterke ontwatering in deelgebied 5 van onderzoeksgebied 2. Dit pleit ook voor verwerving van dit deelgebied ten behoeve van natuurontwikkeling. Verhoging van de sloot en beekpeilen in landbouwgebieden buiten het onderzoeksgebied zal vermoedelijk op grote schaal moeten worden uitgevoerd om voor het onderzoeksgebied substantieel effect te hebben.

Tabel 2 geeft een overzicht van de mogelijke maatregelen per deelgebied en de natuurstreefbeelden die daarmee gerealiseerd worden. Als onderbouwing zijn de resultaten van de systeemanalysen in deze tabel samengevat (bovenaan). De maatregelen staan onder aan de tabel. Op de twee onderste regels worden voor basisoptie en de aanvullende optie de haalbare streefbeelden vermeld. Onzekerheden worden weergegeven met een vraagtekens.

De basisoptie levert vaak de streefbeelden 'zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met grote peilfluctuatie op' (streefbeeld 2), 'onbufferde/ zure vochtige tot natte heide' (streefbeeld 6) en 'droge heide en stuifzand' (streefbeeld 7) op. De basisoptie heeft dus een aanzienlijk effect. De verschillen tussen de twee opties zijn als volgt. Optie 2 levert vaker (in 3 tot 5 deelgebieden) het streefbeeld 'zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met zwakke peilfluctuatie op' (streefbeeld 3) dan optie 1. Dit streefbeeld komt dan in de plaats voor het streefbeeld 'zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met grote peilfluctuatie op' (streefbeeld 2). Daarnaast kan in geval in een deelgebied kwel uit het watervoerende pakket gaat optreden bij optie 2 het streefbeeld 'zwak tot matig gebufferd ven met zwakke peilfluctuatie' (streefbeeld 5) mogelijk worden. Streefbeeld 3 en 5 behoren tot de meest waardevolle streefbeelden. Voor een aanzienlijk aantal deelgebieden (7) leidt optie 2 niet tot een ander streefbeeld.

## 5.5 Globale inschatting effecten van maatregelen op landbouw

De effecten zijn globaal ingeschat voor beide opties van maatregelen (zie paragraaf 5.4).

### *Basisoptie*

In de landbouwpercelen ten westen van het deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2 zal vermoedelijke sterke vernattingschade aan landbouw en mogelijk aan een huis optreden. Doordat de meeste landbouwenclaves worden verworven als reservats- of natuurontwikkelingsgebied zal er verder op termijn geen of nauwelijks schade aan landbouw optreden.

### *Aanvullende optie*

De effecten binnen het onderzoeksgebied zijn als volgt:  
De effecten die optreden bij de basisoptie in de landbouwpercelen ten westen van deelgebied 6 in onderzoeksgebied 2 zullen zeer sterk zijn. De effecten buiten het onderzoeksgebied zullen in geval van peilverhogingen in landbouwgebieden op grote schaal tot landbouwschade leiden. Het oppervlak waarover en mate waarin opbrengstdepressie optreedt, is sterk afhankelijk van de wijze waarop maatregelen in de oppervlaktewaterhuishouding worden uitgevoerd.

## 5.6 Overwegingen en keuzen voor opties van maatregelen

De keuze van de maatregelpakketten is gebaseerd op een selectie van natuurdoeltypen waarvan de realisatie haalbaar wordt geacht.

De begeleidingscommissie kiest er voor om de basisoptie die bestaat uit lokale maatregelen in het natuurgebied (paragraaf 5.4), de natuurontwikkelingsgebieden en reservaatgebieden zonder meer te gaan uitvoeren. Reden hiervoor is dat deze maatregelen altijd noodzakelijk zijn om natuurherstel in de deelgebieden te realiseren. Deze lokale maatregelen kunnen over het algemeen ook gemakkelijk gerealiseerd worden zonder dat andere belangen worden geschaad. Er wordt daarom gestreefd naar een uitvoering op de korte termijn (binnen 5 jaar).

De begeleidingscommissie heeft de wens om de aanvullende optie op termijn uit te voeren. Deze optie bestaat uit maatregelen die de stijghoogte in het watervoerende pakket verhogen (vermindering van de drainage door de zandwinplassen en verminderde ontwatering in agrarische gebieden buiten het onderzoeksgebied). Omdat zulke maatregelen grote consequenties hebben voor andere belangen (met name de agrarische sector) en grote investeringen met zich meebrengen dient de haalbaarheid onderzocht te worden. Zulk onderzoek dient in een breder verband te worden opgepakt. Wellicht zijn er mogelijkheden binnen het kader van het toekomstige Nationaal Park De Maasduinen. Regionale maatregelen zullen namelijk niet alleen positief uitstralen op de Bergerheide maar zullen ook gunstige effecten hebben op aangrenzende natuurgebieden, zowel binnen en als zelfs buiten de grenzen van het toekomstige Nationaal Park.

*Tabel 2 Samenvatting per deelgebied van hydro-ecologische systeemanalyse en opties voor streefbeelden met bij behorende maatregelen.*

*Toelichting op de tabel*

Boven in de tabel wordt de toestand in de huidige en historische situatie (1950-1960, 1842-43 en 1802-1805) beschreven. Vervolgens worden de vastgestelde veranderingen gepresenteerd (+ = zwakke verandering, ++ = sterke verandering) en de oorzaken van verdroging (+ = zwak verdrogend effect, ++ = sterk verdrogend effect). Daarna wordt per type maatregel aangegeven welk streefbeeld kan worden ontwikkeld. Indien een streefbeeld een combinatie van maatregelen nodig heeft wordt dit ook weergegeven. Tot slot wordt voor zowel de basisoptie als de aanvullende optie voor natuurherstel- en ontwikkeling aangegeven welk natuurstreefbeeld kan worden ontwikkeld. De basisoptie bestaat uit lokale maatregelen, de aanvullende optie die samen met de basisoptie wordt uitgevoerd bestaat uit maatregelen in de waterhuishouding die de stijghoogte in het watervoerend pakket beïnvloeden.

*Legenda hydrologische systeemtypen*

- A Ondiepe leemlaag aanwezig met daarboven freatisch grondwater. Stijghoogte in het watervoerende pakket reikt permanent tot aan de leemlaag.
- B Ondiepe leemlaag aanwezig met daarboven freatisch grondwater. Stijghoogte in het watervoerende pakket reikt periodiek tot aan de leemlaag.
- C Ondiepe leemlaag aanwezig met daarboven freatisch grondwater. Stijghoogte in het watervoerende pakket reikt nooit tot aan de leemlaag.
- D Ondiepe leemlaag afwezig. Het freatisch grondwater maakt deel uit van het watervoerende pakket.

*Legenda natuurstreefbeelden*

- 1 Ongebufferd/ zuur ven met matige tot sterke peilfluctuatie
- 2 Zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met matige tot grote peilfluctuatie
- 3 Zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met zwakke peilfluctuatie
- 4 Zwak tot matig gebufferd ven met matig tot grote peilfluctuatie
- 5 Zwak tot matig gebufferd ven met zwakke peilfluctuatie
- 6 Ongebufferde/ zure vochtige tot natte heide
- 7 Droge heide en stuifzand
- 8 Akker met akkeronkruiden

Gebied		Eendenmeer	Driessenven en aangrenzende noordwestelijk ven	Letieven met aangrenzende natte heide	Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B) en aangrenzende natte heide	Rondven en aangrenzen voormalig akker
Nummer deelgebied						
Nummer onderzoeksgebied		1	1	1	1	1
Huidige toestand		relatief basisch, sterk NPK-eutroof ven met relatief grote peilfluctuatie, zeer lokaal relatief zuur, voedselarme hoogveenvegetatie met kleine fluctuatie tov maaveld, langsven smalle zone natte tot vochtige heide	zeer zwak tot matig gebufferd, NPK-eutroof ven met relatief grote peilfluctuatie	onbufferd, mesotroof tot zwak eutroof ven; natte tot vochtige heide deels vergrast	onbufferd mesotroof tot zwak eutroof ven; natte tot vochtige heide	relatief basisch, NPK-eutroof
Toestand jaren '50/80		overwegend relatief zuur, voedselarm ven met kleine peilfluctuatie, meerdere veenmosveranderingen, lokaal beginnende NPK-eutrofiering	Driessenven: ontwaterd landbouwgebied	onbufferd tot zeer zwak gebufferd, voedselarm ven; natte tot vochtige heide	onbufferd tot zeer zwak gebufferd, voedselarm ven; natte tot vochtige heide	?
Weergave topografische kaart 1842-43		1 groot open water/ nat terrein	1 groot open water/ nat terrein			
Weergave topografische kaart 1802-1805		1 groot open water	1 groot open water			
Hydrologisch systeemtype	huidige situatie	B	B en C	C	B	B en evt. ook C
	voor 1970	B	B en C	B	B	C en evt. ook B
Contact grondwater 1e watervoerende pakket met leemtaag	huidige situatie	gering maar minder vaak	regelmatig tot niet	incidenteel	incidenteel	?
	voor 1970	gening	regelmatig tot vrijwel permanent	langdurig	langdurig	?
Vastgestelde veranderingen	verlaging freatische stand	+1951/54-1999		+?	+?	++
	toename fluctuatie freatische stand	+1951/54-1999		+?	+?	++
	stijging freatische stand		++ sinds 1987			
	verzuring		+ langzaam sinds 1986	+?		
	alkalinisering	+1951/68-1997	++ tot 1986			++
	NH4-eutrofiering			+	+	
NPK-eutrofiering	+1951/68-1997	++ tot 1986			++	
Verlaging WVP begin jaren '70 (cm)		ca. 70	ca. 70	ca. 70	ca. 80	ca. 70
Bijdrage van oorzaken aan verlaging WVP (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	verlaging WVP door zandwinning Bergerheide (cm; op basis van modelberekening TNO, 1990)	+; 10-20	++; 20-40	++; 50-70	++; 50-70	++; 50-60
	verlaging WVP door waterwinning Bergen (cm; op basis van Oranjewoud, 1982)	ca. 5	+; 15-20	+; ca. 20	+; ca. 15	+; 15-20
	verlaging WVP door ruitverkavelingen	+++; 10-30 (laagte Gocherveen)	+++; 10-30 (laagte Gocherveen)	+++; 10-30 (laagte Gocherveen)	+++; 10-30	+++; 10-30 (laagte Gocherveen)
	verlaging WVP door drainage aangrenzende landbouw-gebieden	++ deelgebied 5 en 6 in onderzoeksgebied 2 en ?deelgebied 13 in onderzoeksgebied 1	(Gocherveen)	(Gocherveen)		(Gocherveen)
Ingrepen die direct ingrijpen op de freatische stand (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	lokale ontwatering		+? terrein aan zuidwestkant en landbouwenclave aan noordzijde	++ door ontwatering in deelgebieden 1 en 2 van onderzoeksgebied 1 (verlaging laagste freatische standen)	+ door diepe sloten aan oostzijde periodiek (waarschijnlijk vooral vroeger een ontwaterend effect)	++ door sloten in gebied
	aanplant dennenbos	+ alleen bos aanplant aan noordzijde				
Streefbeeld bij maatregel		M0: geen maatregelen	geen van de streefbeelden mogelijk	3 zwak ontwikkeld	2 alleen in heidegradient	geen van de streefbeelden mogelijk
aanvullende pakket	M1a: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	3 in combinatie met M2?, M3, M5	3 in combinatie met Mb, M3 en M6	niet noodzakelijk voor ontwikkeling van 3	3 in combinatie met M3 en M5 herstel ven	3 in combinatie met M2?, M3, M5 en M6
	M1b: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	3 in combinatie met M1a, M2?, M3, M5	3 in combinatie met M1a, M3 en M6	niet noodzakelijk voor ontwikkeling van 3	3 in combinatie met M1a, M3 en M5 herstel ven	3 in combinatie met M1a, M2?, M3, M5 en M6
	M2: verhoging peilen in landbouwgebieden buiten onderzoeksgebied	2 in combinatie met M5, 3 in combinatie met M1a, M3 en M5	3 in combinatie met M1, M3 en M6	niet noodzakelijk voor ontwikkeling van 3		3 in combinatie met M1?, M3, M5 en M6
basispakket	M3: verwijderen lokale ontwatering	2/3? in combinatie met M5; 3 in combinatie met M1a, M2? en M5	2 in combinatie met M6	3 sterk ontwikkeld	2 herstel ven; 3 in combinatie met M1 en M5 herstel ven	2 in combinatie met M5 en M6; 3 in combinatie met M1?, M2?, M5 en M6
	M4: verwijderen dennenbos in omgeving (inclusief plaggen)	2/3? levert geringe bijdrage, alleen effectief in combinatie met M2?, M3, M5				
	M5: uitbaggeren ven en oevers	2/3?; 3 in combinatie met M1a, M2, M3, M4			2 herstel ven; 3 in combinatie met M1 en M3 herstel ven	2 in combinatie met M6; 3 in combinatie met M1?, M2?, M3 en M6
	M6: plaggen/ oppervlakkig afgraven		2 in combinatie met M3; 3 in combinatie met M1 en M3			2; 3 in combinatie met M1?, M2? en M3
	M7: plaggen randzone	2/3? herstel heidegradient	2/3/5 herstel heidegradient	3 voor verdere ontwikkeling heidegradient	2/3 voor verdere ontwikkeling heidegradient	
Natuurstreefbeeld bij:	basisoptie	2/3?	2	3	2	2
	aanvullende optie	2 of 3	3	3	3	2 of 3

