



Onderzoek terreincondities grondwater de Bruuk



ROYAL HASKONING

G I E K E N & G E U R T S



Biologische Projecten

Opdrachtgever
Staatsbosbeheer
Regio Gelderland
Arnhem

Onderzoek terreincondities grondwater De Bruuk

Oprachtgever

Staatsbosbeheer
Regio Gelderland
Arnhem



ROYAL HASKONING

G I E S S E N & G E U R I J S



Biologische Projecten

Colofon

Samenstelling: Bart Brorens, Arnold Pors (Royal Haskoning, Adviesgroep Water en Ruimte),
Theo Giesen (Giesen & Geurts).
Layout: Theo Giesen.
Foto's: Staatsbosbeheer, Arnhem.

Royal Haskoning

Barbarossastraat 35,
Postbus 151,
6500 AD Nijmegen.
☎ 024-3284284.

Giesen & Geurts

't Goor 9,
7071 PC Uift.
☎ 0315-640460.

April 2002.

© 2002. Royal Haskoning, Nijmegen.

De inhoud van dit rapport (in het geheel of in delen) mag zonder schriftelijke toestemming van Royal Haskoning niet door fotocopie, druk of andere middelen worden gereproduceerd of overgenomen.

Citaten uit dit rapport zijn alleen toegestaan met volledige bronvermelding:

Brorens, B., A. Pors & Th.G. Giesen, 2002. Onderzoek terreincondities grondwater De Bruuk. Royal Haskoning, Nijmegen/Giesen & Geurts, Uift.

Inhoud

Samenvatting	
1 Inleiding	
Beleidskader	1
Verdroging	1
Doelstelling terreincondities	1
Onderzoek terreincondities	3
Leeswijzer	3
2 Hydrologische systeemanalyse van De Bruuk	
Hydrologie van De Bruuk	5
(Sub)regionaal systeem	5
Lokale afwatering	5
Maaiveldhoogte	7
Grondwatermodel	7
Beschrijving hydrologie op basis van grondwatermodel	7
3 De modelberekeningen	
3.1 Het DLG-alternatief	11
3.1.1 Beschrijving van het alternatief	11
3.1.2 Effecten	11
3.2 Het maximale alternatief	14
3.2.1 Beschrijving van het maximale alternatief	14
3.2.2 Effecten	14
4 Stroombanen	
4.1 Huidige situatie	17
4.2 DLG alternatief	17
4.3 Maximale alternatief	17
5 Ecologische interpretatie van de modelberekeningen	
5.1 Wat is het doel?	19
5.2 Eigenschappen van het Blauwgrasland en de Veldrusassociatie	19
5.3 Wat kan er met de scenariovoorstellen in De Bruuk bereikt worden?	20
5.3.1 Hydrologische wijzigingen ten gevolge van het DLG-alternatief	20
5.3.2 Hydrologische wijzigingen ten gevolge van het maximale-alternatief	20
5.4 Hydrochemische situatie	20
5.4.1 Grondwater	20
5.4.2 Water aan maaiveld	21
5.5 Consequenties voor de vegetatie na uitvoering DLG-alternatief	23
5.6 Vegetatie en vegetatieontwikkeling	23
6 Conclusies en aanbevelingen	
6.1 Conclusies	25
Effecten van ingrepen op de grondwaterstand	25
Effecten van ingrepen op de hoeveelheid kwel	25
Aard en herkomst kwelwater	25
6.2 Aanbevelingen	25
Aanbevelingen met betrekking tot de inrichting van De Bruuk en omgeving	25
Aanbevelingen met betrekking tot nader onderzoek	26
Literatuur	27

Figuren

1.1	De ligging van het object De Bruuk	2
2.1	Schematische weergave van het hydrologisch systeem van De Bruuk	6
2.2	Maaiveldhoogten in De Bruuk in meters +NAP.....	6
2.3	Ijking van het grondwatermodel in het freatisch pakket	7
2.4	Dikte van de onverzadigde laag in de huidige situatie in meters.....	8
2.5	Ontwateringdiepte in de huidige situatie in meters t.o.v. het maaiveld	8
3.1a	Isohysenpatroon in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters +NAP	12
3.1b	Isohysenpatroon in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters +NAP.....	12
3.2a	Kwelpatroon in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters/dag	13
3.2b	Kwelpatroon in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters/dag	13
3.3a	Grondwaterstandtoename in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters.....	15
3.3b	Grondwaterstandtoename in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters.....	15
4.1	Stroombanen naar De Bruuk in de huidige situatie	16
4.2	Stroombanen naar De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief	16
4.3	Stroombanen naar De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief.....	16
4.4	Stroombanen van het kwelwater dat afkomstig is van het Reichswald en dat door de Nieuwe Leigraaf wordt opgevangen en afgevoerd in de huidige situatie.....	18
4.5	Doorsnede door De Bruuk met stroombanen van het kwelwater in de huidige situatie.....	18
5.1	EGV-ionratio diagram van water uit De Bruuk	21
5.2	De pH van het water aan maaiveld in de huidige situatie.....	22
5.3	Het aandeel grondwater (LIA) in het water aan maaiveld in de huidige situatie	22
5.4	Het calciumgehalte van het water aan maaiveld in de huidige situatie	22
5.5	Het aandeel regenwater, grondwater en zeewater in het water aan maaiveld in de huidige situatie	23

Tabellen

3.1	Samenvatting van de resultaten van de modelberekeningen in vergelijking tot de huidige situatie	14
-----	---	----

Bijlagen

1	Kwelpatroon in de huidige situatie, het DLG en het maximale alternatief	31
2	Isohysen in het modelgebied en in De Bruuk in de huidige situatie.....	32
3	Ligging van de monsterpunten van het water aan maaiveld, bemonsterd op 14-12-2001. In de tabel staan de analyseresultaten	33
4	Peilvakkenkaart van De Bruuk	34

Samenvatting

Beleidskader

Tussen Groesbeek en de Duitse grens ligt het natuurgebied De Bruuk (zie fig. 1.1), dat in eigendom en beheer is bij Staatsbosbeheer. De Bruuk is een botanisch zeer waardevol natuurgebied, waar onder andere nog Blauwgraslanden voorkomen. De Blauwgraslanden behoren tot de natte schraallanden, een type grasland dat ook internationaal gezien zeldzaam is geworden. Het is daarom ook opgenomen in de tweede tranche voor uitbreiding van Habitatrictlijngebieden in Nederland. De provincie Gelderland heeft in het waterhuishoudingplan aan het grond- en oppervlaktewater in De Bruuk de functie “water van het hoogste ecologische niveau” toegekend. Delen van het randgebied hebben de functie “water voor landbouw en kwelafhankelijke natuur”. In het kader van de Relatienota zijn rond De Bruuk percelen aangeduid als reservaatgebied voor de inrichting als bufferzone.

Verdroging

In De Bruuk treedt verdroging op. Dit heeft twee hoofdoorzaken. Allereerst zijn er de watergangen die in de jaren zeventig zijn gegraven (de Nieuwe Leigraaf en de Ashorst), waarbij de lemlagen zijn doorgraven en een waterpeil is ingesteld op basis van de agrarische functie. Daarnaast zijn de peilen in de overige waterlopen om De Bruuk eveneens ingesteld voor een landbouwkundige ontwatering. Verder is aan de oostzijde van het gebied behoorlijk intensief drainage aangebracht voor ontwatering van laaggelegen gronden.

Voor de fijnregeling van de waterhuishouding is door het Waterschap Rivierenland (voorheen Polderdistrict Groot Maas en Waal) het Peilenplan Groesbeek opgesteld. Dit peilenplan kent een sterke landbouwkundige oriëntatie. Staatsbosbeheer vreest dat De Bruuk hierdoor verder verdroogt, aangezien een hydrologische buffering ontbreekt.

Door de Landinrichtingscommissie Groesbeek is voorgesteld de Nieuwe Leigraaf met 10 meter te verbreden, inclusief bodemverhoging en de reparatie van de lemlagen in het natte profiel. Voor de afvoer van drainagewater in de huiskavels tussen De Bruuk en Hoge Waldseweg is evenwel een parallelsloot voorgesteld, die ook door de lemlagen snijdt.

In het oorspronkelijke landinrichtingsplan was een bufferzone opgenomen van 80 meter voor een waterhuishoudkundige herinrichting.

Doelstelling terreincondities

Om de in het gebied aanwezige Blauwgraslanden in stand te houden, streeft Staatsbosbeheer naar een kwelintensiteit van meer dan 3 mm/dag op 60% van het oppervlak van het reservaat. Om dit te bereiken zijn interne- en externe maatregelen in de waterhuishouding noodzakelijk.

Onderzoek terreincondities

De bureaus Royal Haskoning en Giesen & Geurts zijn door Staatsbosbeheer gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de invloed van een hydrologische bufferzone op de terreincondities in De Bruuk. Verwacht wordt dat een bufferzone (met name aan de oostzijde) een positief effect heeft op de kwelintensiteit in het natuurgebied.

Hydrologie van De Bruuk

De Bruuk ligt, met een aantal omringende landbouwpercelen, in een natuurlijke laagte, ingeklemd tussen de stuwwal van Groesbeek aan de westkant en de stuwwal van het Reichswald aan de oostkant. De beide stuwwallen voeden het gebied met kwelwater. De afwatering van de omgeving concentreert zich in het natuurgebied

Modelberekeningen

Voor De Bruuk is een grondwatermodel opgezet. Hiermee wordt de stroming in de ondergrond gesimuleerd en kunnen effecten van mogelijke ingrepen in het hydrologisch systeem worden berekend. Met het grondwatermodel voor De Bruuk zijn twee alternatieven voor een bufferzone doorgerekend. Het eerste alternatief is opgesteld door DLG, in het kader van de

uitvoering van de landinrichting Groesbeek. Het plan van DLG omvat voornamelijk aanpassingen aan de Nieuwe Leigraaf, met als doel meer kwelwater De Bruuk in te laten stromen. Het tweede alternatief, het zogenaamde maximale alternatief, omvat behalve de aanpassingen aan de Nieuwe Leigraaf ook het verwijderen van de drainagebuizen in de landbouwgronden ten oosten van het natuurgebied. Het doel van dit alternatief is zoveel mogelijk kwelwater het natuurgebied in te laten stromen.