Gebied		Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide	Landbouw enclave Bergerheide	Natuurontwikkelingsgebied Wolfsven
Nummer deelgebied		2 en 3	4, 8 en 9	5, 7, 8, 9 en 12	13	14
Nummer onderzoeksgebied		1	1	1	1	1
Huidige toestand		akker	landbouw	landbouw	landbouwgebied	landbouwgebied
Toestand jaren '90/60						
Weergave topografische kaart 1842-43			in deelgebied 4 en 6 en ten noorden van deelgebied 9 klein open water/ nat terrein		2 open wateren/ nat terrein	
Weergave topografische kaart 1802-1805		in zuidelijk deel deelgebied 3 open water	in deelgebied 4 en 6 klein open wateren		1 groot open water	nat terrein dat zich in oostelijke richting voortzet
Hydrologisch systeemtype	huidige situatie	C	B?	B?	B/C of D	D
	voor 1970	B	B?	B?	B/C of D	D
Contact grondwater: 1e watervoerende pakket met teemaag	huidige situatie	niet-incidenteel	?	?	?	nvt
	voor 1970	langdurig	?	?	?	nvt
Vastgestelde veranderingen	verlaging freatische stand	++	++		++	++
	toename fluctuatie freatische stand	++	++		++	++
	stijging freatische stand					
	verzuring					
	alkalinisering	++	++	++	++	++
	NH4-eutrofiëring					
NPK-eutrofiëring	++	++	++	++	++	
Verlaging WVP begin jaren '70 (cm)		ca. 70-80	ca. 50	ca. 50	ca. 70	ca. 80
Bijdrage van oorzaken aan verlaging WVP (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	verlaging WVP door zandwinning Bergerheide (cm, op basis van modelberekening TNO, 1990)	++; 60-150	+?; 10-20	+?; 10-20	+?; ca. 20	++; 50-110
	verlaging WVP door waterwinning Bergen (cm, op basis van Oranjewoud, 1992)	+; 5-15	++?; > 20	++?; 20 en > 20	+?; 10-15	+; ca. 5
	verlaging WVP door ruilverkavelingen	+/+; 10-30 (laagte Gocherveen)	+?/++?; 10-30	+?/++?; 10-30	+?/++?; 10-30 (laagte Gocherveen)	+/++?; minstens 10-20, vermoedelijk meer (ontwatering in gebied zelf)
	verlaging WVP door drainage aangrenzende landbouw-gebieden	(Gocherveen)				++ in overige delen Wolfsven
Ingrepen die direct ingrijpen op de freatische stand (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	lokale ontwatering	++ door sloten in gebied	++ door sloten in (de buurt van) gebied		+ door sloten in gebied	++ door sloten in gebied
	aanplant dennenbos		++	++		+
Streefbeeld bij maatregel:		M0: geen maatregelen	geen van de streefbeelden mogelijk	geen van de streefbeelden mogelijk	geen van de streefbeelden mogelijk	geen van de streefbeelden mogelijk
aanvullende pakket	M1a: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	deelgebied 2: 3 in combinatie met M3 en M6; deelgebied 3: 3/6 in combinatie met M3 en M6	2/3?/6/ in combinatie met M1b, M3, M4 en M6		?	3/6 in combinatie met M2, M3 en M6
	M1b: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	deelgebied 2: 3 in combinatie met M1a, M3 en M6; deelgebied 3: 3/6 in combinatie met M3 en M6	2/3?/6/ in combinatie met M1a, M3, M4 en M6		?	3/6 in combinatie met M1a, M2, M3 en M6
	M2: verhoging peilen in landbouwgebieden buiten onderzoeksgebied					2/6 in combinatie met M1, M3 en M6
basispakket	M3: verwijderen lokale ontwatering	deelgebied 2: 2 in combinatie met M6; deelgebied 3: 2/6 in combinatie met M6	2/6 in combinatie met M4 en M6		2/3 in combinatie met M6	2/6 in combinatie met M2 en M6
	M4: verwijderen dennenbos in omgeving (inclusief plaggen)		2/6 in combinatie met M3 en M6	7 uitbreiding		
	M5: uitbaggeren van oevers					
	M6: plaggen/ oppervlakkig afgraven	deelgebied 2: 2 in combinatie met M3; deelgebied 3: 2/6 in combinatie met M3	2/6 in combinatie met M3 en M4	7	2/3 in combinatie met M3	2/6 in combinatie met M2 en M3
	M7: plaggen randzone					
Natuurstreefbeeld bij:	basisoptie	deelgebied 2: 2; deelgebied 3: 2/6	2/6	7	2 of 3	2/6
	aanvullende optie	deelgebied 2: 3; deelgebied 3: 3/6	2/3?/6	7	?	3/6

Gebied	Natte heide ten oosten van Springberg	Duirveiskuil	Natuurontwikkelingsgebied den Berkenkarp	Beheergebied Relatienota	Natuurgebied ten noorden van Eendenmeer
Nummer deelgebied	15		1, 2, 3	5	8
Nummer onderzoeksgebied	1	2	2	2	2
Huidige toestand	natte tot vochtige heide	relatief zure venen met vergraste natte tot vochtige heide, lokaal veenmosverlanding, kleine tot relatief grote peilfluctuatie, een ven NH4-eutroof	landbouwgebied	landbouw	akker en droog dennenbos
Toestand jaren '50/60	?	venen met natte tot vochtige heide, lokaal veenmosverlandingen, kleine peilfluctuatie, een ven NPK-eutroof			
Weergave topografische kaart 1842-43		1 klein open water/ nat terrein		1 groot open water/ nat terrein	in laagte 3 open wateren/ nat terreinen
Weergave topografische kaart 1802-1805		smalle strook nat terrein		1 groot nat terrein in noordelijk deel en 1 klein nat terrein in zuidelijk deel	in noordwestelijk deel 1 groot nat terrein
Hydrologisch systeemtype	huidige situatie	C	B	C	D
	voor 1970	B	B	C	D
Contact grondwater 1e watervoerende pakket met leemlaag	huidige situatie	regelmatig	regelmatig maar minder vaak		nvt
	voor 1970	nooit	regelmatig		nvt
Vastgestelde veranderingen	verlaging freatische stand	?	+ 1953/68-1999	++?	++
	toename fluctuatie freatische stand	?	? 1953/68-1999	++?	++
	stijging freatische stand				
	verzuring		+ recent		
	alkalinisering		+ 1953/54->1968	++	++
	NH4-eutrofiëring		+ recent		
	NPK-eutrofiëring		+ 1953/54->1968	++	++
Verlaging WVP begin jaren '70 (cm)	ca. 80	ca. 25	ca. 30	ca. 50	ca. 70
Bijdrage van oorzaken aan verlaging WVP (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	verlaging WVP door zandwinning Bergerheide (cm, op basis van modelberekening TNO, 1990)	++ ca. 130	<5	<5	<5
	verlaging WVP door waterwinning Bergen (cm, op basis van Oranjewoud, 1982)	+ ca. 5	<5	<5	+ ca. 5
	verlaging WVP door ruilverkavelingen	+ 10-20?	++ ca. 40 (dal van Eckeltse beek en deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2)	ca. 40	++ 10-30; max 40 (ontwatering ook in gebied zelf)
	verlaging WVP1 door drainage aangrenzende landbouw-gebieden		(dal van Eckeltse beek en deelgebied 5 in onderzoeksgebied 2)		+++ ontwatering in deelgebied 5 van onderzoeksgebied 2
Ingrepen die direct ingrijpen op de freatische stand (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	lokale ontwatering	+++ sloten en rabatten in gebied			++ door sloten in het gebied (draagt ook sterk bij aan lokale verlaging WVP)
	aanplant dennenbos	++	+	++	+
Streefbeeld bij maatregel:	M0: geen maatregelen	6	3 zwak ontwikkeld	geen van de streefbeelden mogelijk	geen van de streefbeelden mogelijk
aanvullende pakket	M1a: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	2 in combinatie met M3? en M4	3? maatregel heeft nauwelijks effect		5 in combinatie met M3 en M6
	M1b: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergerheide	2 in combinatie met M1a, M3? en M4			3 of 5 in combinatie met M1b, M2, M3 en M6
	M2: verhoging peilen in landbouwgebieden buiten onderzoeksgebied				3 of 5 in combinatie met M1, M3 en M6
basispakket	M3: verwijderen lokale ontwatering	2 in combinatie met M1 en M4			2 in combinatie met M6; 3 of 5 in combinatie met M1, M2 en M6
	M4: verwijderen dennenbos in omgeving (inclusief plaggen)	2 in combinatie met M3 en eventueel M1	3		
	M5: uitbaggeren ven en oevers		3 alleen zuidelijke ven		
	M6: plaggen/ oppervlakkig afgraven	6 uitbreiding		7	5 in combinatie met M3
	M7: plaggen randzone	6 uitbreiding	3 herstel heidegradient		2 in combinatie met M3; 3 of 5 in combinatie met M1, M2 en M3
Natuurstreefbeeld bij:	basisoptie	2/6	3	7	5
	aanvullende optie	2	3	7	5

Gebied		Laagte bij Eckeltse Bergen	Reservaatgebied Heukelomsche heide
Nummer deelgebied		7	8
Nummer onderzoeksgebied		2	2
Huidige toestand		?	landbouwgebied
Toestand jaren '90/80			
Weergave topografische kaart 1842-43			
Weergave topografische kaart 1802-1805		1 klein nat terrein	
Hydrologisch systeemtype	huidige situatie	D?	?
	voor 1970	D?	?
Contact grondwater te watervoerende pakket met leemlaag	huidige situatie	nvt?	?
	voor 1970	nvt?	
Vastgestelde veranderingen	verlaging freatische stand	?	???
	toename fluctuatie freatische stand	?	???
	stijging freatische stand		
	verzuring		
	alkalinisering		++
	NH <sub>4</sub> -eutrofiëring	?	++
NPK-eutrofiëring	?	++	
Verlaging WVP begin jaren '70 (cm)		ca. 70	ca. 30
Bijdrage van oorzaken aan verlaging WVP (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	verlaging WVP door zandwinning Bergeheide (cm; op basis van modelberekening TNO 1990)	<5	<5
	verlaging WVP door waterwinning Bergen (cm; op basis van Cranjewoud, 1992)	<5	<5
	verlaging WVP door ruilverkevelingen	+?/+?: 10-30; max 40 (Gocheveen)	++?: ca. 40
	verlaging WVP1 door drainage aangrenzende landbouw-gebieden		
Ingrepen die direct ingrijpen op de freatische stand (met + en ++ wordt verdrogend effect op het deelgebied gekwalificeerd)	lokale ontwatering	?	
	aanplant dennenbos	?	++
Streefbeeld bij maatregel:	M0: geen maatregelen	?	8 (beheren als onkruidakker)
aanvullende pakket	M1a: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergeheide	?	
	M1b: opheffen drainage WVP1 door zandwinning Bergeheide		
	M2: verhoging peilen in landbouwgebieden buiten onderzoeksgebied	?	
	M3: verwijderen lokale ontwatering	?	
	M4: verwijderen dennenbos in omgeving (inclusief plaggen)	?	
	M5: uitbaggeren ven en oevers		
	M6: plaggen/ oppervlakkig afgraven	?	
M7: plaggen randzone			
Natuurstreefbeeld bij:	basisoptie	heischraalland + 6?	8
	aanvullende optie	heischraalland + 6?	8



## 6 BESCHRIJVING VAN DE MAATREGELLEN

### 6.1 Type maatregelen

#### 6.1.1 Sloten dempen

Sloten en rabatten die deelgebieden ontwateren worden gedempt. Afdammen is geen goede maatregel omdat afgedamde compartimenten dan toch nog lokaal kunnen ontwateren door verval binnen het compartiment en door de bergingscapaciteit van het compartiment. De enige afdoende maatregel is geheel dempen van de lokale ontwatering. Daar waar de sloten niet de ondiepe leemlaag doorsnijden worden deze dicht gegooid met lokaal zand dat afkomstig uit natuurontwikkelingsgebieden die oppervlakkig worden afgegraven. Daar waar er een kans bestaat dat de sloten door de ondiepe leemlaag zijn gegraven wordt eerst een laag leem aangebracht in de sloot bodem en vervolgens de sloot afgewerkt met lokaal zand. Diepe sloottrajecten die eventueel de leemlaag kunnen aansnijden worden vastgesteld door inventarisatie van slootdiepten in combinatie met een gedetailleerde hoogtekaart en de leemdtepte kaart (zie figuur 4). Slootstelsels worden van bovenstrooms naar benedenstrooms gedempt. Deze werkvolgorde bepaald daarom ook de andere herstelmaatregelen (zie bij fasering van de deelgebieden, paragraaf 6.2).

De maatregelen ten aanzien van de lokale ontwatering worden weergegeven op kaart in bijlage 11.

#### 6.1.2 Plaggen en oppervlakkig afgraven

*Vergraste heiden, venoevers en delen waar bos is gekapt*

Er wordt ondiep geplagd: er mag niet te veel organisch materiaal (met name de ecto-organische laag, dat wil zeggen organisch materiaal dat bovenop het minerale profiel is geaccumuleerd) achterblijven en de minerale bodem wordt net bereikt. In heiden worden niet al te grote stukken tegelijk geplagd om fauna te sparen en om heidedelen te sparen van waaruit plantensoorten zich kunnen vestigen. Bovendien wordt de zaadbank dan niet in een keer aangesproken. In reliëfrijke gebieden wordt loodrecht op de hoogtetradiënt geplagd. Er kunnen dan ook droge delen worden geplagd zodat de gehele nat/droog-gradiënt wordt hersteld. Het plaggen vindt tegelijk plaats met de lokale hydrologische herstelmaatregelen. De exacte ruimtelijke planning wordt vastgesteld met behulp van lokaal bodem- en vegetatieonderzoek. De ontwikkelingsreeks van vergraste heide naar heide is in kader van Programma Beheer beschreven (Aggenbach et al., 2000; paragraaf 2.17 en 2.18).

Plaggen kan ook worden aangewend voor herstel van stuifzand. In dat geval kan dieper worden geplagd en wordt ook de endo-organische laag (organisch materiaal dat in mineraal substraat is geaccumuleerd) verwijderd. Stuifzand kan alleen ontstaan indien het organisch stofgehalte zeer laag is zodat het zand kan gaan stuiven. De karakteristieke soorten van jonge stuifzandbegroeiingen hebben ook hun optimum op humusarme en daardoor oligotrofe, zeer droge bodems. In Schaminée en Jansen (1998; paragraaf 5.2) wordt deze herstelreeks beschreven.

### *Voormalige landbouwpercelen*

Voormalige landbouwpercelen die geëutrofeerd zijn door bemesting en basenrijk geworden zijn door bekalking in het verleden, worden geplagd of oppervlakkig afgegraven. Voor akkers wordt aangeraden voor het plaggen eerst een jaar zonder bemesting een productief gewas te telen om zoveel mogelijk nutriënten aan de bodem te onttrekken. In geval laagten zijn dichtgeschoven, worden deze tot op het oorspronkelijke maaiveld uitgegraven. De overige delen worden precies tot de B1-horizont van het podzolprofiel geplagd of afgegraven. Als te diep wordt afgegraven verdwijnt een groot deel van de zaadbank. Hogere delen (zandkopjes) worden niet of slechts ondiep afgegraven zodat kleine lokale hydrologische systemen blijven voortbestaan. In hogere delen kan namelijk opbolling van de freatische grondwaterspiegel optreden, zodat ze periodiek de intrekgebieden van kleine lokale hydrologische systemen vormen. Het plaggen en oppervlakkig afgraven vindt tegelijk plaats met de lokale hydrologische herstelmaatregelen. Exacte planning van het plaggen en oppervlakkig afgraven wordt gebaseerd op lokaal bodemonderzoek. Zonder zulk onderzoek zijn deze maatregelen niet goed te plannen. De in 1999 uitgevoerde maatregelen in het voormalige landbouwperceel bij het Rondven (westelijk deel van deelgebied 1 in onderzoeksgebied 1) zijn onderbouwd met zulk onderzoek (zie Aggenbach, 1999). Op basis van het bodemonderzoek is ook een grondbalans van de bouwvoor en humusarm zand op te stellen. Vooraf aan de graafwerkzaamheden worden concentraties zware metalen en organische verbindingen bepaald en getoetst aan normen uit de Wet Bodembescherming (WBB). De ontwikkelingsreeks van bemest akker/ grasland naar natte heide is in kader van Programma Beheer beschreven (Aggenbach et al., 2000; paragraaf 2.17).

In de gebieden die het eerst worden geplagd en afgegraven, kan worden geëxperimenteerd met de ontgravingsdiepte. Het is dan wel zaak zulke experimenten gedurende de eerste jaren elk jaar te monitoren op vegetatie.

De ruimtelijke positie van de geplande bagger, plag-, graaf- en kapmaatregelen worden globaal weergegeven op kaart in bijlage 11.

### **6.1.3 Baggeren van vennen**

Vennen die in het verleden sterk zijn geëutrofeerd met N, P en K en zijn gealkaliseerd, worden uitgebaggerd ten einde de voedselrijke sliblaag en eventueel mineraliserend veen te verwijderen. Bij baggerwerkzaamheden moet zeer voorzichtig te werk worden gegaan in verband met het risico op beschadiging van de dunne, slecht-doorlatende leemlaag. Het is daarom belangrijk om zo min mogelijk mineraal substraat te verwijderen. Voor de baggerwerkzaamheden in het Eendenmeer zal men met kranen vanaf aan te leggen zanddammen moeten werken. Delen met een waardevolle (hoogveen)vegetatie worden gespaard. Zulke delen worden met veldinventarisatie gelokaliseerd. Tevens dient de zaadbank gespaard te worden. Daartoe wordt plaatselijk (lieft niet sterk geëutrofeerde plekken) de bodem niet of nauwelijks verwijderd. Ook dienen de werkzaamheden dusdanig te worden uitgevoerd dat plaatselijk de zaadbank achter blijft (lokaal niet of slechts ondiep baggeren). Plekken waar dat het beste kan gebeuren kunnen worden opgespoord met een vooronderzoek naar de bodemopbouw. In geval lokale hydrologische herstelmaatregelen zijn gepland worden deze vlak na de baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Vooraf aan de baggerwerkzaamheden worden concentraties van zware metalen en organische verbindingen bepaald en getoetst aan normen uit de Evaluatienota Water (RIZA, 1993).

In geval het venwater (extreem) rijk is aan nutriënten wordt voorgesteld om het venwater eenmalig weg te pompen. Dit is zeker noodzakelijk bij het Eendenmeer.

De locaties voor baggermaatregelen worden aangegeven in de tabel van bijlage 11.

#### 6.1.4 Verwijderen van bos

Bos wordt in de meeste deelgebieden verwijderd door kaalkap. In en rond deelgebied 15 in onderzoeksgebied 1 wordt gekozen voor selectieve dunning. Kaalkap zou hier de huidige grote populatie Nachtzwaluwen negatief beïnvloeden.

In ca. 33,5 ha is kaalkap gepland. Met betrekking tot omgang met de herplantplicht in het kader van de Boswet biedt de bestaande praktijk de volgende mogelijkheden:

- in een zone van 30 m rond vennen hoeft kap van bos niet te worden gecompenseerd met herplant elders;
- herplantplicht kan worden vervuld in reservaaits- en natuurontwikkelingsgebieden.

Uitgaande van deze mogelijkheid kan een deel van het areaal herplantplicht in droge reservaaits- en natuurontwikkelingsgebieden worden gerealiseerd. De deelgebieden 1, 2 en 3 in onderzoeksgebied 2 en de deelgebieden 5, 7, 8, 10, 11 en 12 in onderzoeksgebied komen hiervoor in aanmerking. Deze deelgebieden hebben een gezamenlijk oppervlakte van ca. 15,5 ha. Voor het areaal herplantplicht waarvoor geen plek kan worden gevonden binnen de reservaaits- en natuurontwikkelingsgebieden binnen het onderzoeksgebied (ca. 18 ha) dient nog een oplossing te worden gevonden.

Percelen waar bos wordt gekapt worden meteen geplagd (zie paragraaf 6.1.2). Reden hiervoor is dat herstel van heide of stuifzand zonder plaggen uitblijft als gevolg van de doorgaans hoge grasbedekking in de bossen.

De geplande locaties waar bos wordt verwijderd worden globaal weergegeven op kaart in bijlage 11. Uit oogpunt van landschappelijke inpassing kan de exacte begrenzing van te kappen bos nader worden bepaald.

#### 6.1.5 Overgangsbeheer

Overgangsbeheer is noodzakelijk in de voormalige landbouwgebieden waar natuurontwikkeling plaats vindt. In twee gevallen is overgangsbeheer door middel van maaien wenselijk. Het eerste betreft lage, natte delen waar ven- en heide vegetaties tot ontwikkeling dienen te komen. Indien hier in de eerste jaren na het plaggen/ oppervlakkig afgraven verruiging optreedt (met name Pitrus), kan hier incidenteel worden gemaaid. Maaien is dan gericht op directe beïnvloeding van de vegetatiestructuur zodat de structuur open blijft en kleine laagproductieve soorten zich kunnen vestigen. Het tweede geval betreft de hogere droge delen waar doorgaans niet of slechts ondiep wordt afgegraven. Zonder maai-beheer blijft de vegetatie hier hoogproductief omdat er nog veel nutriënten in de bodem zijn achtergebleven. Maai-beheer is hier gericht op verschraling. Op het moment dat de productie sterk is afgenomen, wordt met het maai-beheer gestopt en wordt overgeschakeld op het reguliere beheer (begrazing).

Bij het maaien dienen de eerste aanzetten tot heide en venbegroeiingen te worden ontzien. In de praktijk zal het moeilijk zijn om de natste delen te maaien. Deze zouden in droge jaren wellicht kunnen worden gemaaid. Meer over beheer en de ontwikkeling van de vegetatie is

te lezen bij de ontwikkelingsreeks van bemest akker/ grasland naar natte heide die in het kader van Programma Beheer is beschreven (Aggenbach et al., 2000; paragraaf 2.17). In het Twentse natuurreservaat Stroothuizen zijn goede resultaten geboekt met de hierboven beschreven vorm van overgangsbeheer (Haan et al., 1997).

De locaties met overgangsbeheer vallen samen met die van waar voormalige landbouwgronden worden geplagd en/of afgegraven. De tabel in bijlage 11 geeft aan in welke deelgebieden overgangsbeheer plaats moet vinden.

## 6.2 Fasering van maatregelen in de deelgebieden

In deelgebieden die door hetzelfde slootstelsel worden ontwaterd, is de fasering in de tijd van de maatregelen van elkaar afhankelijk. Dempen van de ontwatering dient hier bovenstrooms te beginnen. Omdat andere maatregelen (plaggen, oppervlakkig afgraven) tegelijk met lokale hydrologische herstelmaatregelen moeten plaatsvinden, betekent dat meeste lokale maatregelen een fasering in de tijd hebben. Verder dient rekening te worden gehouden dat plag- en graafwerkzaamheden in bepaalde deelgebieden plaatsvinden vlak voordat deze (sterk) vernatten door hydrologische herstelmaatregelen in aangrenzende deelgebieden.

De deelgebieden die ontwaterd worden door het grote slootstelsel in onderzoeksgebied 1 krijgen de volgende werkvolgorde (nummers verwijzen naar het deelgebied):

- 14/ 15/ sloten ten oosten van de Heidevennetjes/ sloten ten oosten en zuiden van Driessenvan →
- 3 →
- oostelijk deel van 1/ 2/ Lelieven →
- sloten ten westen van Lelieven

Vermoedelijk kunnen de maatregelen in deelgebied 4, 6 en ten noorden van deelgebied 9 van onderzoeksgebied 1 waar ook sloten liggen, onafhankelijk van de maatregelen in bovengenoemde deelgebieden worden uitgevoerd, omdat het grote slootstelsel niet of nauwelijks meer via deelgebied 4 en langs deelgebied 9 water afvoert.

De plag- en graafwerkzaamheden in het Driessenvan kunnen het beste worden uitgevoerd vlak voordat de ontwatering van deelgebied 13 van onderzoeksgebied wordt gedempt en voordat de ontwatering aan de zuidzijde wordt gedempt.

De baggermaatregelen in het Eendenmeer kunnen onafhankelijk van de andere maatregelen worden uitgevoerd.

In onderzoeksgebied 2 worden de deelgebieden 5 en 6 ontwaterd door hetzelfde slootstelsel. Het bovenstroomse deelgebied 6 wordt het eerst aangepakt, daarna volgt deelgebied 5. Gezien de vermoedelijk verdrogende invloed van het sterk ontwaterde deelgebied 5 op deelgebied 6 is een wel een korte opeenvolging van maatregelen in beide deelgebieden wenselijk.

De hierboven beschreven fasering kan gezien worden als de meest ideale werkvolgorde. Ze hoeft echter niet rigide worden toegepast. Wanneer kansen voor aanpak van deelgebieden zich voordoen (bijvoorbeeld bij aflopen pachtcontracten, realiseren grondverwerving) kunnen deze worden aangegrepen.

De maatregelen in de deelgebieden 7, 8, 10, 11, 12 en 13 van onderzoeksgebied 1, de deelgebieden 1, 2, 3 en 8 in onderzoeksgebied 2 en de Duivelskuil kunnen onafhankelijk van de rest worden uitgevoerd. Deelgebied 13 van onderzoeksgebied 1 heeft een eigen slootstelsel en de overige deelgebieden hebben geen lokale ontwatering.

### 6.3 Maatregelen per deelgebied

De tabel en kaarten in bijlage 11 geven de maatregelen in de deelgebieden weer. De tabel geeft aan welk type maatregel noodzakelijk is voor realisatie van het natuurstreefbeeld. Verder geeft een kaart de positie van te dempen sloten en rabatten weer. Een andere kaart geeft de ligging van de overige maatregelen.

### 6.4 Natuurstreefbeelden op de korte termijn (5 en 10 jaar)

De ontwikkeling vanuit een gedegradeerde situatie naar het beoogde natuurstreefbeeld verloopt vaak via tussenfasen. In de tabel van bijlage 11 zijn daarom natuurstreefbeelden voor 5 en 10 jaar na het nemen van de maatregelen geformuleerd. Deze natuurstreefbeelden zijn ingeschat op basis van de verwachte processen die naar aanleiding van de gekozen maatregelen gaan optreden. Er kunnen een aantal typische ontwikkelingsreeksen worden onderscheiden:

- van landbouwgebied/ sterk geëutrofiëerd ven naar zeer zwak gebufferd / matig zuur ven met matige tot grote peilfluctuaties (natuurstreefbeeld 2): na 5 jaar is een zwak tot matig gebufferd ven aanwezig met nog een vrij hoge voedselrijkdom (natuurstreefbeeld 5). Geleidelijk neemt de voedselrijkdom en alkaliteit af. Na 10 jaar is het ven zwak tot zeer zwak gebufferd. Op de langere termijn ontstaat door verdere verzuring een zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven. De ontwikkeling van een geëutrofiëerd en gealkaliniseerd ventype naar een ongebufferd ventype is met historisch onderzoek aan vennen vastgesteld (Arts, 1990).
- van sterk geëutrofiëerd, gealkaliniseerd ven naar zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met zwakke peilfluctuatie (natuurstreefbeeld 3). Gedurende de eerste jaren is de voedselrijkdom en alkaliteit nog te hoog voor veenmossen. Er kunnen dan wel tijdelijk vensoorten van zwak gebufferde omstandigheden verschijnen. Op de lange termijn na 5 tot 10 jaar is ven voldoende verzuurd voor het verschijnen van veenmossen die verlandingsvegetatie kunnen vormen.
- van landbouwgebied naar natte heide (natuurstreefbeeld 6): na vijf jaar bestaat de vegetatie uit een ruigte, maar zijn al de eerste aanzetten tot heide aanwezig. Na 10 jaar verkeert de vegetatie in een overgang van ruigte/ grasland naar natte heide. De ontwikkelingsreeks van landbouwgebied naar natte heide is in kader van Programma Beheer beschreven (Aggenbach et al., 2000: paragraaf 2.18).
- van vergraste heide en bos naar natte heide (natuurstreefbeeld 6): na vijf jaar bepalen pionierbegroeiingen met onder andere veel van beide Snavelbies-soorten het beeld. Na tien jaar gaan heidesoorten in de vegetatie overheersen. Het eindstreefbeeld is dus direct gerealiseerd. De ontwikkelingsreeks van vergraste heide naar natte heide is in kader van Programma Beheer beschreven (Aggenbach et al., 2000: paragraaf 2.14).
- van landbouwgebied naar droge heide en stuifzand (natuurstreefbeeld 7): na vijf jaar bestaat de vegetatie uit een ruigte, maar zijn al de eerste aanzetten tot heide aanwezig. Na 10 jaar verkeert de vegetatie in een overgang van ruigte/ grasland naar droge heide. De ontwikkelingsreeks van vergraste heide naar droge heide is in kader van Programma

Beheer beschreven (Aggenbach et al., 2000: paragraaf 2.15). De ontwikkelingsreeks naar stuifzand is beschreven in 'Wegen naar natuurdoeltypen' (Schaminée & Jansen., 1998; paragraaf 5.2).

Met deze streefbeelden op de korte termijn wordt de ontwikkeling richting het natuurstreefbeeld op de lange termijn toetsbaar. Deze toetsing kan worden uitgevoerd met behulp van vegetatiemonitoring.

## 6.5 Kosten van de maatregelen

De tabel in bijlage 14 geeft een overzicht van de kosten van eenmalige maatregelen (baggeren, plaggen, oppervlakkig afgraven en kappen inclusief plaggen van bos). De kostenberekeningen zijn indicatief. Bij lokale uitwerking kunnen de werkelijke kosten anders zijn. In de tabel wordt ook vermeld met welke kosten per ha voor de maatregelen is gerekend. Bij oppervlakkig ontgronden is uitgegaan van fl 20,- per m<sup>3</sup> afgegraven grond en een gemiddelde afgraafdiepte van 20 cm. Kosten voor baggeren zijn sterk afhankelijk van de locatie.

## 6.6 Monitoring van de effecten van maatregelen

Om maatregelen op hun effectiviteit te beoordelen is het raadzaam effecten van maatregelen te monitoren. Belangrijke vragen voor de Bergerheide die met monitoring kunnen worden beantwoord zijn:

- 1 In welke mate treedt door het dempen van lokale ontwatering en door het verwijderen van bos een stijging van de freatisch waterstand en een vermindering van de waterstandsfluctuatie?
- 2 Neemt de voedselrijkdom en alkaliteit af in uitgebaggerde/ geplagde vennen?
- 3 Neemt de voedselrijkdom in de geplagde/ afgegraven landbouwgronden af naar een laag trofieniveau?
- 4 In hoeverre treedt ontwikkeling op naar zeer zwak gebufferde/ matig zure vennen met een zwak fluctuerend peil (streefbeeld 3) op?
- 5 Treedt in vennen met een zwak fluctuerend peil verlanding met veenmossen op?
- 6 Ontstaan in laagten met kwel uit het watervoerende pakket (zwak) gebufferde, mesotrofe omstandigheden.
- 7 Treedt ontwikkeling op in de richting van het natuurstreefbeeld en worden de tussennatuurstreefbeelden gerealiseerd.