Berekeningsresultaten

Maatstaf voor de resultaten is het percentage van het oppervlak dat meer dan 3 mm kwel per dag ontvangt. De resultaten zijn weergegeven in de verschillende kaarten in deze rapportage en staan samengevat in onderstaande tabel:

		Huidige situatie	Alternatief	
			DLG	Maximaal
Kwel >3 mm/dag	oppervlakte in %	25	35	40
	oppervlakte in ha.	20	28	32
Grondwaterstand	toename in cm	5-10	5-10	5-10

Stroombaanberekeningen

Het doel van de stroombaanberekeningen is het herleiden van de herkomst en ouderdom van het kwelwater. Deze gegevens zijn een indicatie voor de kwaliteit van het kwelwater.

In de huidige situatie wordt een groot deel van het kwelwater uit het Reichswald via de Nieuwe Leigraaf afgevoerd. Dit water komt dus niet in De Bruuk terecht. De Bruuk staat daarom voornamelijk onder invloed van kwelwater afkomstig uit de westelijke stuwwal. Het water dat in De Bruuk aan het oppervlak komt heeft een gemiddelde ouderdom van 100 tot 200 jaar. Dit is gunstig voor de beoogde instandhouding en ontwikkeling van Blauwgraslanden.

Voor het DLG-alternatief is berekend dat de Nieuwe Leigraaf minder water afvangt uit het Reichswald. In het maximale alternatief wordt door deze waterloop vrijwel geen kwelwater meer afgevoerd.

Uit de stroombanen blijkt ook dat het gebied ten noorden veel water aantrekt, vanwege het lage peil van het oppervlaktewater.

Ecologie

Om het Blauwgrasland in stand te houden of uit te breiden, is een hogere kweldruk op een groter oppervlak noodzakelijk. De kweldruk moet er voor zorgen dat een groot deel van het jaar het grondwater de wortelzone kan bereiken, om de grond in de wortelzone op de juiste kwaliteit te brengen en te houden (voornamelijk voldoende kalk). Het ideaalbeeld is een plasdras situatie gedurende enkele weken tot maanden tijdens de winterperiode en een oppervlakkige uitdroging in de zomer. Dit betekent een gemiddeld hoge grondwaterstand, waarin de aanvoer van water van de juiste kwaliteit (kalkrijk grondwater) van levensbelang is voor de doelcomponenten van Blauwgraslanden.

Omdat in beide alternatieven een groter oppervlak van De Bruuk voldoet aan de gestelde kwelintensiteit, mag worden aangenomen dat ook het Blauwgrasland zich over een evenredig groter oppervlak zal uitbreiden. Ook de kwaliteit van het water voldoet in grote delen van De Bruuk aan de eisen van terreincondities voor Blauwgraslanden. Hoge grondwaterstanden komen gedurende 60% van het jaar voor en in 40% van het gebied staat het water gedurende enige tijd per jaar op maaiveld.

Mogelijk is op enkele plaatsen de voedselrijkdom van het water te groot en zijn aanvullende maatregelen als plaggen plaatselijk noodzakelijk, om de gewenste Blauwgraslandvegetaties tot ontwikkeling te laten komen.

Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat beide scenario's meer kwel opleveren in De Bruuk en dus ook meer potentiële kansen voor uitbreiding van de Blauwgraslanden. De berekende oppervlak-

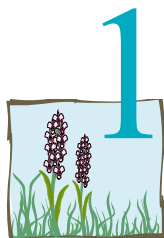


ten waar kansen liggen voor de Blauwgraslanden, zijn opgenomen in de tabel op de vorige pagina. Het maximale alternatief levert de grootste toename van kwel op en is daarmee het interessantst voor de instandhouding en ontwikkeling van Blauwgraslanden in De Bruuk. Van groot belang daarbij is dat in de praktijk de Nieuwe Leigraaf zo waterdicht mogelijk wordt aangelegd (een degelijke beleming van de bodem).

In het DLG-alternatief wordt een nieuwe watergang parallel aan de Nieuwe Leigraaf gegraven voor de afvoer van drainagewater. Geadviseerd wordt om op plaatsen waar de leemlaag bij de aanleg van deze waterloop wordt doorgraven, deze opnieuw in het natte profiel te belemen. Bij overleg tussen Provincie Gelderland, DLG, Waterschap Rivierenland en Staatsbosbeheer dd. 29 januari 2002 is de afspraak gemaakt dat het DLG alternatief wordt uitgevoerd.

Daarnaast wordt gewezen op het laaggelegen gebied ten noorden van De Bruuk, waar veel kwel optreedt. Enerzijds kan het verhogen van waterpeilen leiden tot een toename van kwel in De Bruuk, anderzijds is deze zone zelf potentieel interessant voor natuurontwikkeling.

Samenvatting



Inleiding

Beleidskader

Tussen Groesbeek en de Duitse grens ligt het natuurgebied De Bruuk (fig. 1.1), dat in eigendom en beheer is bij Staatsbosbeheer. De Bruuk is een botanisch zeer waardevol natuurgebied, waar onder andere nog Blauwgraslanden voorkomen. De Blauwgraslanden behoren tot de natte schraallanden, een type grasland dat ook internationaal gezien zeldzaam is geworden. Het is daarom ook opgenomen in de tweede tranche voor aanwijzing van Habitatrictlijngebieden in Nederland. De provincie Gelderland heeft in het waterhuishoudingplan aan het grond- en oppervlaktewater in De Bruuk de functie “water van het hoogste ecologische niveau” toegekend. Delen van het randgebied hebben de functie “water voor landbouw en kwelafhankelijke natuur”. In het kader van de Relatienota zijn rond De Bruuk percelen aangeduid als reservaatgebied voor de inrichting als bufferzone.

Verdroging

In De Bruuk treedt verdroging op. Dit heeft twee hoofdoorzaken. Allereerst zijn er de watergangen die in de jaren zeventig zijn gegraven (de Nieuwe Leigraaf en de Ashorst), waarbij de lemlagen zijn doorgraven en een laag waterpeil is ingesteld. Daarnaast zijn de peilen in de overige waterlopen om De Bruuk eveneens ingesteld voor de landbouw. Verder is aan de oostzijde van het gebied behoorlijk intensief drainage aangebracht voor ontwatering van laaggelegen gronden.

Voor de fijnregeling van de waterhuishouding is door het Waterschap Rivierenland (voorheen Polderdistrict Groot Maas en Waal) het Peilenplan Groesbeek opgesteld. Dit peilenplan kent een sterke landbouwkundige oriëntatie. Staatsbosbeheer vreest dat De Bruuk hierdoor verder verdroogt, aangezien een hydrologische buffering ontbreekt.

Door de Landinrichtingcommissie Groesbeek is voorgesteld de Nieuwe Leigraaf met 10 meter te verbreden, inclusief bodemverhoging en de reparatie van de lemlagen in het natte profiel. Voor de afvoer van drainagewater is evenwel een parallelsloot voorgesteld, die ook de lemlagen doorsnijdt.

In het oorspronkelijke landinrichtingplan was een bufferzone opgenomen van 80 meter voor een waterhuishoudkundige herinrichting.

Doelstelling terreincondities

Om de in het gebied aanwezige Blauwgraslanden in stand te houden streeft Staatsbosbeheer naar een kwelintensiteit van meer dan 3 mm/dag op 60% van het oppervlak van het reservaat. Om dit te bereiken zijn interne- en externe maatregelen in de waterhuishouding noodzakelijk.