### ad 1: Monitoring van waterstanden

Geadviseerd wordt om met behulp van het huidige hydrologische meetnet en nieuwe meetlocaties het verloop van venpeilen en grondwaterstanden te gaan volgen. Alle deelgebieden waar door hydrologische herstelmaatregelen de freatische waterstand kan stijgen komen in aanmerking. De meetresultaten kunnen worden gebruikt of het waterstandsregime in de situatie na de maatregelen voldoet aan de standplaatseisen van de natuurstreefbeelden.

### ad 2: Monitoring van de zuurgraad/ alkaliteit en nutriënten in vennen

Geadviseerd wordt om gedurende om de 3 jaar , viermaal per jaar de pH, EGV,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , N-totaal, P-ortho, P-totaal,  $\text{SO}_4^{2-}$  van het oppervlaktewater te volgen in de Duivelskuil, Eendenmeer en Driessenvan. Daarnaast kan om de zes jaar met behulp van indicatorsoorten de alkaliteit en voedselrijkdom (Aggenbach et al., 1998) worden vastgesteld.

ad 3: Monitoring van de voedselrijkdom op voormalige landbouwgronden

Door de vegetatie te monitoren (vegetatietypen en indicatorsoorten) kan worden vastgesteld in hoeverre de voedselrijkdom afneemt. Een gebiedsdekkende kartering zou om de 6 jaar na het nemen van de maatregelen kunnen worden uitgevoerd. Op proefvlakken kan de eerste 6 jaar na het nemen van de maatregelen frequente worden gemonitord. Uit indicatorsoortentabellen in Schaminée en Jansen (1998) en Aggenbach et al. (2000) kunnen voor relevante ontwikkelingsreeksen indicatorsoorten worden geselecteerd. De monitoringresultaten kunnen gebruikt worden voor het bepalen van het moment waarop van overgangsbeheer naar regulier beheer wordt overgeschakeld.

ad 4 en 5: Monitoring van ontwikkeling naar zeer zwak gebufferd/ matig zuur ven met zwakke peilfluctuatie en veenmosverlanding

De ontwikkeling van de peilfluctuaties kan direct worden gemeten. Verder is het belangrijk of de bijbehorende doelplantensoorten verschijnen en of veenmosverlanding op gang komt. Dit kan met vegetatiekartering (met name indicatorsoorten; zie Aggenbach et al., 1998) om de 6 jaar.

Ad 6: Monitoring van (zwak) gebufferde en mesotrofe omstandigheden in laagten met kwel uit het watervoerende pakket

De ontwikkeling wordt gevolgd met behulp van kartering van indicatorsoorten (Jalink & Jansen, 1995). De eerste jaren na plaggen en ondiep afgraven wordt aanbevolen om frequent aandachtsoorten te inventariseren (minstens elke 2 jaar). Daarna kan een frequentie van 6 jaar worden aangehouden.

Ad7: Met behulp van kartering van vegetatietypen en kenmerkende soorten van de (tussen)natuurstreefbeelden om de 6 jaar kan worden vastgesteld de ontwikkeling goed verloopt.



## LITERATUUR

- Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M. (1998). Serie Indicatoren: 5 Vennen, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen. VEWIN/ IKC Natuurbeheer/ Kiwa N.V./ Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Aggenbach, C.J.S. (1999). Ecohydrologisch onderzoek Bergerheide. Maatregelen Rondven. KOA 99.172, Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Aggenbach, C., Jansen, A., Schaminée, J., Sierdsema, H. (2000). Ontwikkelingsreeksen voor beheerpakketten van Programma Beheer. KOA 00.006, Kiwa N.V. Onderzoek en Advies/ Alterra/ SOVON, Nieuwegein.
- Arts, G.H.P. (1990). Deterioration of atlantic soft-water systems and their flora, a historical account. Proefschrift, K.U. Nijmegen.
- Cleef, A.M., Kers, J. (1968). Stui/zand- en heidevegetaties in Noord-Limburg oostelijk van de Maas tussen Nijmegen en het Geldersch kanaal. Doctoraal verslag Instituut voor Systematische Plantkunde, Utrecht.
- DGV-TNO (1989). Verdrogingsonderzoek Limburg; veranderingen van de grondwaterstijghoogten.
- Gloude-mans, E. (1990a) *Hydrologische modelstudie Bergerheide, Deel I: Het rapport*, Landbou-wuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Gloude-mans, E. (1990b) *Hydrologische modelstudie Bergerheide, Deel II: De bijlagen*, Landbou-wuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Haan, de, M.W.A., Jansen, A.J.M., Molenaar, W.J. (1997). Monitoring Overlevingsplan Bos en Natuur. Eindrap-pot fase 2: Lemsenermaten, Stroothuizen, Punthuizen, Middelduinen, Kil en Reggers-Sandervlak. KOA 97.233, Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Jalink, M.H., Jansen, A.J.M. (1995). Serie Indicatoren: 2 Beekdalen, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalvegetaties. VEWIN/ IKC Natuurbeheer/ Kiwa N.V./ Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Mekkink, P., J.A. van den Hurk, J.F. Bannink (1980). *Vennengebied Eendenmeer Nieuw Bergen – gem Bergen (L), Bodemkundig-hydrologisch en vegetatiekundig onderzoek t.b.v. beheersmaatregelen in het vennengebied Eendenmeer*, Stichting voor Bodemkartering, ISBN 90 327 0104 5, Wageningen.
- Oranjewoud (1990). Verdrogingsonderzoek Limburg. Oorzakenanalyse en correlatie onderzoek. Rapport, Oranjewoud, Oosterhout.
- Oranjewoud (1992). Onderzoek naar de mogelijkheden van compenserende maatregelen t.b.v. de waterwinplaats Bergen. Rapport fase 1. Projectnummer 0589-47948, Oosterhout.
- Oranjewoud (1993). Onderzoek naar de mogelijkheden van compenserende maatregelen t.b.v. waterwinplaats Bergen. Projectnummer 0589-47948.
- RIVM (1993). Evaluatienota Water.

Schaminée, J., Jansen, A.J.M. (1998). Wegen naar natuurdoeltypen. Ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen A en B). IKC Natuurbeheer, IBN-DLO, Kiwa N.V., SOVON.

Taken Landschapsplanning (1996). Herstel vennengebied Bergerheide. Rapport 567-H, Taken Landschapsplanning bv, Roermond.



## BIJLAGE 2 Eendenmeer

### Voorkomen van slechtdoorlatende lagen (boringen)

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen? [m+NAP]	
<u>noord-zijde</u>				
Kiwa peilbuis B1a/b	(201960, 402550)*	16.64	16.24 - 16.39	compact vettig, donkerbruin fijn zand (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B5	(201960, 402630)*	17.13	14.7 - 14.75	matig lemig zand (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B6	(201910, 402880)*	16.16	(14.05 - 14.75)	(donkerbruin matig fijn zand)
46GP0015	(202460, 403140)	17.60	(-1.0-10.1 m+NAP)	(dunne laagjes klei in grindig zand)
<u>zuidwest-zijde</u>				
Kiwa peilbuis B2	(201960, 402320)*	16.46	-	- (veen)
46GA3068 (WML-infiltratieput 3)	(202050, 402120)	16.92	(15.9-16.1 m+NAP) 15.25-15.3 m+NAP	(sterk humeus zand) zandige leem
46GA3069 (WML-infiltratieput 3a)	(202040, 402110)	16.50	15.1-15.4 m+NAP	uiterst siltig zand
<u>zuidoost-zijde</u>				
Kiwa peilbuis B3	(202220, 402310)*	16.39	15.19 (bovenkant)	donkerbruin, fijn zand, hard (inspoelingslaag, water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B11	(202330, 402310)*	16.77	15.57 (bovenkant)	lemig zand (water stagneert op deze laag)
46GA3064 (WML-infiltratieput 1)	(202430, 402440)	16.55	15.4-15.6 m+NAP	leem
46GA3065 (WML-infiltratieput 1a)	(202440, 402440)	17.00*	16.2-16.4 m+NAP*	sterk zandig leem
46GA3066 (WML-infiltratieput 2)	(202430, 402230)	17.13	15.4-16.0 m+NAP	sterk zandig leem
46GA3067 (WML-infiltratieput 2a)	(202430, 402215)	17.00*	(16.1-16.5 m+NAP*) 15.4-15.75 m+NAP*	(donkerbruin matig humeus zand) sterk siltig zand

### Grondwaterstandsmetingen

	B1a peilbuis 17,13	B1b peilbuis 17,28	B1b-ven peilschaal 17,28	B2 peilbuis 17,25	B2-ven peilschaal 17,25	B3 peilbuis 17,00	B3-ven peilschaal 17,00	B5 peilbuis 17,10	B6 peilbuis 16,10	B11 peilbuis 16,74
bovenkant peilbuis (m NAP)	16,64	16,62	16,62	16,46	16,46	16,39	16,39	17,14	16,16	16,77
filter bovenkant tov mv [cm]	-15	-150		-50		-50		-195	-160	-75
filter onderkant tov mv [cm]	-25	-200		-95		-95		-237	-210	-125
06-07-1999	12	1676	14	1675	1686	1	1640	1643		1485
15-07-1999	5	1669	9	1670	1681	-7	1632	1643		1481
19-07-1999	3	1667	7	1668	1678	-11	1628	1642		1478
26-07-1999	-2	1662	15	1676		-17	1622	1642		1478
03-08-1999	-19	1645	<0		1669	24	1612	<237		
10-08-1999	-4	1660	12	1673	1670	-13	1626	<237		1566
16-08-1999	-15	1649	10	1671	1672	-27	1612	<237		1569
23-08-1999	-23	1641	8	1669	1671	-31	1608	<237		1563
30-08-1999	<-25		6	1667	1667	-35	1604	<237		1560
06-09-1999	<-25		4	1665	1664	-40	1599	<237		1558
13-09-1999	<-25		1	1662	1661	-45	1594	<237	1481	1558
20-09-1999	<-25		3	1658	1660	-51	1588	<237	1479	1577
29-09-1999	<-25		-3	1658	1658	-51	1588	<237	1477	1553
04-10-1999	<-25		-3	1658	1659	-51	1588	<237	1475	1555
11-10-1999	<-25		-3	1658	1661	-50	1589	<237	1475	<-125
18-10-1999	<-25		-5	1656	1660	-54	1585	<237	1476	<-125
25-10-1999	<-25		-8	1653	1658	-56	1583	<237	1474	<-125
01-11-1999	<-25		-10	1651	1658	-57	1582	<237	1473	<-125
08-11-1999	<-25		-12	1649	1658	-55	1584	<237	1472	<-125
15-11-1999	<-25		-14	1647	1656	-58	1581	<237	1473	<-125
22-11-1999	<-25		-15	1646	1661	-56	1583	<237	1474	<-125
29-11-1999	<-25		-16	1645	1661	-56	1583	<237	1479	<-125
06-12-1999	<-25		-17	1644	1662	-53	1586	<237	1481	<-125
13-12-1999	12	1676	13	1674	1670	-57	1582	<237	1502	1564
21-12-1999	2	1666	<0		1671	-25	1614	<237	1511	1572

## BIJLAGE 3 Driessenven

### Voorkomen van slechtdoorlatende lagen (boringen)

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen? [m+NAP]	
<u>noordzijde</u>				
46GP0004	(202780, 401500)	18.40	15.2 - 16.1	zandige klei
Kiwa peilbuis B24	(202910, 401440)*	18.54	-	-
Kiwa peilbuis B23	(203040, 401380)*	17.90	16.1	zandige leem (water stagneert op deze laag)
Kiwa boring B26	(203110, 401310)*	-	(210 cm-mv)	zandige leem (water stagneert op deze laag)
<u>grote ven</u>				
46GR3033	(203120, 401110)	18.30*	17.5 - 17.7*	zandige leem
Kiwa peilbuis B17	(203320, 401270)*	18.58	16.53	bruin fijn zand, inspoelingslaag met roestbrokjes (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B18	(203310, 401250)*	17.91	16.45	donkerbruin fijn zand, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag)
Kiwa boring B19	(203440, 401090)*	-	(100-110 cm-mv)	zwart fijn zand, humeus, compact, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag), hierboven roestvlekken
Kiwa peilbuis B20	(203240, 401060)*	18.34	17.15	zwart matig fijn zand, humeus, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B21	(203260, 400970)*	18.64	17.89	zwart matig fijn zand, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag)
<u>gebiedje zuidwestelijk</u>				
46GR3028	(203020, 400710)	18.20*	16.8 - 17.0*	matig fijn zand sterk lemig, matig fijn zand zwak lemig, fijn zand sterk lemig
Kiwa boring B22	(203080, 400670)*	-	(100 cm-mv)	donkerbruin matig fijn zand, inspoelingslaag met roestbrokjes (water stagneert op deze laag)

## Grondwaterstandsmetingen

	B17		B18		B18-ven		B20		B21		B23		B23-ven		B24	
	peilbuis		peilbuis		peilschaal		peilbuis		peilbuis		peilbuis		peilschaal		peilbuis	
	18,54		18,50		18,50		18,29		18,61		18,61		18,61		18,46	
bovenkant peilbuis (m NAP)	18,54		18,50		18,50		18,29		18,61		18,61		18,61		18,46	
maaiveld (m NAP)	18,58		17,91		17,91		18,34		18,64		17,90		17,90		18,54	
filter bovenkant tov mv [cm]	-155		-95				-90		-60		-140				-150	
filter onderkant tov mv [cm]	-205		-145				-120		-90		-180				-190	
06-07-1999	-72	1786	16	1807	17	1808	-27	1807	-66	1798	16	1807	17	1808	-68	1786
15-07-1999	-85	1773	9	1800	11	1802	-59	1775	-88	1776	9	1800	12	1803	-84	1770
19-07-1999	-89	1769	5	1796	9	1800	-57	1777	<-90		5	1796	9	1800	-89	1785
26-07-1999	-93	1765	1	1792	5	1796	-70	1764	<-90		2	1793	7	1798	-96	1758
03-08-1999	-101	1757	-17	1775	6	1797	-82	1752	<-90		-4	1787	4	1795	-103	1751
10-08-1999	-103	1755	-12	1780	<0		-76	1758	<-90						-102	1752
16-08-1999	-100	1758	-7	1785	<0		-56	1778	<-90						-98	1756
23-08-1999	-105	1753	-16	1776	<0		-70	1764	<-90						-104	1750
30-08-1999	-110	1748	-26	1766	6	1797	-81	1753	<-90						-110	1744
06-09-1999	-116	1742	-37	1755	<0		-85	1749	<-90						-116	1738
13-09-1999							-94	1740	<-90						-123	1731
20-09-1999	-123	1735	-44	1748	<0		-93	1741	<-90						-126	1728
29-09-1999	-129	1729	-51	1741	<0		-101	1733	<-90						-132	1722
04-10-1999	-131	1727	-39	1753	<0										-133	1721
11-10-1999	<-205		-23	1769	<0		-81	1753	<-90							
18-10-1999	-135	1723	-52	1740	<0		-92	1742	<-90						-135	1719
25-10-1999	-129	1729	-47	1745	<0		-97	1737	<-90						-141	1713
01-11-1999	-128	1730	-49	1743	<0		-101	1733	<-90						-142	1712
08-11-1999	-143	1715	-37	1755	<0										-142	1712
15-11-1999	-145	1713	-55	1737	<0		-91	1743	<-90						-144	1710
22-11-1999	-105	1753	-38	1754	<0		-76	1758	<-90						-140	1714
29-11-1999	-145	1713	-40	1752	<0		-77	1757	<-90						-139	1715
06-12-1999	-145	1713	-32	1760	<0		-70	1764	<-90						-139	1715
13-12-1999	-150	1708	-3	1789	<0		-30	1804	-78	1786					-106	1748
21-12-1999	-121	1737	-12	1780	<0		-40	1794	-79	1785					-103	1751

## BIJLAGE 4 Rondven

### Voorkomen van slechtdoorlatende lagen (boringen)

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen? [m+NAP]	
Kiwa peilbuis B14	(203700, 400900)*	18.35	16.35	donkerbruin leem (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B15	(203660, 401050)*	18.31	-	(geen leem tot 16.60 m+NAP)
Kiwa peilbuis B16	(203720, 401140)*	18.93	-	(geen leem tot 16.85 m+NAP)
Kiwa boring B19	(203440, 401090)*	-	(100-110 cm-mv)	zwart fijn zand, humeus, compact, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag), hierboven roestvlekken



## Grondwaterstandsmetingen

	<b>B14</b>		<b>B15</b>		<b>B16</b>	
	<b>peilbuis</b>		<b>peilbuis</b>		<b>peilbuis</b>	
<b>bovenkant peilbuis (m NAP)</b>	<b>18,29</b>		<b>18,25</b>		<b>18,89</b>	
<b>maaiveld (m NAP)</b>	<b>18,35</b>		<b>18,31</b>		<b>18,93</b>	
<b>filter bovenkant tov mv [cm]</b>	<b>-170</b>		<b>-120</b>		<b>-160</b>	
<b>filter onderkant tov mv [cm]</b>	<b>-200</b>		<b>-170</b>		<b>-210</b>	
06-07-1999	-143	1693	-61	1769	-129	1765
15-07-1999	-148	1688	-93	1737	-140	1754
19-07-1999	-150	1686	-99	1731	-143	1751
26-07-1999	-154	1682	-103	1727	-147	1747
03-08-1999	-157	1679	-107	1723	-150	1744
10-08-1999	-163	1673	-111	1719	-156	1738
16-08-1999	-162	1674	-98	1732	-157	1737
23-08-1999	-159	1677	-99	1731	-156	1738
30-08-1999	-163	1673	-108	1722	-160	1734
06-09-1999	-165	1671	-111	1719	-162	1732
13-09-1999	-165	1671	-112	1718	-164	1730
20-09-1999	-168	1668	-114	1716	-166	1728
29-09-1999	-171	1665			-173	1721
04-10-1999	-173	1663	<-170		-172	1722
11-10-1999	-175	1661	-107	1723	-174	1720
18-10-1999	-176	1660	-109	1721	-175	1719
25-10-1999	-178	1658	-112	1718	-176	1718
01-11-1999	-178	1658	-113	1717	-179	1715
08-11-1999	-180	1656	-112	1718	-181	1713
15-11-1999	-180	1656	-112	1718	-182	1712
22-11-1999	-182	1654	-104	1726	-182	1712
29-11-1999	-180	1656	-99	1731	-181	1713
06-12-1999	-177	1659	-98	1732	-181	1713
13-12-1999	-167	1669	-101	1729	-188	1706
21-12-1999	-142	1694	-57	1773	-151	1743

## BIJLAGE 5 Lelieven

### Voorkomen van slechtdoorlatende lagen (boringen)

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen?	
			diepte [m+NAP]	samenstelling
46GP0063	(203345, 400490)	18.77	-	-
46GR3029	(203515, 400570)	18.30*	-	-
Gloudemans boring G	(203392, 400493)		(100-115 cm-mv)	humeuze leemlaag
Gloudemans boring H	(203190, 400427)		(140-170 cm-mv)	zandige leem – klei
Gloudemans peilbuis 9	(203693, 400460)	18.28	- (geen leem tot 17.2 m+NAP)	
Kiwa peilbuis B12	(203780, 400630)*	17.94	16.25 – 16.30	donkerbruin leem (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B13	(203770, 400540)*	17.81	16.45	bruin matig grof zand, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag)

## Grondwaterstandsmetingen

	B12		B13		B13-ven	
	peilbuis		peilbuis		peilschaal	
bovenkant	17,89		18,30		18,30	
peilbuis (m NAP)						
maaiveld	17,94		17,81		17,81	
(m NAP)						
filter bovenkant	-160		-95			
tov mv [cm]						
filter onderkant tov	-190		-135		0	
mv [cm]						
06-07-1999	-172	1622	-2	1779	-2	1779
15-07-1999	-171	1623	-11	1770	-2	1779
19-07-1999	-175	1619	-17	1764	-2	1779
26-07-1999	-180	1614	-42	1739	<0	
03-08-1999	-182	1612	-64	1717	<0	
10-08-1999	-183	1611	-56	1725	<0	
16-08-1999	-183	1611	-43	1738	<0	
23-08-1999	<-190		-50	1731	<0	
30-08-1999	<-190		-66	1715	<0	
06-09-1999	<-190		-74	1707	<0	
13-09-1999	<-190		-82	1699	<0	
20-09-1999	<-190		-82	1699	<0	
29-09-1999	<-190		-89	1692	<0	
04-10-1999	<-190		-75	1706	<0	
11-10-1999	<-190		-68	1713	<0	
18-10-1999	<-190		-80	1701	<0	
25-10-1999	<-190		-81	1700	<0	
01-11-1999	<-190		-81	1700	<0	
08-11-1999	<-190		-69	1712	<0	
15-11-1999	<-190		-65	1716	<0	
22-11-1999	<-190		-62	1719	<0	
29-11-1999	<-190		-63	1718	<0	
06-12-1999	<-190		-58	1723	<0	
13-12-1999	-181	1613	-62	1719	<0	
21-12-1999	-143	1651	-14	1767	<0	

**BIJLAGE 6 De Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B, Bergerheide) met aangrenzende natte heide**

**Voorkomen van slechtdoorlatende lagen (boringen)**

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen?	
			diepte [m+NAP]	samenstelling
46GP0005	(204140, 400350)	18.80	(17.0 - 17.2)	(humeus zand)
46GP0062	(204160, 400330)	18.90	(18.1 - 18.2)	(zwart matig grof zand, sterk humeus)
			17.1 - 17.4	leem
46GR3030	(204100, 400000)	18.30*	17.1 - 17.7	zandig leem tot leem
			16.6 - 16.8	leem
Gludemans boring A	(204118, 400300)		160-185 cm-mv	ondoordlatend leemlaagje
Gludemans boring B	(204065, 400207)		- (geen leem tot 80 cm diepte)	
Gludemans boring C	(203961, 400173)		(130-180 cm-mv)	(lemig zand)
Gludemans boring D	(203863, 400187)		(100-120 cm-mv)	(humeus, lemig bruin zand)
			120-150 cm-mv	leemlaag
Gludemans boring J	(204163, 400107)		175-205 cm-mv	zandige leem (bruin-donkergrijs-lichtgrijs), waterverzadigd
Gludemans peilbuis 5	(204013, 399787)	18.09	17.0 - 17.1	leem
Gludemans peilbuis 6	(203990, 399860)	18.24	17.0 - 17.1	leem
Gludemans peilbuis 7	(203863, 400117)	19.33	(18.9 - 19.0)	(zwarte dichtere laag, humus)
			- (geen leem tussen mv en 17.9 m+NAP)	
Gludemans peilbuis 10	(204020, 400020)	17.73	(16.6 - 17.2)	(leemlaagjes)
			(niet dieper geboord dan 16.6 m+NAP)	
Gludemans peilbuis 11	(204078, 400107)	18.21	(17.0 - 17.2)	(leembandjes)
			(niet dieper geboord dan 17.0 m+NAP)	
Goudemans peilbuis 13	(204124, 400333)	18.93	17.1 - 17.3	ondoordlatend leemlaagje, waterverzadigd
Kiwa peilbuis B7	(204050, 400190)*	17.95	16.65 - 16.70	verkitte inspoelingslaag
			16.55 - 16.65	leemlaag

## Grondwaterstandsmetingen

	B7	
	peilbuis	
<b>bovenkant peilbuis (m</b>	<b>17,87</b>	
<b>maaiveld (m NAP)</b>	<b>17,95</b>	
<b>filter bovenkant tov mv [cm]</b>		
<b>filter onderkant tov mv [cm]</b>	<b>-125</b>	
06-07-1999	-67	1729
15-07-1999	-90	1706
19-07-1999	-95	1701
26-07-1999	-101	1695
03-08-1999	<-125	
10-08-1999	<-125	
16-08-1999	-98	1698
23-08-1999	-99	1697
30-08-1999	-105	1691
06-09-1999	-104	1692
13-09-1999	-104	1692
20-09-1999	-104	1692
29-09-1999	-99	1697
04-10-1999	<-125	
11-10-1999	<-125	
18-10-1999	<-125	
25-10-1999	<-125	
01-11-1999	<-125	
08-11-1999	<-125	
15-11-1999	<-125	
22-11-1999	<-125	
29-11-1999	<-125	
06-12-1999	<-125	
13-12-1999	-83	1713
21-12-1999	-67	1729

## BIJLAGE 7 Springberg

### Voorkomen van slechtdoorlatende lagen

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen?
Kiwa peilbuis B8	(204350, 400070)*	19.05	- (geen leem tot 16.90 m+NAP, op 17.35 m+NAP grondwater)
Gloudemans boring L	(204418, 400020)		- (geen leem tot 385 cm diepte)
Gloudemans boring M	(204248, 400093)		(120-.. cm-mv) (lemig zand) - (geboord tot 130 cm diepte, hier toestromend grondwater)
Gloudemans boring K	(204255, 399767)		(100-190 cm-mv) (iets leemig zand) - (geboord tot 190 cm diepte, op 150 cm grondwater)
Gloudemans boring N	(204497, 400227)		(85-115 cm-mv) (zand met leembrokjes) - (geboord tot 115 cm diepte, hier toestromend grondwater)

## Grondwaterstandsmetingen

	B8	
	peilbuis	
<b>bovenkant peilbuis (m .....)</b>	<b>19,00</b>	
<b>maaiveld (m NAP)</b>	<b>19,05</b>	
<b>filter bovenkant tov mv [cm]</b>	<b>-175</b>	
<b>filter onderkant tov mv [cm]</b>	<b>-225</b>	
06-07-1999	-192	1713
15-07-1999	-196	1709
19-07-1999	-197	1708
26-07-1999	-200	1705
03-08-1999	-202	1703
10-08-1999	-205	1700
16-08-1999	-208	1697
23-08-1999	-210	1695
30-08-1999	-211	1694
06-09-1999	-212	1693
13-09-1999	-214	1691
20-09-1999	-216	1689
29-09-1999	-218	1687
04-10-1999	-218	1687
11-10-1999	-219	1686
18-10-1999	-220	1685
25-10-1999	-220	1685
01-11-1999	-221	1684
08-11-1999	-221	1684
15-11-1999	-223	1682
22-11-1999	<-225	
29-11-1999	<-225	
06-12-1999	-222	1683
13-12-1999	-222	1683
21-12-1999	-216	1689

## BIJLAGE 8 Natte heide ten oosten van Springberg

### *Voorkomen van slechtdoorlatende lagen*

boring	coördinaten	maaiveld [m+NAP]	slechtdoorlatende lagen? [m+NAP]	
Kiwa peilbuis B9	(205110, 400110)*	18.73	17.5 -...	donkerbruin matig grof zand, hard, inspoelingslaag (water stagneert op deze laag)
Kiwa peilbuis B10	(202870, 400090)*	18.50	- (geen leem tot 17.25 m+NAP)	
46GR3031	(204810, 400265)	19.30*	18.1 - 18.7	zandige leem tot leem
46GR3032	(205160, 400000)	19.50*	18.7 - 18.9	zandige leem
52ER3081	(204750, 399490)	18.10*	- (16.3 - 16.8)	(veen)



## Grondwaterstandsmetingen

	B9		B10		B10-ven	
	peilbuis		peilbuis		peilbuis	
bovenkant peilbuis (m	18,67		18,93		18,93	
maaiveld (m NAP)	18,73		18,50		18,50	
filter bovenkant tov mv [cm]	-70		-75			
filter onderkant tov mv [cm]	-120		-125			
06-07-1999	-71	1802	-4	1846	2	1852
15-07-1999	-89	1784	-14	1836	<0	
19-07-1999	-97	1776	-19	1831	<0	
26-07-1999	-101	1772	-23	1827	<0	
03-08-1999	-108	1765	-45	1805	<0	
10-08-1999	-113	1760	-30	1820	<0	
16-08-1999	-102	1771	-12	1838	<0	
23-08-1999	-92	1781	-13	1837	<0	
30-08-1999	-104	1769	-22	1828	<0	
06-09-1999	-110	1763	-39	1811	<0	
13-09-1999	-115	1758	-55	1795	<0	
20-09-1999	-116	1757	-49	1801	<0	
29-09-1999	<-120		-57	1793	<0	
04-10-1999	<-120		-38	1812	<0	
11-10-1999	<-120		-24	1826	<0	
18-10-1999	<-120		-36	1814	<0	
25-10-1999	<-120		-35	1815	<0	
01-11-1999	<-120		-34	1816	<0	
08-11-1999	<-120		-24	1826	<0	
15-11-1999	<-120		-25	1825	<0	
22-11-1999	-99	1774	-14	1836	<0	
29-11-1999	-91	1782	-14	1836	<0	
06-12-1999	-87	1786	-12	1838	<0	
13-12-1999	-58	1815	-7	1843	<0	
21-12-1999	-48	1825	-3	1847	<0	

## **BIJLAGE 9 Methode voor het berekenen van effecten van bosaanplant en het kappen van bos op de waterstand van een schijngrondwatersysteem**

Door het aanplanten van naaldbos kan de aanvulling van de ondiepe grondwatersystemen bij de Bergerheide afnemen. Naaldbos verdampt namelijk meer water dan de oorspronkelijke heide. Hierdoor dalen de grondwaterstand en het daarvan afhankelijke venpeil.