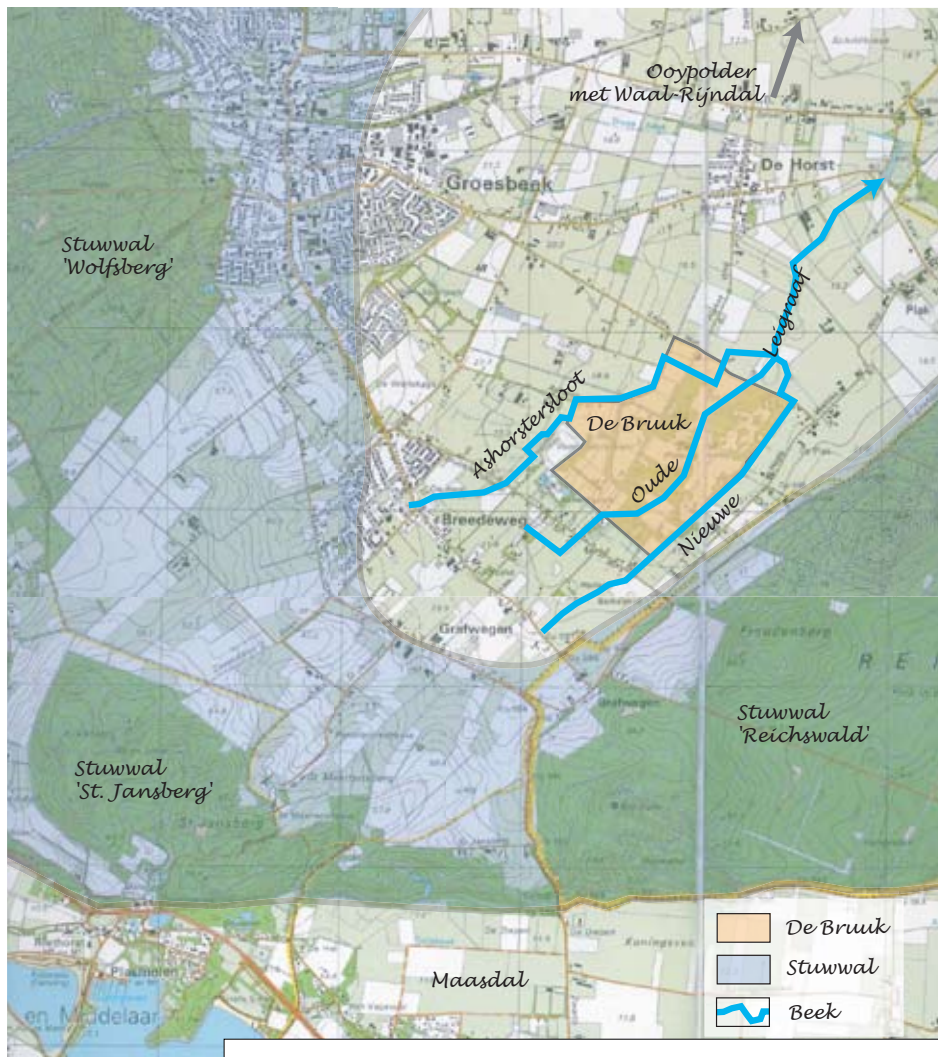


Fig. 1.1
De ligging van het
object De Bruuk.

Grasland in De
Bruuk met bom-
kraters en
Wilgenstruweel
op de achtergrond.



Onderzoek terreincondities

De bureaus Royal Haskoning en Giesen & Geurts zijn door Staatsbosbeheer gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de invloed van een hydrologische bufferzone op de terreincondities in De Bruuk. Verwacht wordt dat een bufferzone (met name aan de oostzijde) een positief effect heeft, op de kwelintensiteit in het natuurgebied.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee fasen: de eerste fase (hydrologische onderzoek) is uitgevoerd door Royal Haskoning. Ten behoeve van het beoordelen van ingrepen in de waterhuishouding is een grondwatermodel gebouwd van De Bruuk en omgeving. Bestudeerd zijn de effecten van bufferzones van verschillende omvang op de hydrologie van het natuurgebied.

De tweede fase (ecologisch gedeelte) is ingevuld door Giesen & Geurts. De resultaten van de hydrologische studie zijn door hen geïnterpreteerd. In combinatie met informatie over de waterkwaliteit en vegetatieontwikkeling in het studiegebied is een verwachting gemaakt van de ontwikkeling van Blauwgraslanden in De Bruuk.

In het onderzoek zijn twee alternatieven van de toekomstige waterhuishouding doorgerekend. Het eerste alternatief is een voorstel van Dienst landelijk Gebied (DLG), waarin een beperkte bufferzone is gepland. In het tweede alternatief is een hydrologische bufferzone ingesteld die naar verwachting de meeste winst voor de Blauwgraslanden zal opleveren.

Leeswijzer

In het hoofdstuk 'systeemanalyse van De Bruuk' wordt de hydrologie van De Bruuk uitgelegd aan de hand van een schematisch hydrogeologische dwarsdoorsnede en de resultaten van de grondwatermodelberekeningen voor de huidige situatie.

De resultaten van de modelberekeningen voor de twee varianten zijn het onderwerp van hoofdstuk 3 'De modelberekeningen'. Voor een verdere analyse van de geohydrologie van het gebied zijn tevens stroombaanberekeningen uitgevoerd (een stroombaan is de weg van regendruppel door de ondergrond tot het bovenkwel, hoofdstuk 4). De ecologische interpretatie van de modelberekeningen vormt het onderwerp van hoofdstuk 5. Tot slot zijn de conclusies en aanbevelingen opgenomen in hoofdstuk 6.





Hydrologische systeemanalyse van De Bruuk

Hydrologie van De Bruuk

De Bruuk ligt, met een aantal omringende landbouwpercelen, in een natuurlijke laagte, ingeklemd tussen de stuwwal van Groesbeek aan de westkant en de stuwwal van het Reichswald aan de oostkant. De beide stuwwallen voeden het gebied met kwelwater. De afwatering van de omgeving concentreert zich in het natuurgebied. In vroeger tijden voerde de daar gelegen beek, de Oude Leigraaf, het water af. De Oude Leigraaf was toen de scheiding in het gebied; westelijk van de beek stond het gebied onder invloed van het water afkomstig van de stuwwal van Groesbeek, oostelijk van de beek stond het gebied onder invloed van water afkomstig uit het Reichswald. Ten behoeve van de landbouw zijn vele ingrepen gedaan in de waterhuishouding van het gebied. De oude beekloop heeft zijn functie verloren en deze is overgenomen door nieuw gegraven watergangen. De Nieuwe Leigraaf en de watergang langs de Ashorst zijn hiervan de belangrijkste. Deze watergangen hebben een sterk drainerende invloed en beperken de toestroom van kwelwater naar het natuurgebied.

In de winter en het voorjaar komen de grondwaterstanden tot aan het maaiveld. In de zomer daalt de grondwaterstand met ongeveer 60 cm, met uitschieters in droge perioden tot circa één meter. In het najaar stijgt de grondwaterstand weer.

(Sub)regionaal systeem

Het hydrologisch systeem van De Bruuk (fig. 2.1) wordt sterk bepaald door zijn ligging tussen de stuwwallen van Groesbeek en het Reichswald. De stuwwallen voeden het gebied met kwelwater. De pijlen 1, 2 en 3 in fig. 2.1 schematiseren de grondwaterstroming die van de stuwwallen komt. Het gebied wordt omgeven door diepe watergangen, de Ashorst en de Nieuwe Leigraaf, die door de ondiepe leemlaag snijden. Deze watergangen werken sterk drainerend, vooral ook op het watervoerend pakket (wvp) onder de leemlaag. Doordat zij sterk drainerend werken, vangen zij veel kwel (4) uit de stuwwal af. De invloed van de watergangen op de stijghoogte in het tweede watervoerend pakket is groot. Het isohypsenpatroon in de huidige situatie is te zien in bijlage 2.

Lokale afwatering

In De Bruuk liggen kleinere watergangen die niet door de leemlaag snijden. Deze zorgen voor de interne afwatering van het natuurgebied. Aan de oostzijde van het reservaat liggen percelen met drainage. De drainage vangt de lokale kwel (1) af.

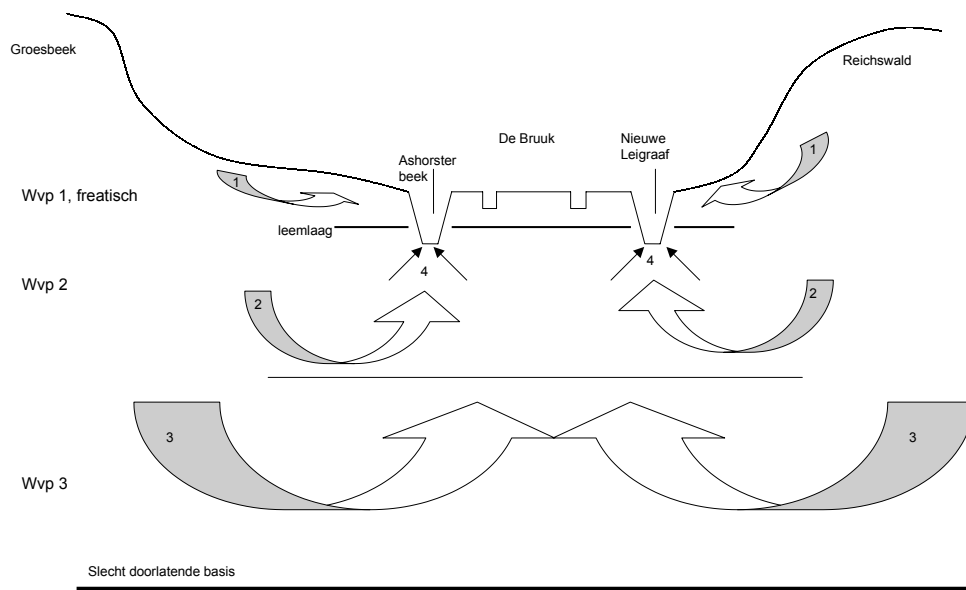


Fig. 2.1. Schematische weergave van het hydrologisch systeem van De Bruuk (West-Oost doorsnede)

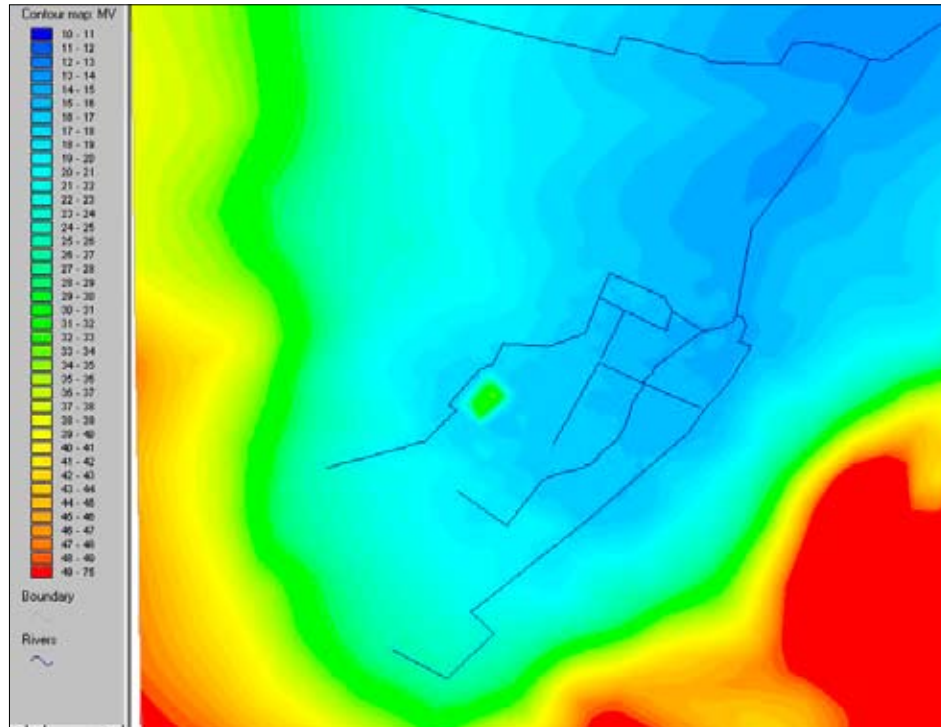


Fig. 2.2. Maaiveldhoogte in De Bruuk in meters +NAP. Het laaggelegen (blauwe) gebied binnen de groene contouren vormt de drain van de regio. Vergelijk de figuur ook met fig. 1.1 in verband met de ligging van de stuwwal.

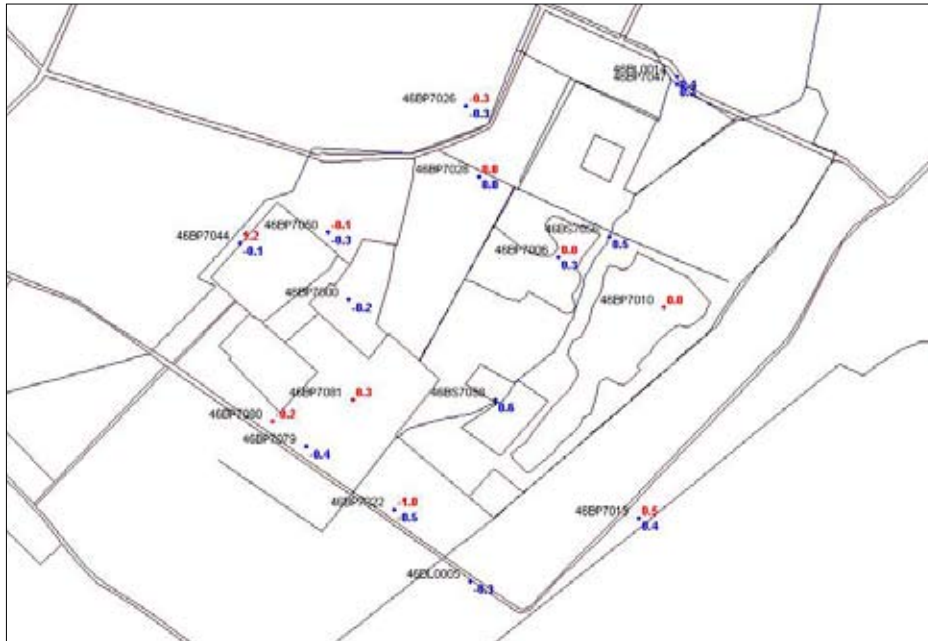


Fig. 2.3.

Ijking van het grondwatermodel in het freatisch pakket (watervoerend pakket 1 = rood) en de deklaag (watervoerend pakket 2 = blauw). De getallen geven het verschil in meters aan tussen de berekende en de gemeten stijghoogte ter plaatse.

Maaiveldhoogte

Het verloop van de maaiveldhoogte in het studiegebied is weergegeven in fig. 2.2. Duidelijk te zien is dat De Bruuk in een natuurlijke laagte ligt. Het laaggelegen blauwe gebied (binnen de groene contouren) vormt als het ware de “drain” van de regio. De belendende landbouwpercelen ten oosten en noordwesten horen hier zeker bij. Zij vormen morfologisch en hydrologisch een geheel.

Grondwatermodel

In het kader van dit onderzoek is door Royal Haskoning een grondwatermodel gebouwd middels de simulatiesoftware TRIWACO. Dit model maakt het mogelijk de huidige geohydrologische situatie te bestuderen en tevens potentiële ingrepen in de hydrologie te simuleren, om zo de effecten van de ingrepen te kunnen voorspellen.

In de modelbouwfase wordt het model gecalibreerd (geijkt). Dit wil zeggen dat het model zodanig wordt bijgesteld, dat de berekeningsresultaten zoveel als mogelijk overeenstemmen met gemeten grondwaterstanden. In fig. 2.3 staan de resultaten van de ijking van het grondwatermodel in het freatisch pakket (watervoerend pakket 1, boven de leemlaag) en de deklaag (watervoerend pakket 2, onder de leemlaag tot ca. 10 m diepte). De getallen zijn de verschillen tussen de berekende en gemeten stijghoogte in de peilbuizen. Een negatieve waarde betekent dat de grondwaterstand ter plaatse van de peilbuis te laag is berekend, een positieve waarde betekent dat de grondwaterstand te hoog is berekend. De ijkresultaten van de twee diepe peilbuizen zijn + 0,4 m en - 0,4 m (niet op kaart).

Beschrijving hydrologie op basis van grondwatermodel

De door het grondwatermodel berekende dikte van de onverzadigde zone (de afstand van maaiveld tot de grondwaterstand) is weergegeven in fig. 2.4. Uit

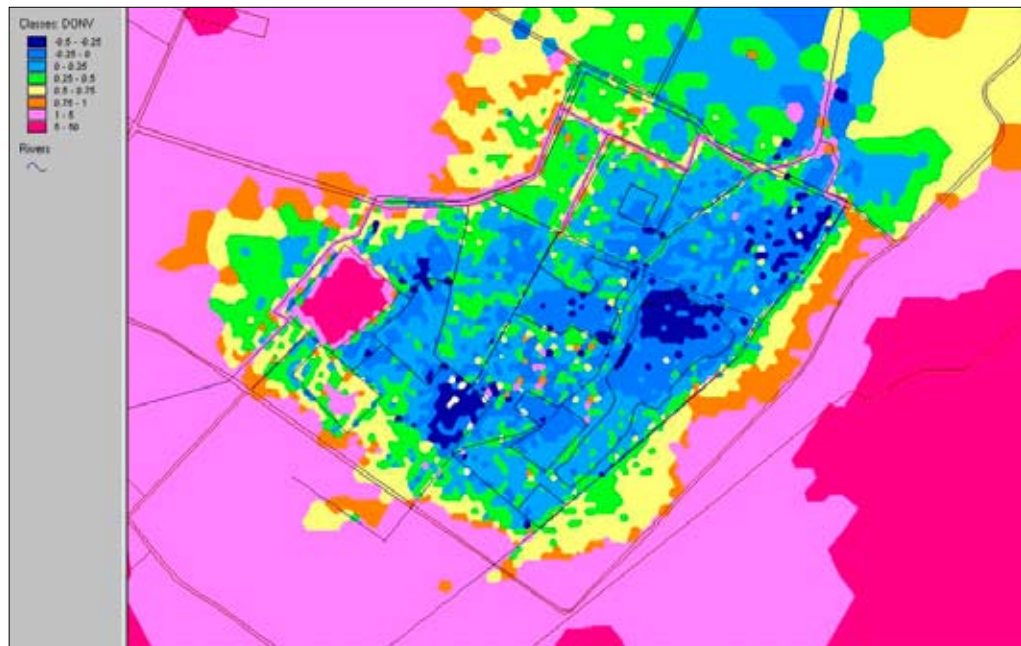


Fig. 2.4.
Dikte van de onverzadigde laag in de huidige situatie in meters. Hoe dunner de onverzadigde laag, hoe hoger het grondwater staat.

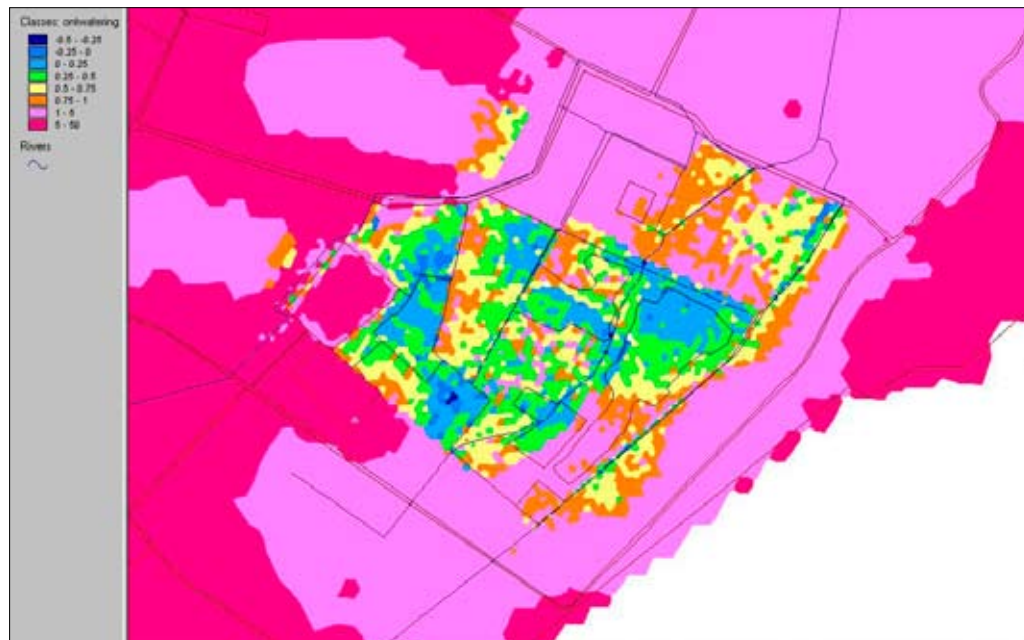


Fig. 2.5.
Ontwateringdiepte in de huidige situatie in meters t.o.v. het maaiveld.

de kaart valt tevens af te lezen dat in enkele percelen het water tot aan of op maaiveld staat.