Omgekeerd zal het kappen van naaldbos in de huidige situatie leiden tot een toename van de grondwateraanvulling van de ondiepe grondwatersystemen. Hierdoor stijgt de grondwaterstand van deze systemen en de waterstand in de vennen.

Het effect van bosaanplant/kappen van bos kan gekwantificeerd worden in:

- daling/stijging van de jaargemiddelde waterstand;
- toename/afname van de waterstandsfluctuaties over een jaar.

De berekeningen gaan uit van een situatie waarin het hele oppervlak van het lokale ondiepe grondwatersysteem buiten het ven bedekt is met óf naaldbos óf heide. Er wordt gerekend met de volgende getallen voor de jaargemiddelde aanvulling:

- voor open water: 0,65 mm/d;
- voor donker naaldhout (gesloten bos van dennen): 0,19 tot 0,39 mm/d;
- voor heide met struikheide: 0,58 tot 0,86 mm/d.

Er is een situatie doorgerekend met een *groot* verschil tussen de aanvulling van naaldhout en heide (0,19 mm/d voor naaldhout en 0,86 mm/d voor heide) en er is een situatie doorgerekend met een klein verschil tussen de aanvulling (0,39 mm/d voor naaldhout en 0,58 mm/d voor heide).

### *Berekening jaargemiddelde waterstand*

De aanvulling van het ondiepe, lokale grondwatersysteem is afhankelijk van de verhouding tussen het areaal open water en het areaal begroeiing (naaldhout en heide) binnen het grondwatersysteem. Dit wordt berekend voor verschillende verhoudingen tussen de oppervlaktes open water, naaldhout en heide.

Vervolgens wordt de verhouding bepaald tussen aanvulling voor verschillende situaties (bijv. volledig begroeid met naaldhout vs. 100% begroeid met heide). Deze verhouding wordt gebruikt voor de bepaling van de stijging van de grondwaterstand. Uitgangspunt hierbij is dat een toegenomen aanvulling (na kappen van naaldbos) via wegzijging over een weerstandbiedende laag onderin het lokale grondwatersysteem wordt afgevoerd. De totale aanvulling wordt dus gelijk gesteld met de wegzijging. Deze wegzijging is rechtevenredig met de druk van het water vlak boven de weerstandbiedende laag. Deze druk is weer rechtevenredig met de dikte van de verzadigde zone. Als de aanvulling met een bepaalde factor toeneemt, zal dus de wegzijging en de dikte van het schijngrondwatersysteem met dezelfde factor toenemen. Met de verhouding van de aanvulling tussen de situatie met donker naaldhout en de situatie met heide kan zo de stijging (of daling) van de waterstand worden berekend op basis van de dikte van het lokale grondwatersysteem.

### *Berekening waterstandsfluctuaties*

Op basis van de berekende jaargemiddelde aanvulling van het lokale grondwatersysteem een verhouding tussen het neerslagoverschot in de winter en het neerslagtekort in de zomer kan een verschil in aanvulling tussen zomer en winter worden berekend. Naarmate dit verschil groter is, zal ook de fluctuatie van de waterstand groter zijn.

Er is van uitgegaan dat het neerslagoverschot in de winter gelijk is aan zeven maal het neerslagtekort in de zomer (Kiwa, 1998, Ecohydrologisch onderzoek Bergerheide).

GROOT VERSCHIL AANVULLING NAALDHOUT-HEIDE

	gemidd. aanvulling [mm/d]	gemidd. aanvulling [mm/j]
Donker naaldhout	0.19	69
Heide	0.86	313
Open water	0.65	237

Oppervlakte ven : overige oppervlakte lokale grondwater- systeem	BEREKENING STIJGING WATERSTAND						
	gemiddelde aanvulling [mm/d] bij begroeiing met uitsluitend:		verhouding aanvulling heide: naaldhout	stijging waterstand [m] na kappen naaldhout bij dikte van lokale grondwatersysteem van:			
	naaldhout	heide		1 m	2 m	3 m	4 m
1:1	0.42	0.76	1.80	0.80	1.60	2.39	3.19
1:2	0.34	0.79	2.30	1.30	2.60	3.90	5.20
1:4	0.28	0.82	2.90	1.90	3.80	5.70	7.60
1:6	0.26	0.83	3.25	2.25	4.49	6.74	8.98
1:8	0.24	0.84	3.47	2.47	4.94	7.41	9.88

BEREKENING FLUCTUATIE WATERSTAND NA KAPPEN BOS									
aanvulling [mm/d] bij naaldhout in:		aanvulling [mm/d] bij heide in:		verhouding aanvulling heide: naaldhout	nieuwe fluctuaties venpeil [m] na kappen naaldhout bij huidige fluctuaties venpeil van:				
zomer	winter	zomer	winter		0.2 m	0.4 m	0.6 m	0.8 m	
-0.14	0.98	-0.25	1.76	0.56	0.11	0.22	0.33	0.45	
-0.11	0.80	-0.26	1.84	0.43	0.09	0.17	0.26	0.35	
-0.09	0.66	-0.27	1.91	0.34	0.07	0.14	0.21	0.28	
-0.09	0.60	-0.28	1.94	0.31	0.06	0.12	0.18	0.25	
-0.08	0.56	-0.28	1.95	0.29	0.06	0.12	0.17	0.23	

VOORBEELD DUIVELSKUIL (met groot verschil aanvulling naaldhout-heide)

Oppervlakte ven : overige oppervlakte lokale grondwater- systeem	BEREKENING STIJGING WATERSTAND						
	gemiddelde aanvulling [mm/d] bij begroeiing met:		verhouding aanvulling	stijging waterstand [m] na kappen naaldhout bij dikte van lokale grondwatersysteem van:			
	A) 70% naald 30% heide	B) 50% naald 50% heide		1 m	2 m	3 m	4 m
1:1	0.52	0.59	1.13	0.13	0.26	0.39	0.51
1:2	0.48	0.57	1.19	0.19	0.37	0.56	0.75
1:4	0.34	0.38	1.24	0.24	0.48	0.73	0.97
1:6	0.43	0.54	1.27	0.27	0.54	0.81	1.07
1:8	0.39	0.49	1.28	0.28	0.57	0.85	1.13

BEREKENING FLUCTUATIE WATERSTAND NA KAPPEN BOS									
aanvulling [mm/d] bij naaldhout in:		aanvulling [mm/d] bij heide in:		verhouding aanvulling B:A	nieuwe fluctuaties venpeil [m] na kappen naaldhout bij huidige fluctuaties venpeil van:				
zomer	winter	zomer	winter		0.2 m	0.4 m	0.6 m	0.8 m	
-0.17	1.21	-0.20	1.37	0.89	0.18	0.35	0.53	0.71	
-0.16	1.11	-0.19	1.32	0.84	0.17	0.34	0.51	0.67	
-0.15	1.03	-0.18	1.28	0.81	0.16	0.32	0.48	0.64	
-0.14	1.00	-0.18	1.27	0.79	0.16	0.32	0.47	0.63	
-0.14	0.98	-0.18	1.26	0.78	0.16	0.31	0.47	0.62	

KLEIN VERSCHIL AANVULLING NAALDHOUT-HEIDE

	gemidd. aanvulling [mm/d]	gemidd. aanvulling [mm/j]
Donker naaldhout	0.39	142
Heide	0.58	212
Open water	0.65	237

Oppervlakte ven : overige oppervlakte lokale grondwater- systeem	BEREKENING STIJGING WATERSTAND						
	gemiddelde aanvulling [mm/d] bij <i>begroeiing</i> <i>met uitsluitend:</i>		verhouding aanvulling heide: naaldhout	stijging waterstand [m] na kappen naaldhout bij dikte van lokale grondwatersysteem van:			
	naaldhout	heide		1 m	2 m	3 m	4 m
1:1	0.52	0.62	1.18	0.18	0.37	0.55	0.73
1:2	0.48	0.60	1.27	0.27	0.53	0.80	1.06
1:4	0.44	0.59	1.34	0.34	0.69	1.03	1.38
1:6	0.43	0.59	1.38	0.38	0.76	1.14	1.53
1:8	0.42	0.59	1.40	0.40	0.81	1.21	1.61

BEREKENING FLUCTUATIE WATERSTAND NA KAPPEN BOS									
aanvulling [mm/d] bij naaldhout in:		aanvulling [mm/d] bij heide in:		verhouding aanvulling heide: naaldhout	nieuwe fluctuaties venpeil [m] na kappen naaldhout bij huidige fluctuaties venpeil van:				
zomer	winter	zomer	winter		0.2 m	0.4 m	0.6 m	0.8 m	
-0.17	1.21	-0.21	1.44	0.85	0.17	0.34	0.51	0.68	
-0.16	1.11	-0.20	1.41	0.79	0.16	0.32	0.47	0.63	
-0.15	1.03	-0.20	1.39	0.74	0.15	0.30	0.45	0.60	
-0.14	1.00	-0.20	1.38	0.72	0.14	0.29	0.43	0.58	
-0.14	0.98	-0.20	1.37	0.71	0.14	0.29	0.43	0.57	

VOORBEELD DUIVELSKUIL (met groot verschil aanvulling naaldhout-heide)

Oppervlakte ven : overige oppervlakte lokale grondwater- systeem	BEREKENING STIJGING WATERSTAND						
	gemiddelde aanvulling [mm/d] bij <i>begroeiing</i> met:		verhouding aanvulling	stijging waterstand [m] na kappen naaldhout bij dikte van lokale grondwatersysteem van:			
	A) 70% naald 30% heide	B) 50% naald 50% heide		1 m	2 m	3 m	4 m
1:1	0.55	0.57	1.03	0.03	0.07	0.10	0.14
1:2	0.51	0.54	1.05	0.05	0.10	0.15	0.20
1:4	0.49	0.52	1.06	0.06	0.12	0.19	0.25
1:6	0.48	0.51	1.07	0.07	0.14	0.21	0.27
1:8	0.47	0.50	1.07	0.07	0.14	0.22	0.29

BEREKENING FLUCTUATIE WATERSTAND NA KAPPEN BOS									
aanvulling [mm/d] bij naaldhout in:		aanvulling [mm/d] bij heide in:		verhouding aanvulling B:A	nieuwe fluctuaties venpeil [m] na kappen naaldhout bij huidige fluctuaties venpeil van:				
zomer	winter	zomer	winter		0.2 m	0.4 m	0.6 m	0.8 m	
-0.18	1.28	-0.19	1.32	0.97	0.19	0.39	0.58	0.77	
-0.17	1.20	-0.18	1.26	0.95	0.19	0.38	0.57	0.76	
-0.16	1.14	-0.17	1.21	0.94	0.19	0.38	0.56	0.75	
-0.16	1.11	-0.17	1.19	0.94	0.19	0.37	0.56	0.75	
-0.16	1.10	-0.17	1.17	0.94	0.19	0.37	0.56	0.75	

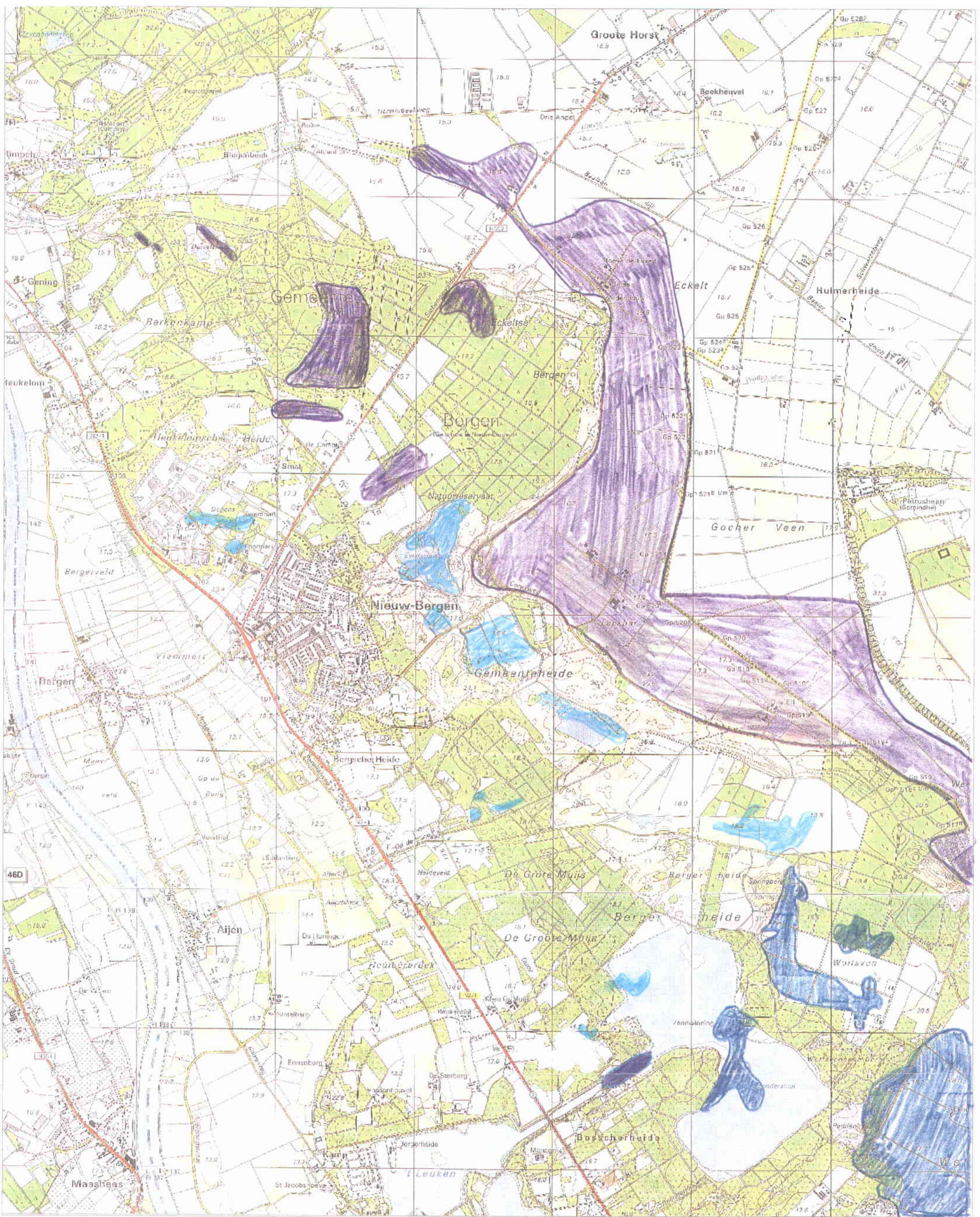
## **BIJLAGE 10 Ligging van moerassen en open wateren in 1802-1805 en 1842-1843**

### Bronnen:

- situatie 1802-1805: Trachot und v. Müffling 1803-1820
- situatie 1842-1843: Grote historische atlas van Nederland, Zuid-Nederland 1838-1857

Opmerking: de kaart uit 1802-1805 lijkt meer onderscheid te maken in de aard van natte gebieden. Op deze kaart worden onderscheiden: weide gebieden, moerassen. Egale blauwe vlekken zijn hier vermoedelijk open wateren. De kaart van 1842-43 maakt geen onderscheid in de aard van natte gebieden. Hier worden alleen blauwe vlekken aangegeven, hetgeen vermoedelijk een verzameling is van open wateren en moerassen.