Fig. 2.5 geeft de ontwateringdiepte weer. Dit is de afstand tussen het maaiveld en het door de terreinbeheerder ingestelde oppervlaktewaterpeil. Het verschil tussen fig. 2.4 en 2.5 wordt gevormd door de zogenaamd ‘opbolling’ van de grondwaterstand die wordt veroorzaakt door de neerslag. Doordat het oppervlaktewater vaak vlak onder maaiveld staat ingesteld, wordt de grondwaterstand door opbolling op bepaalde percelen boven maaiveld berekend.

Het grondwatermodel is een zogenaamd stationair model, hetgeen betekent dat de jaargemiddelde grondwaterstand wordt berekend. In werkelijkheid zakt in de zomer de grondwaterstand weg. Op basis van de peilbuisgegevens blijkt dat dit in De Bruuk gemiddeld 60 cm is. In een situatie met lage grondwaterstand kan de toename van kwel positieve invloed hebben.



De modelberekeningen

In het onderzoek zijn twee alternatieven van de toekomstige waterhuishouding doorgerekend. Het eerste alternatief is een voorstel van Dienst Landelijk Gebied (DLG), waarin een beperkte bufferzone is gepland. In het tweede alternatief is een hydrologische bufferzone ingesteld, die naar verwachting de meeste winst voor de Blauwgraslanden zal opleveren. De resultaten zijn weergegeven in verschillende kaarten en zijn samengevat in tabel 3.1.

3.1 Het DLG-alternatief

3.1.1 Beschrijving van het alternatief

In de huidige situatie wordt veel kwel aangetrokken door de diep ingesneden waterlopen de Nieuwe Leigraaf en de Ashorst. Deze kwel komt daardoor niet ten goede aan De Bruuk (zie fig. 2.1, de pijlen gemerkt met 4 onder Ashorst en Leigraaf). Het doel van het DLG alternatief is het verminderen van dat drainerende effect door ingrepen in deze waterlopen. Voor de afvoer van drainage-water wordt evenwel een parallelsloot voorgesteld, die ook door de lemlagen snijdt.

In het DLG-alternatief is de bufferzone ten oosten van De Bruuk beperkt tot een strook van ongeveer 10 m. De volgende punten zijn veranderd ten opzichte van de uitgangssituatie:

- 1 Verbreden, verondiepen en belemen van de Nieuwe Leigraaf. De Nieuwe Leigraaf wordt in principe hydrologisch geïsoleerd. Dit wil zeggen dat er geen toestroom van kwel naar de Nieuwe Leigraaf plaatsvindt.
- 2 Het aanleggen van een drainagesloot parallel aan de Nieuwe Leigraaf, die alleen dient voor het afvangen van water uit de drainagebuizen:
 - ✓ De bodem van de drainagesloot ligt 40 cm hoger dan de huidige bodem van de Nieuwe Leigraaf.
 - ✓ De drainagesloot is niet met leem bekleed en snijdt door de leemlaag.
- 3 Omleiden van de sloot langs de Ashorst om De Bruuk heen:
 - ✓ De omleiding wordt net zo uitgevoerd als de huidige watergang.
 - ✓ De kortsluiting die ontstaan is, wordt gedeeltelijk gedempt. In de nieuwe situatie wordt de leemlaag niet doorsneden.
 - ✓ Het laatste stuk van de Omgelegde Leigraaf wordt gedeeltelijk gedempt. In de nieuwe situatie wordt de leemlaag niet doorsneden.

3.1.2 Effecten

De effecten van de ingrepen op de grondwaterstand en de kwel zijn weergegeven in de figuren 3.1a, 3.2a en 3.3a. Als gevolg van de ingrepen nemen de grondwaterstanden in het eerste en tweede watervoerend pakket toe, evenals de

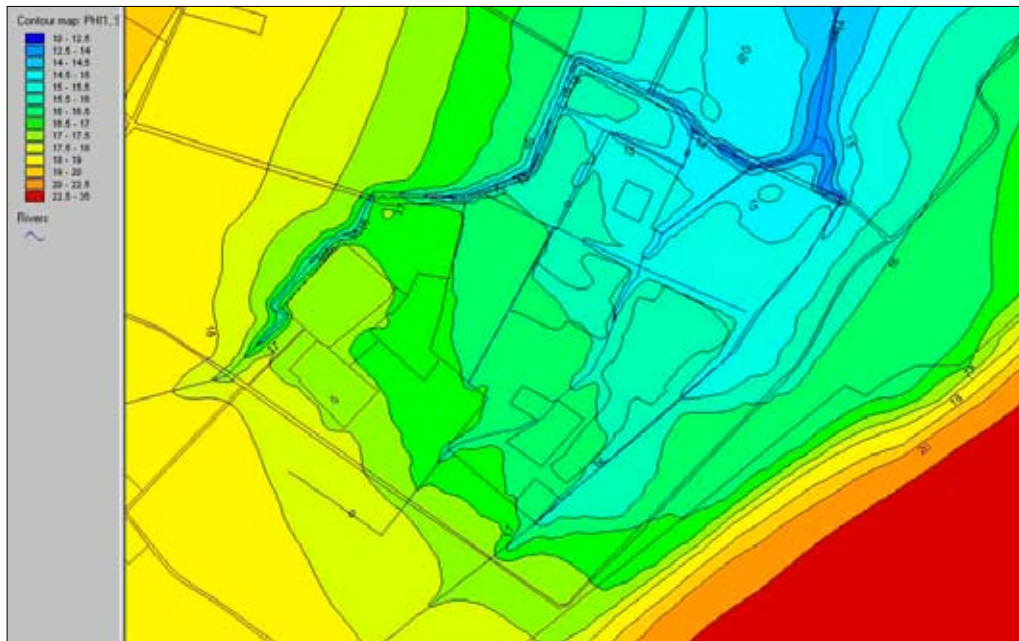


Fig. 3.1.a.
 Isohypsenpatroon in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters +NAP.

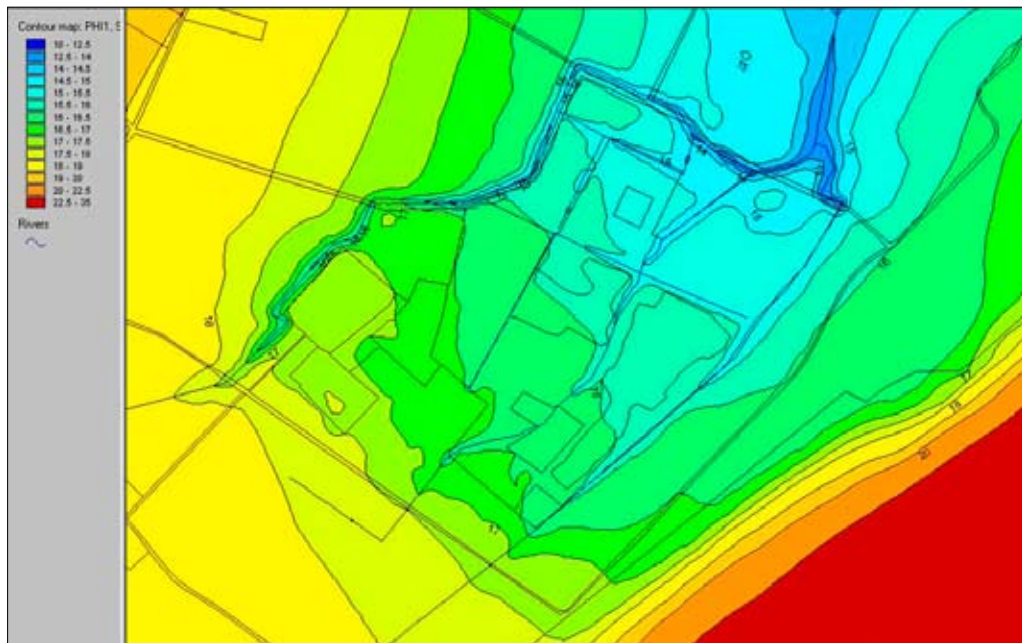


Fig. 3.1.b.
 Isohypsenpatroon in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters +NAP.

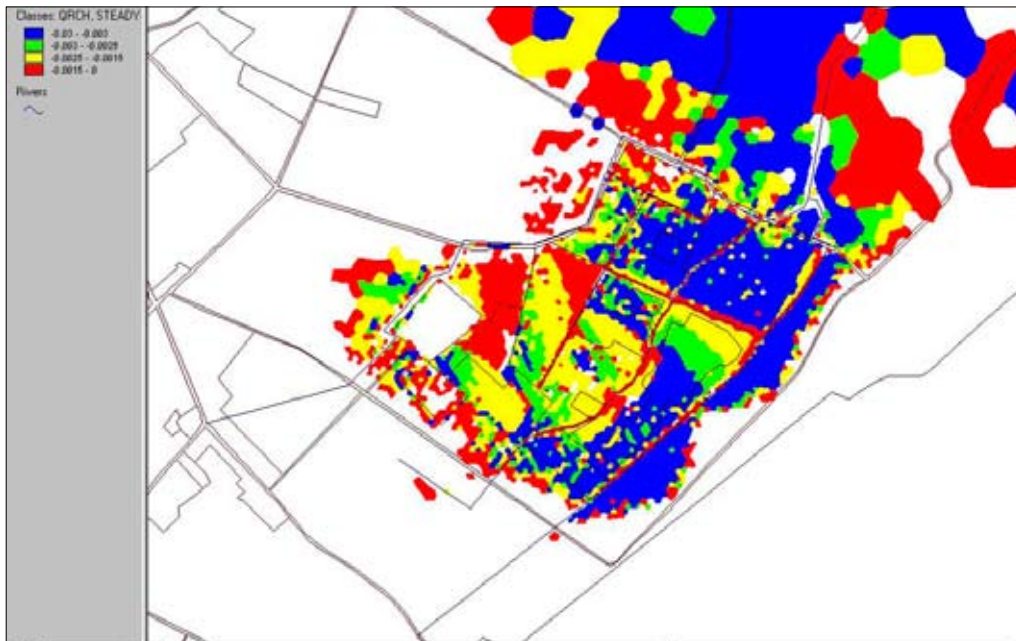


Fig. 3.2.a.
Kwelpatroon in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters kwel per dag.

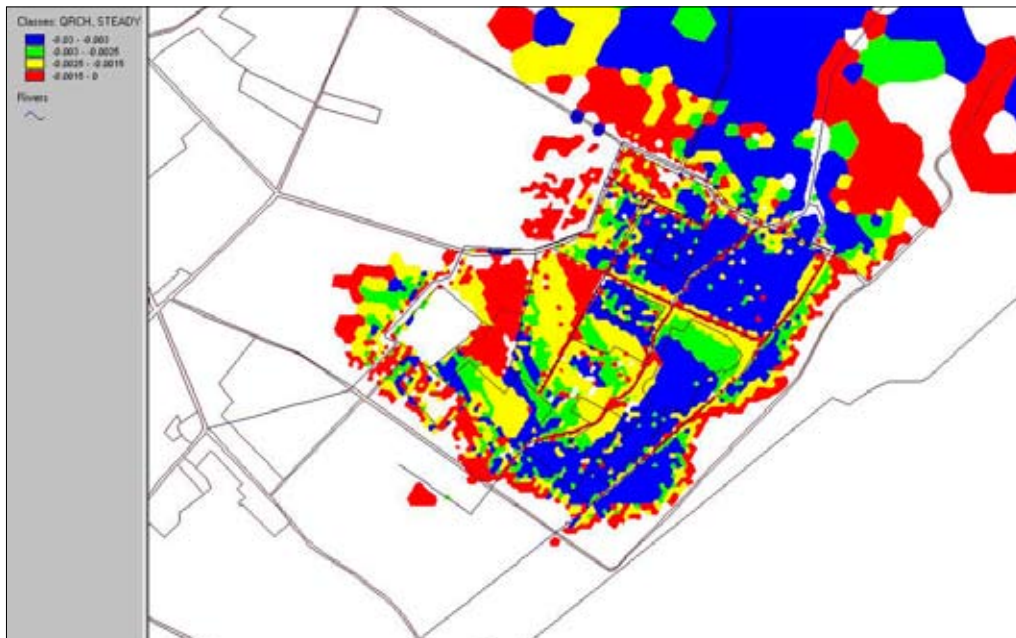


Fig. 3.2.b.
Kwelpatroon in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters kwel per dag.

kweldruk in De Bruuk. De grondwaterstandverhoging is tussen de 0 en 10 cm. Langs watergangen kan dit lokaal meer zijn.

De kwel zal toenemen met 0,2 tot 0,4 mm/ dag. Het oppervlak waar meer dan 3 mm/dag kwel optreedt wordt groter; het neemt daardoor toe van 25% naar 35% van het totale oppervlak (zie ook tabel 3.1). Aan de westzijde is geen toename van kwel. Dit komt door de onveranderde, diepe drainage van de sloot langs de Ashorst. Ter plaatse van de ingreep in de Ashorst zal wel een duidelijk positief effect zijn in de stijging van de kwel en de grondwaterstand.

Opgemerkt wordt dat de verbreiding van de effecten naar de omgeving erg afhankelijk is van de ondiepe ecohydrologische opbouw (de aanwezigheid van leemlagen en de eventuele doorsnijding van de leemlaag door watergangen). Gezien de grilligheid van de ondiepe bodemgesteldheid en het relatief geringe aantal gegevens hierover, is dit een relatief onzekere factor.

3.2 Het maximale alternatief

3.2.1 Beschrijving van het maximale alternatief

Het gebied tussen de Nieuwe Leigraaf en de Reichswald is laaggelegen (zie fig. 2.2) en voor landbouwkundig gebruik sterk gedraineerd. Hierdoor wordt in dit gebied kwel afgevangen die niet ten goede komt aan De Bruuk. In dit alternatief wordt daarom niet slechts de Nieuwe Leigraaf beleemd, maar wordt tevens deze drainage verminderd.

De volgende punten veranderen ten opzichte van de uitgangssituatie:

- 1 De Nieuwe Leigraaf wordt versmald en verondiept. De watergang steekt niet meer door de leemlaag.
- 2 De drainagebuizen worden uit de landbouwpercelen aan de oostzijde van De Bruuk gehaald.
- 3 Omleiden van de sloot langs de Ashorst om De Bruuk heen, hetzelfde als bij het DLG-alternatief.

3.2.2 Effecten

De effecten van de ingrepen op de grondwaterstand en de kwel zijn weergegeven in de figuren 3.1b, 3.2b en 3.3b. Ter plaatse van de verwijderde drainage neemt de grondwaterstand toe met ongeveer 25 cm. In De Bruuk stijgt de grondwaterstand tussen de 5 en 10 cm.

De toename van de kweldruk is in dit alternatief groter dan in het DLG-alternatief. De kwel neemt toe met 0,4 tot 0,7 mm/dag. Het oppervlak waar meer dan 3 mm/dag kwel optreedt, is toegenomen ten opzichte van het DLG alternatief. Voor 40% van het totale oppervlak van het natuurgebied is een kwelintensiteit van gemiddeld meer dan 3 mm/dag berekend (zie tabel 3.1).

Tabel 3.1.

Samenvatting van de resultaten van de modelberekeningen in vergelijking tot de huidige situatie. Terwijl de kwel toeneemt bij de alternatieve situaties, is er geen toename van de grondwaterstand.

		Huidige situatie	Alternatief	
			DLG	Maximaal
Kwel >3 mm/dag	oppervlakte in %	25	35	40
	oppervlakte in ha.	20	28	32
Grondwaterstand	toename in cm	5-10	5-10	5-10



Fig. 3.3.a.
Grondwaterstandtoename in De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief in meters.

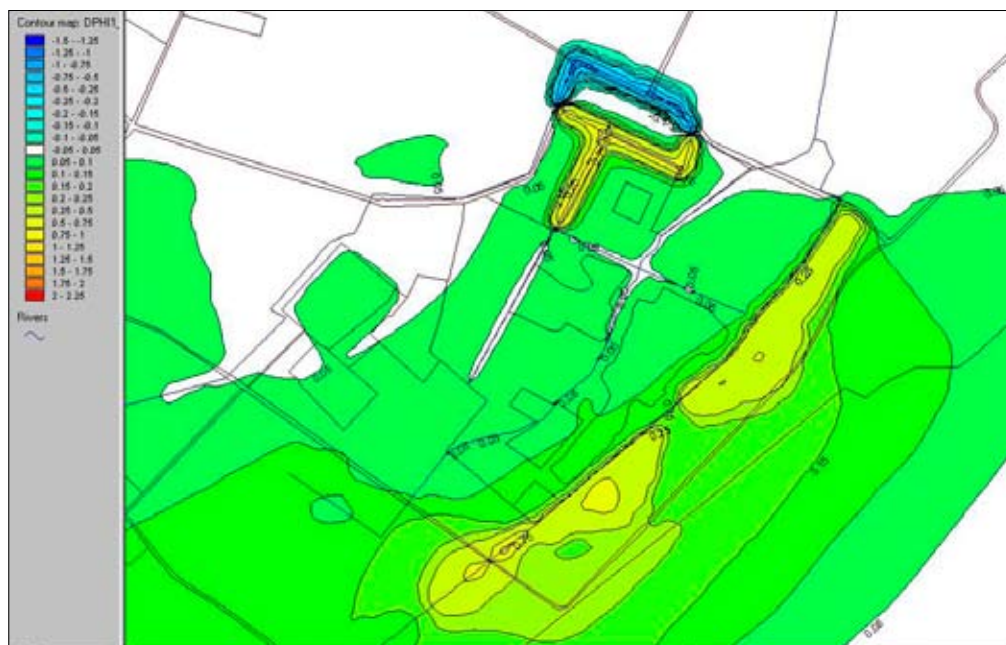


Fig. 3.3.b
Grondwaterstandtoename in De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief in meters.