Ligging van open water en nat terrein in 1802-1805

Legenda



nat weidegebied



open water



moeras

0 0.5 1 Kilometers



Projectnaam <b>Bergerheide</b>	
Projectnummer 30.3230.015	 <i>Realisatie van progress</i>
Opdrachtgever	
Projectleider W.J.M.K. Senden	<small>Datum: 17-7-2000</small> <small>Projectnummer: 30.3230.015</small>
GIS operator C.M. van Hemel	
Tekeningnummer	







## **BIJLAGE 11 Ligging en planning van de lokale maatregelen**



Gebied		Eendenmeer	Driessenven en aangrenzend noordwestelijk ven	Lelieven met aangrenzende natte heide	Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B) en aangrenzende natte heide	Rondven en aangrenzen voormalig akker	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide
Nummer deelgebied						1	2 en 3
Nummer onderzoeksgebied		1	1	1	1	1	1
Natuurstreefbeeld bij basisoptie (alleen lokale maatregelen)	lange termijn	2 of 3? met verlandingsvegetatie van veenmossen	2	3 met verlandingsvegetatie van veenmossen	2	2	deelgebied 2 2, deelgebied 3 2/6
	10 jaar na maatregelen	2/4 of 3/4 met zwakke peilfluctuatie zonder verlandingsvegetatie van veenmossen	2/4	3 zonder verlandingsvegetatie van veenmossen	2	2/4	deelgebied 2 2/4, deelgebied 3 2/4/ overgangruigte-natte heide
	5 jaar na maatregelen	4 of 4 met zwakke peilfluctuatie zonder verlandingsvegetatie van veenmossen	4	3 zonder verlandingsvegetatie van veenmossen	2	4	deelgebied 2 4, deelgebied 3 4/ ruigte
Sloten/ rabatten	Verwijderen lokale ontwatering	dempen sloten in deelgebied 6 van onderzoeksgebied 2 en deelgebied 13 van onderzoeksgebied 1	dempen sloten aan zuidzijde Driessenven en in deelgebied 13 van onderzoeksgebied 1	dempen sloten in deelgebied 1 en 2 van onderzoeksgebied 1 en westelijk van Lelieven	dempen sloten aan oostzijde langs bosperceel: alert zijn op doorsnijding leemlaag door sloten (dan dempen met leem)	dempen sloten in oostelijk deel van deelgebied 1 en langs de weg aan de oostrand	dempen sloten alert zijn op doorsnijding leemlaag door sloten (dan dempen met leem)
Ven	Baggeren	open water en veenresten met uitzondering van deel met hoogveenvegetatie					
Voormalige landbouwgrond	1 jaar teelt landbouwgewas zonder bemesting					ja, in oostelijk deel deelgebied 1	alleen in akkers
	Plaggen/ oppervlaktig afgraven bouwvoor		hele Driessenven en noordwestelijke ven, zeer lokaal stukje sparen met Pilveren, Waterpostelein en Moerashertshooi			ja, in westelijk deel van deelgebied 1 en in Rondven in 1999 uitgevoerd	ja
	Overgangsbeheer gedurende 6-12 jaar: maaien en afvoeren maaisel beweiden vanaf begin		hele Driessenven			ja, in hele deelgebied	ja
Venrand	Plaggen venranden	meeste randen met uitzondering van delen met Draadzegge-vegetatie		gefaseerd, waardevolle ven- en venvvegetatie sparen	ven A		
Vergraste heide	Plaggen	lokaal in aangrenzende delen			gefaseerd (deels in 1999 uitgevoerd)		
Bos	Kappen bos met plaggen				ja: bosperceel tussen Heidevennetjes en Springberg		

6.

Gebied		Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide	Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide	Landbouw enclave Bergerheide	Natuurontwikkelingsgebied Wolfsven	Natte heide ten oosten van Springberg	Duivelskuil
Nummer deelgebied		4, 6 en 9	5, 7, 8, 9 t/m 12	13	14	15	
Nummer onderzoeksgebied		1	1	1	1	1	2
Natuurstreefbeeld bij basisoptie (alleen lokale maatregelen)	lange termijn	2/6	7 zonder stuifzandvegetatie	2 of 3	2 en/of 6	2? en/of 6	3 met nieuwe verlandingsvegetatie van veenmossen
	10 jaar na maatregelen	2/4/ overgang ruigte-natte heide/ 6	overgang droge ruigte-droge heide	2/4	4 en/of overgang natte ruigte-natte heide	2? en/of 6	3
	5 jaar na maatregelen	4/ ruigte/ 6	droge ruigte	4	4 en/of natte ruigte	2? en/of 6	3
Sloten/ rabatten	Verwijderen lokale ontwatering	dempen sloten		dempen sloten	dempen sloten	dempen sloten en rabatten	
Ven	Baggeren						alleen zuidelijke ven, bestaande hoogveenbegroeiingen sparen
Voormalige landbouwgrond	1 jaar teelt landbouwgewas zonder bemesting	alleen in akkers	alleen in akkers	alleen in akkers	alleen in akkers		
	Plaggen/ oppervlakkig afgraven bouwvoor	ja	ja	ja	ja (niet prioritair)		
	Overgangsbeheer gedurende 6-12 jaar: maaien en afvoeren maaisel beweiden vanaf begin	ja	ja	ja	ja (niet prioritair)		
Venrand	Plaggen venranden						gefaseerd
Vergraste heide	Plaggen					gefaseerd	
Bos	Kappen bos met plaggen	ja in omgeving, het deel deel ten noorden van deelgebied 9 zeker vrijstellen van bos	in omgeving ten behoeve van areaal uitbreiding streefbeeld			ja, selectief ivm met grote populatie Nachtzwaluwen	in omgeving vooral aan de west- en zuidzijde

65

Gebied		Natuurontwikkelingsgebieden Berkenkamp	Beheergebied Relatienota	Natuurgebied ten noorden van Eendenmeer	Laagte bij Eckeltse Bergen	Reservaatgebied Heukelomsche heide
Nummer deelgebied		1, 2, 3	5	6	7	8
Nummer onderzoeksgebied		2	2	2	2	2
Natuurstreefbeeld bij basisoptie (alleen lokale maatregelen)	lange termijn	7 zonder stuifzandvegetatie of bosaanplant ivm herplantplicht Boswet	5 zonder verlandingsgemeenschappen van Draadzegge	5 zonder verlandingsgemeenschappen van Draadzegge	heischraalland + 6?	8
	10 jaar na maatregelen	overgang droge ruigte-droge heide of bosaanplant ivm herplantplicht Boswet	natte ruigte en eerste aanzetten Kleine zegge-verbond	natte ruigte en eerste aanzetten Kleine zegge-verbond	laag productief grasland met schraallandsorten	8
	5 jaar na maatregelen	droge ruigte of bosaanplant ivm herplantplicht Boswet	natte ruigte	natte ruigte	laag productief grasland	8
Sloten/ rabatten	Verwijderen lokale ontwatering		dempen sloten, oppervlakkige afstroming over maaiveld realiseren	dempen sloten, oppervlakkige afstroming over maaiveld realiseren	?	
Ven	Baggeren					
Voormalige landbouwgrond	1 jaar teelt landbouwgewas zonder bemesting	alleen in akkers	alleen in akkers	alleen in akkers	?	
	Plaggen/ oppervlakkig afgraven bouwvoor	ja	ja	ja	?	
	Overgangsbeheer gedurende 6-12 jaar: maaien en afvoeren maaisel	ja	ja	ja	?	
	beweidende vanaf begin				ja, met huisdieren	
Venrand	Plaggen venranden					
Vergraaste heide	Plaggen				?	
Bos	Kappen bos met plaggen		randen vrijstellen	aangrenzend perceel ten behoeve van landschappelijke inpassing	?	

*Lokale ontwateringsstelsel in het onderzoeksgebied op basis van gegevens waterschap Peel en Maasvallei, gemeente Bergen en inventarisatie A. Arts op 10 februari 2000). Tevens worden de sloottrajecten aangegeven die gedempd dienen te worden*



Legenda

- sloot volgens kaart gem. Bergen
- ▨ ratatten volgens kaart gem. Bergen
- hoofdwatergang waterschap Peul en Maasvallei
- secundaire waterloop waterschap Peul en Maasvallei
- gedempte sloot
- dam in sloot
- te dempen sloottraject



Heu 3

Heu 4

Ratatten: diepte ca. 20-50cm  
Op dit moment  
alle in middenstroom  
watuvaerend

opname dag:  
10 februari  
16 februari

maatregel  
ratatten  
dempen








waterwand  
(diepte 1,1m)  
- 100 cm

VIL 2  
VIL 1





Kaart maatregelen

-  plaggen
-  plaggen/oppervlakkig
-  baggeren
-  kappen bos
-  selectief kappen bos
-  beweiding
-  ext. herplant bos

0 0.5 1 Kilometers

Projectnaam <b>Bergerheide</b>	
Projectnummer 30.3230.015	
Opdrachtgever	
Projectleider W.J.M.K. Senden	
GIS operator C.M. van Hemel	
Tekeningnummer	
Datum: 17-7-2009	
Tijdschetsnummer: 003230015/Bergerheide/01	

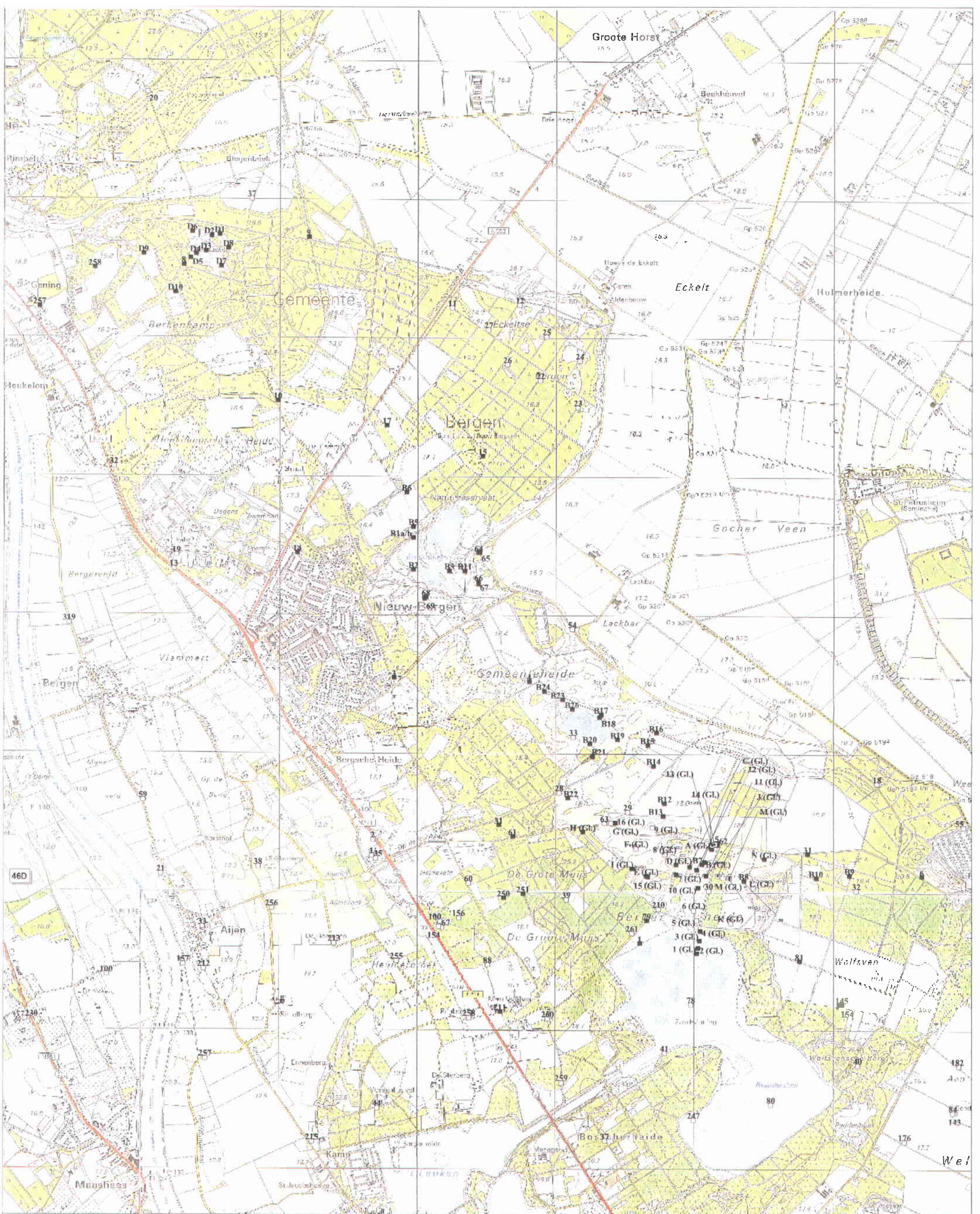


Factoria in progress



**BIJLAGE 12 Ligging van locaties peilbuizen en boringen: uitsnede hele onderzoeksgebied.**





**Boringen in het gebied rond Nieuw-Bergen**

Legenda:

**boorlokaties**

□ boorlokaties zonder boorbeschrijving

■ boorlokaties met boorbeschrijving

- 14 = TNO
- B3 = Kiwa
- D2 = Kiwa
- ... (Gl.) = Gludemans

**Bergerheide**

Projectnummer  
30 3230 015

Opdrachtgever

Projectleider  
W.J.M.K. Senden

GIS operator  
A. van Warners

Tekeningnummer

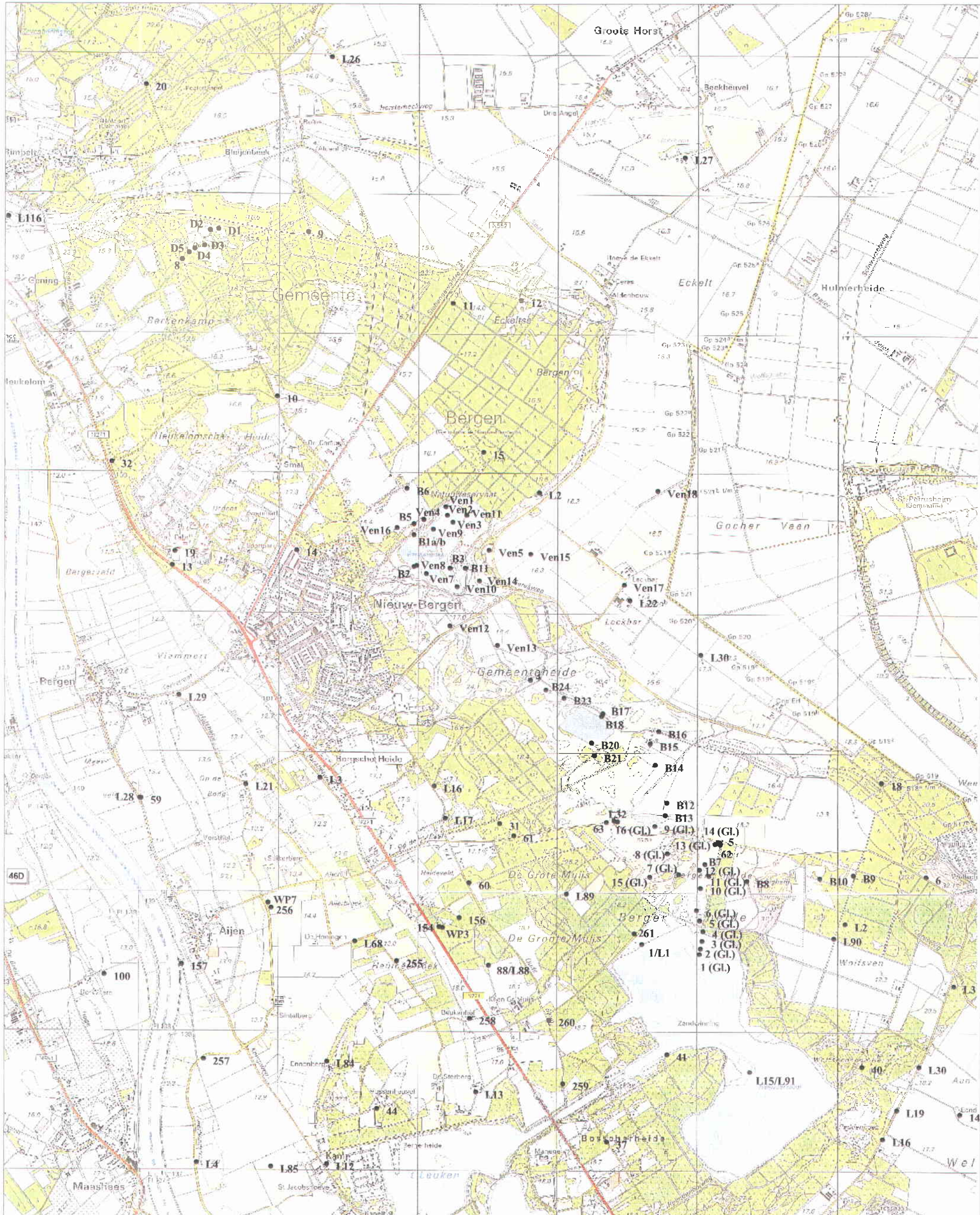
Datum: 25-08-1999  
Projectlocatie: \003230015\Bergerheide\01



0 500 1000 Meters







Grondwaterstandsmetingen in het gebied rond Nieuw-Bergen

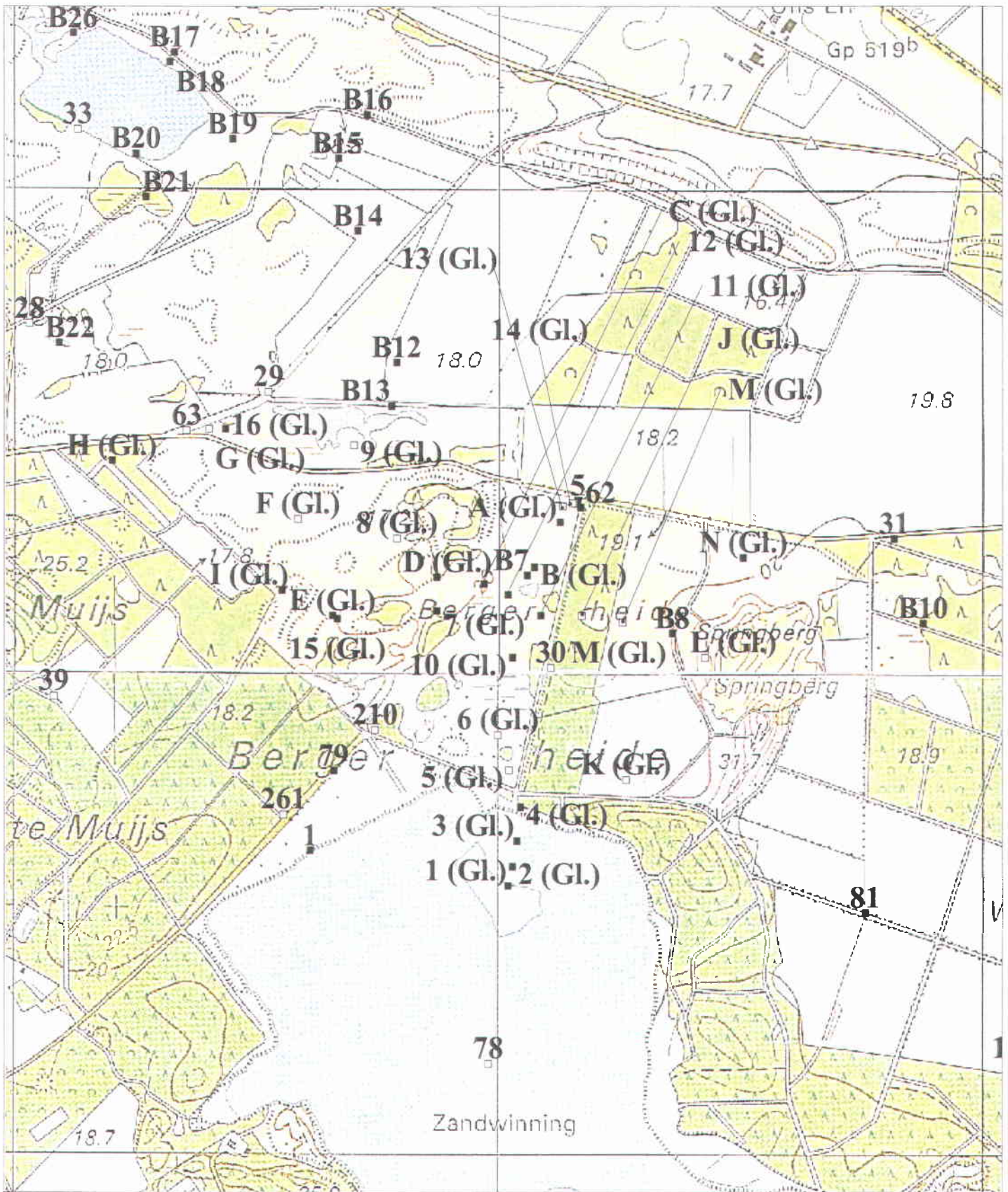
- Legenda:
- grondwatermeting
  - 62 = diepe peilbuis TNO
  - L116 = landbouwbuis TNO
  - B3 = Kiwa
  - D2 = Kiwa
  - Ven15 = WML
  - WP3 = WML
  - .... (GL) = Gloudemans

Projectnaam <b>Bergerheide</b>	
Projectnummer 30.3230.015	 <small>Factus in progress</small>
Opdrachtgever	
Projectleider W.J.M.K. Senden	
GIS operator A. van Warners	
Tekeningnummer	
Datum 1-2-2000	





**Bijlage 13: Ligging van locaties peilbuizen en boringen: uitsnede zuidelijke deel van onderzoeksgebied.**



## Boringen in het gebied rond Nieuw-Bergen

### Legenda:

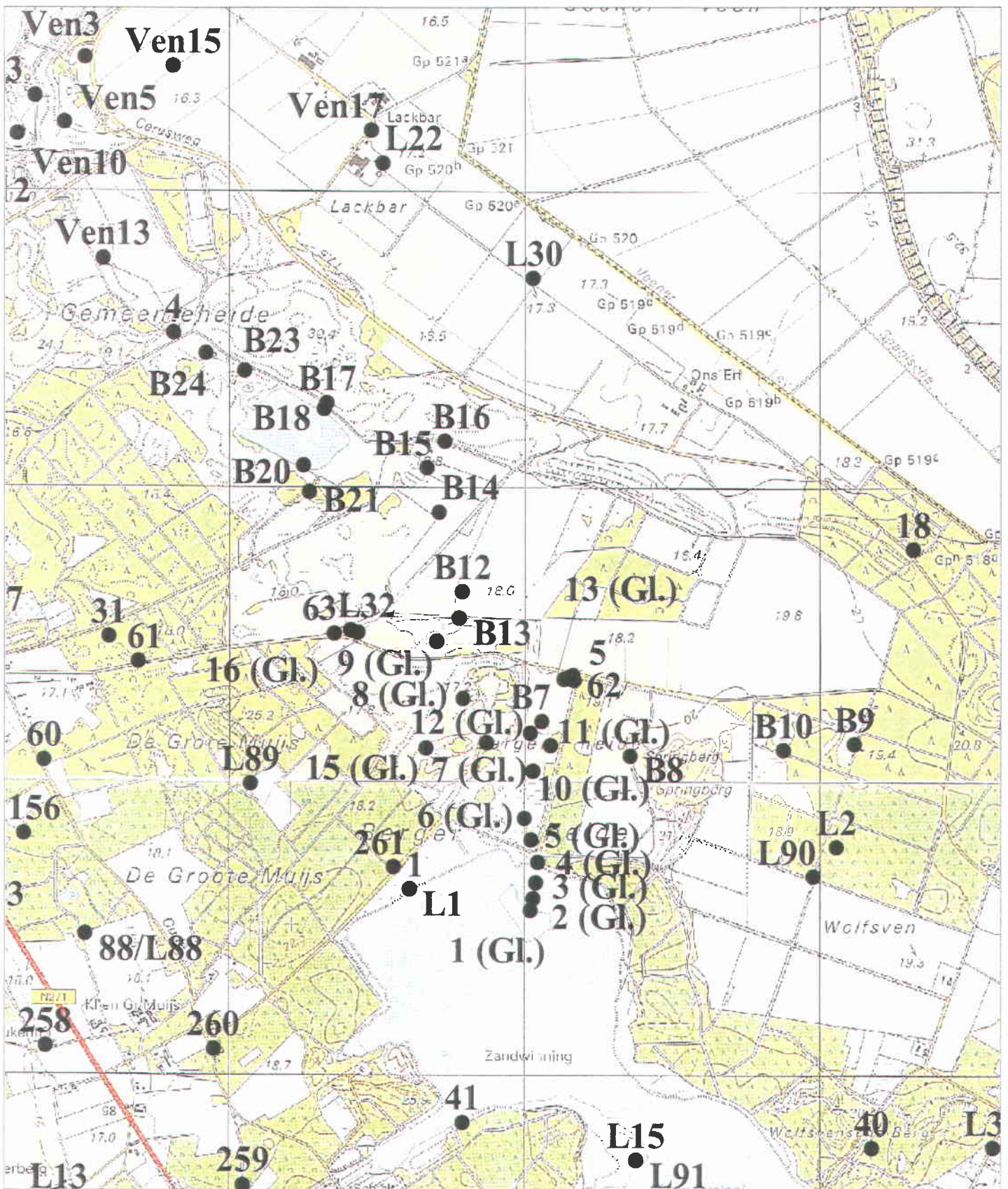
- boorlokaties zonder boorbeschrijving
- boorlokaties met boorbeschrijving

- 14 = TNO
- B3 = Kiwa
- D2 = Kiwa
- ... (Gl.) = Gloudemans



Projectnaam <b>Bergerheide</b>	
Projectnummer 30 3230 015	 <small>Faciliteit &amp; advies</small>
Opdrachtgever	
Projectleider W.J.M.K. Senden	
GIS operator A. van Warners	
Tekeningnummer	
Datum: 1-2-2000 <small>Projectlocatie: W02293011/Saarnumsterpolder</small>	





## Grondwaterstandsmetingen in het gebied rond Nieuw-Bergen

Legenda:

- grondwatermeting
- 62 = diepe peilbuis TNO
- L116 = landbouwbuis TNO
- B3 = Kiwa
- Ven15 = WML
- ... (Gl.) = Gloudemans

0 400 800 Meters



Projectnaam  
**Bergerheide**

Projectnummer  
30 3230 015

Opdrachtgever

Projectleider  
W.J.M.K. Senden

GIS operator  
A. van Warners

Tekeningnummer

Datum 1-2-2000

J:\project\kaswpm\303230015\rap\berberg02.dwg



**BIJLAGE 14** Indicatieve kostenberekening van de maatregelen plaggen,  
oppervlakkig afgraven, baggeren en kappen bos.

Gebied		kosten per oppervlakte (fl/ha)	Eendenmeer		Driessenven en aangrenzend noordwestelijk ven		Lelieven met aangrenzende natte heide		Heidevennetjes (voorheen Vennen A en B) en aangrenzende natte heide		Rondven en aangrenzen voormalig akker		Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide		Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide		Natuurontwikkelingsgebieden Bergerheide		Landbouw enclave Bergerheide		Natuurontwikkelingsgebied Wolfsven	
Nummer deelgebied											1		2 en 3		4, 6 en 9		5, 7, 8, 9 t/m 12		13		14	
Nummer onderzoeksgebied			1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
			oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)
Ven	Baggeren	locatiespecifiek	20	100000																		
Voormalige landbouwgrond	Plaggen/ oppervlakkig afgraven bouwvoor	40000			9	360000					18,5	740000	38	1520000	2,8	110000			20	800000	22	880000
Venrand/ vergraste heide	Plaggen	15000	2	30000			5	75000	0,5	7500												
Bos	Kappen bos met plaggen	5000													2	10000						
Totaal per gebied				1030000		360000		75000		7500		740000		1520000		120000		0		800000		880000



Natte heide ten oosten van Springberg		Duivelskuil		Natuurontwikkelingsgebieden Berkenkamp		Beheergebied Relatienota		Natuurgebied ten noorden van Eendenmeer		Laagte bij Eckeltse Bergen		Reservaatsgebied Heukelomsche heide		TOTAAL
15				1, 2, 3		5		6		7		8		
oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	oppervlakte (ha)	kosten (fl)	
		0,75	?	10	400000	32	1280000	15	600000					
		1,5	22500											
15	75000	10	50000			11	55000	5,5	27500					
	75000		72500		400000		1335000		627500					8042500