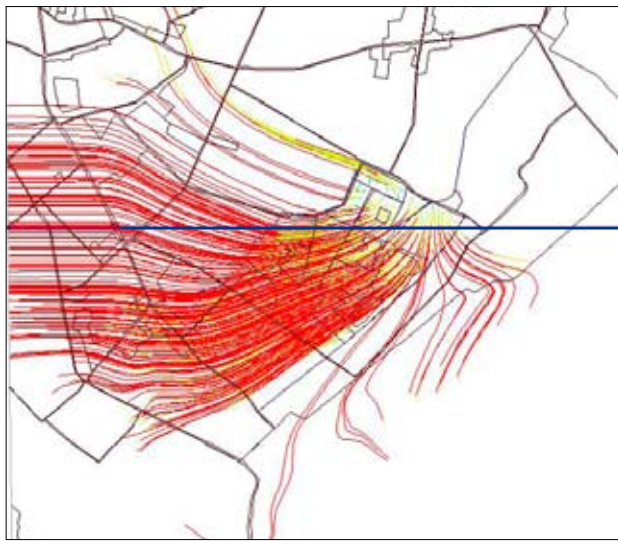


Fig. 4.1.
Stroombanen naar De Bruuk in de huidige situatie. Het overgrote deel van het kwelwater komt van de westelijke stuwwal; de oostelijke kwelstroom uit het Reichswald wordt voor een deel opgevangen door de Leigraaf. De blauwe lijn geeft de ligging van het transect in fig. 4.5 aan (oost-west).

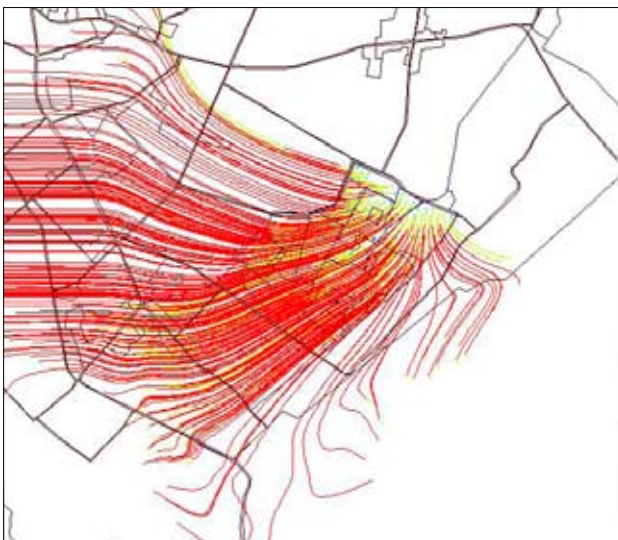


Fig. 4.2.
Stroombanen naar De Bruuk bij toepassing van het DLG alternatief.

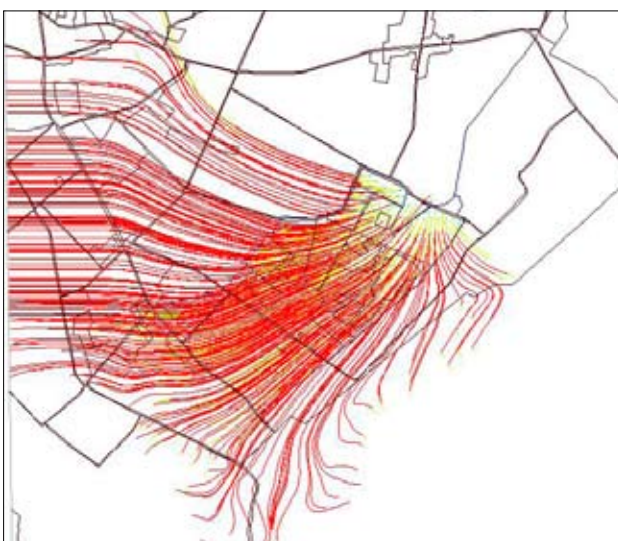
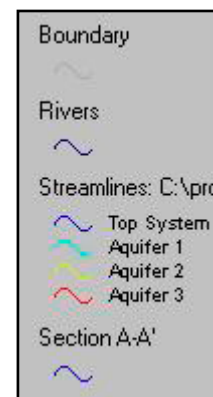


Fig. 4.3.
Stroombanen naar De Bruuk bij toepassing van het maximale alternatief. De drainerend werking van de Leigraaf is nog kleiner dan bij het DLG alternatief, hetgeen is te zien aan het aantal stroombanen vanuit het Reichswald dat duidelijk is toegenomen.





Stroombanen

Naast de berekening van de kwel en grondwaterstandtoename, zijn voor de huidige situatie en beide alternatieven ook stroombaanberekeningen uitgevoerd. Een stroombaan is de weg die door een regendruppel wordt afgelegd van de plaats waar deze valt en verder door de ondergrond stroomt, tot de plaats waar deze opkwelt.

De stroomberekeningen hebben voornamelijk als doel het bepalen van de herkomst en ouderdom van het opkwellend grondwater. Deze gegevens zijn van belang voor een inschatting van de kwaliteit van het water.

4.1 Huidige situatie

Uit fig. 4.1 blijkt dat het overgrote deel van het kwelwater in De Bruuk afkomstig is uit de stuwwal tussen Groesbeek en Malden. De kwelstroom uit het Reichswald komt gedeeltelijk in de oostelijke landbouwpercelen aan de oppervlakte. Een ander deel van dit water wordt opgevangen en afgevoerd door de Nieuwe Leigraaf (fig. 4.4). De Nieuwe Leigraaf vormt een belangrijke barrière voor het water uit de oostelijke stuwwal.

De doorsnede in fig. 4.5 (fig. 4.1) laat zien dat alleen de oostzijde van De Bruuk kwelwater uit het Reichswald ontvangt. De rest van het natuurgebied staat onder invloed van de (zuid)westelijke stuwwal.

De richting van de pijlen geeft de stromingsrichting weer, de grootte van de pijlen de stroomsnelheid.

De verblijftijd van het water in de ondergrond is tussen de 100 en 200 jaar. Het is kwelwater van een sub-regionaal systeem. Voor een aantal stroombanen die over de modelgrenzen reiken, kan de verblijftijd nog langer zijn.

Veel kwelwater wordt aangetrokken door het lage peil in het gebied direct ten noorden van De Bruuk.

4.2 DLG alternatief

De drainerende werking van de nieuwe drainagesloot langs de Nieuwe Leigraaf is minder dan de drainerende werking van de Nieuwe Leigraaf in de huidige situatie (fig. 4.1 en 4.2). Meer stroombanen komen uit zuidelijke en oostelijke richting en gaan onder de oostelijke watergang door, en komen uit in De Bruuk.

4.3 Maximale alternatief

In dit alternatief is de drainerende werking van de Nieuwe Leigraaf tot het minimale beperkt. Dit is duidelijk te zien op fig. 4.3. Het aantal stroombanen dat uit het Reichswald onder de Nieuwe Leigraaf doorstroomt is duidelijk toegenomen ten opzichte van de huidige situatie en het DLG alternatief.



Fig. 4.4. Stroombanen van het kwelwater dat afkomstig is van het Reichswald en dat door de Nieuwe Leigraaf wordt opgevangen en afgevoerd in de huidige situatie. Dit water bereikt de rest van De Bruuk niet.

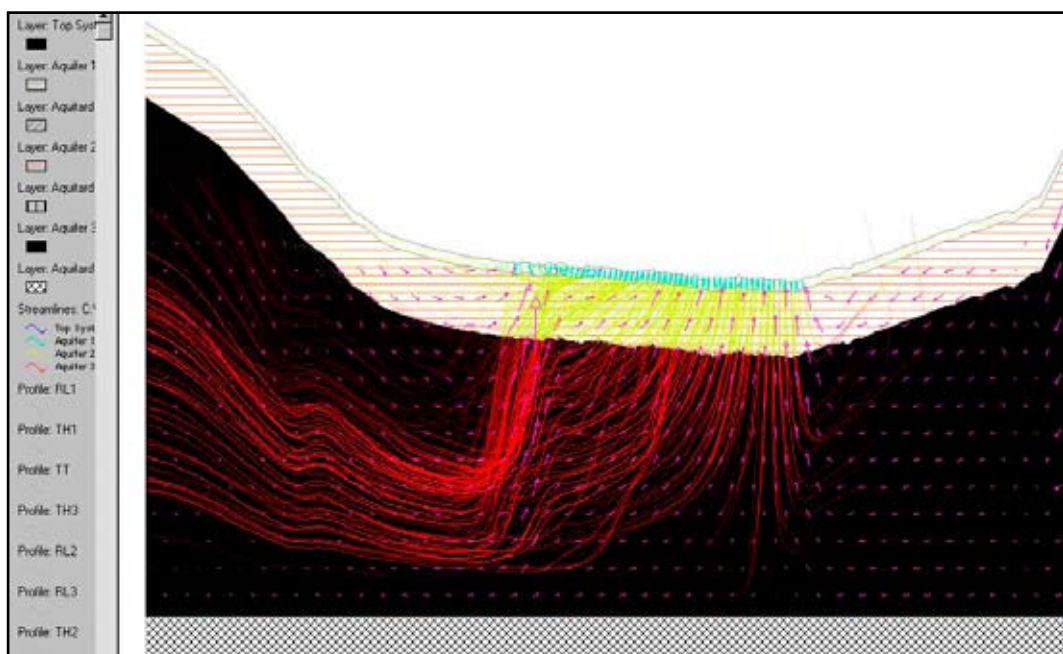
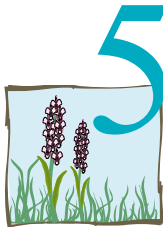


Fig. 4.5. Doorsnede door De Bruuk (zie voor ligging fig. 4.1) met stroombanen van het kwelwater in de huidige situatie. De stroombanen laten zien dat kwelwater uit het oosten (Reichswald) alleen het oostelijk deel van De Bruuk bereikt. De rest van De Bruuk ontvangt kwelwater uit de (zuid)westelijke stuwwal.



Ecologische interpretatie van de modelberekeningen voor De Bruuk

5.1 Wat is het doel?

In de huidige hydrologische toestand is de kweldruk in De Bruuk op ongeveer 75% van de oppervlakte 0 tot 3 mm/dag, terwijl slechts op 25% van de oppervlakte de kweldruk groter dan 3 mm/dag is. Om het Blauwgrasland en het Veldrus-schraalland in stand te houden of uit te breiden, is een hogere kweldruk op een groter oppervlak (ca. 60%) noodzakelijk. De kweldruk moet er voor zorgen dat een groot deel van het jaar het grondwater de wortelzone kan bereiken, om de basenbezetting van de grond in de wortelzone voldoende op te laden met o.a. calcium.

5.2 Eigenschappen van het Blauwgrasland en de Veldrusassociatie

Bij het Blauwgrasland (*Cirsio dissecti-Molinietum nardetosum*; Berg & Everts, 1998), zoals dat in De Bruuk aanwezig is, dient het grondwater gedurende een langere tijd de wortelzone te bereiken en kortstondig aan of boven maaiveld te staan. Bij Blauwgrasland is de M/G-ratio 1,00 (M/G=mediaan/gemiddelde van de grondwaterstanden; hier berekend over de periode 1980-2000). Dit wil zeggen dat de aanvoer van grondwater even groot is als de afvoer, met andere woorden hoge en lage waterstanden komen even vaak voor. De gemiddelde maximale grondwaterstand ligt vlak onder het maaiveld en de gemiddelde minimale grondwaterstand kan meer dan 1 meter onder maaiveld liggen.

Het ideaalbeeld voor Blauwgrasland is plas-dras (aan of boven het maaiveld) gedurende enkele weken tot maanden tijdens de winterperiode en oppervlakkige uitdroging in de zomer (dus een gemiddeld hoge grondwaterstand). De aanvoer van meer of minder baserijk grondwater zorgt voor de instandhouding van de gemeenschap. De invloed van zuur en basenarm (regen) water is relatief groot ten opzichte van grondwater (Eysink & Jansen, 1993; Schaminée et al, 1996; Jansen, 1996; Jansen, 2000).

De Veldrusassociatie (*Crepido-Juncetum acutiflori*) neemt een positie in tussen het voedselarme Blauwgrasland en het voedselrijke Dotterbloemhooidal. De standplaats staat 's winters veelal onder water en wordt gekenmerkt door oppervlakkig afstromend zuurstofrijk grondwater (van lokale afkomst), met vrij laag mineralengehalte dat gemengd wordt met mineraalrijk grondwater van regionale herkomst.

Het verschil tussen het Blauwgrasland en de Veldrusassociatie berust voornamelijk op de nog lagere voedselrijkdom en de hogere baserijkdom van het Blauwgrasland.

5.3 Wat kan er met de scenariovoorstellen in De Bruuk bereikt worden?

5.3.1 Hydrologische wijzigingen ten gevolge van het DLG alternatief

Door de ingrepen zal bij deze variant het oppervlak met een kwelintensiteit groter dan 3 mm toenemen van 25 % naar 35% van het reservaatoppervlak van 80 ha (bijlage 1 en fig. 3.2a). De oppervlakte waar het grondwater aan maaiveld komt bedraagt na de ingrepen ca. 40%.

De duurlijnen van de peilbuizen in De Bruuk hebben nu een M/G-ratio van meestal 1,005. Dit betekent dat hoofdzakelijk infiltratie optreedt. Door de versterkte aanvoer van kwel zal de M/G-ratio dalen en waarschijnlijk in het gewenste traject voor Blauwgrasland komen te liggen.

De dikte van de onverzadigde laag wordt na de ingreep op diverse plaatsen dusdanig, dat het water in een gemiddeld situatie boven maaiveld staat of er vlak onder, in feite dus een plas-dras situatie.

5.3.2 Hydrologische wijzigingen ten gevolge van het maximale alternatief

Het oppervlak met een kwelintensiteit van meer dan 3,0 mm/dag is bij deze variant hoger dan in het DLG-alternatief, namelijk 40% van het oppervlak (fig. 3.2b en bijlage 1). De consequenties voor de vegetatie zoals beschreven in paragraaf 5.5, zijn voor dit alternatief van gelijke aard als in het DLG-alternatief. Er zit alleen een verschil in de nuances, die positiever uitvallen voor de maximale uitbreiding van de bufferzone.

5.4 Hydrochemische situatie

5.4.1 Grondwater

Metingen aan het grondwater in 1997 en 2001 geven aan dat het water in De Bruuk, op grond van EGV-ionratio, voor meer dan 50% bestaat uit lithoclien water (referentiegrondwater LIA) en dat het vervuild is. In fig. 5.1 is te zien dat het gemeten grondwater een cluster vormt, die in of nabij de range van groter dan 60% LIA ligt, maar wel dichtbij het referentiewater RHL (Rijnwater), hetgeen op vervuiling duidt. Het gemeten grondwater bevat 30-80 mg/l calcium en de EGV ligt tussen 41 en 62 mS/m, dit soort water noemt men ionenrijk.

Het grondwater dat in 1997 en 2001 is geanalyseerd laat zien dat het chloride-gehalte op vervuiling duidt (Kemmers & van Wirdum, 1988). Het nitraat-gehalte is niet hoog, evenals het fosfaatgehalte. Daarentegen wordt tamelijk veel sulfaat gemeten. Gezien de lage concentraties nitraat en verhoogde sulfaat-gehalten, kunnen we ervan uitgaan dat nitraat door pyriet in de bodem omgezet wordt. Dit levert sulfaat op. Als de situatie in de wortelzone anaëroob wordt door te lange en te hoge waterstanden, zal fosfaat door reductie voor de vegetatie beschikbaar kunnen komen en het systeem eutrofiëren. Dit is te beïnvloeden met de mate van stroming in de wortelzone, wat afhangt van de dimensionering van het drainagestelsel.

Langdurige hoge grondwaterstand kan een daling van de calciumconcentratie in het grondwater tot gevolg hebben. Omdat minder luchtzuurstof de bodem kan bereiken en pyriet daardoor minder geoxideerd kan worden, wordt minder zuur geproduceerd dat calcium kan oplossen. De lagere calciumconcentratie leidt niet tot verzuring van de bodem, omdat met langdurige hogere grondwaterstanden dit calcium een langere verblijftijd heeft in de wortelzone. Er is dan voldoende tijd voor het opladen van de bodem met calcium.

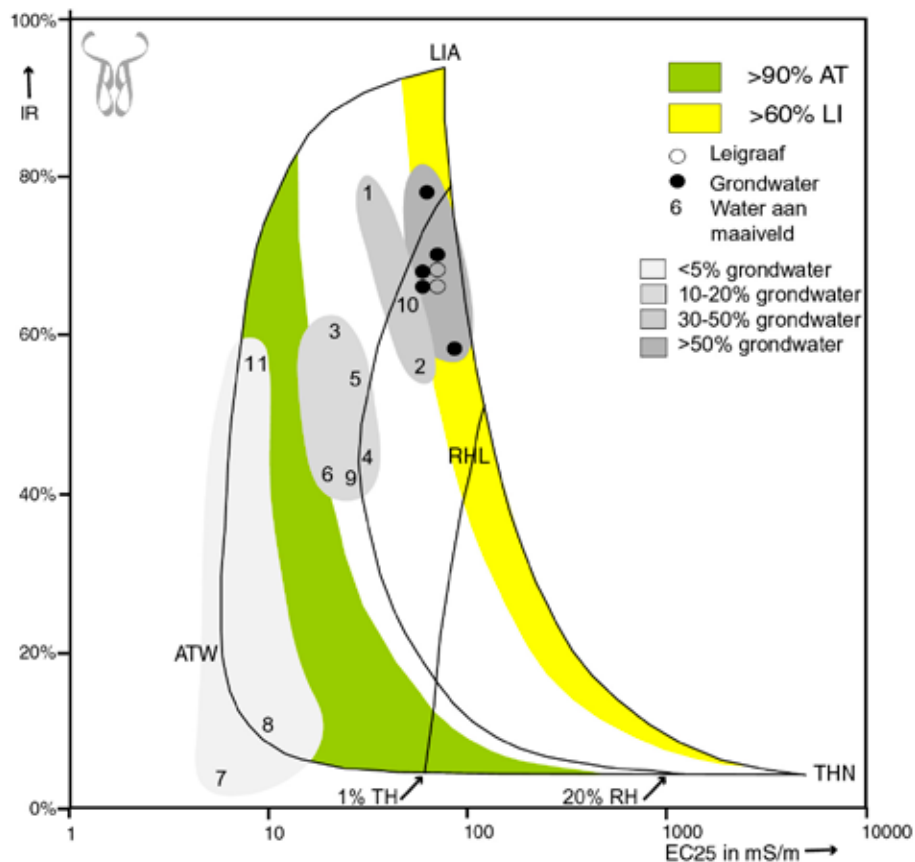


Fig. 5.1. EGV-ionratio diagram (ionratio= $IR=(Ca+Cl)/Cl$) van water uit De Bruuk. Aangegeven zijn grondwatermetingen in 1997 en 2001, metingen van het water in de Nieuwe Leigraaf (2001) en van het water aan maaiveld dat verzameld is op 14-12-2001. In clusters is het aandeel grondwater (LIA) aangegeven, waardoor duidelijk wordt of we met regenwater; intermediair water of grondwater te maken hebben. De vervuiling blijkt uit de ligging van sommige punten dichtbij het referentiepunt RHL.

5.4.2 Water aan maaiveld

Metingen in De Bruuk (14-12-2001; bijlage 3) aan het water dat op maaiveld staat (kleine laagten en zeer ondiepe greppeltje) laten zien, dat het centrale deel van De Bruuk een hogere pH heeft dan de randzone (fig. 5.2). Tevens blijkt het water in het centrale deel een groter aandeel (referentie)grondwater te bevatten (fig. 5.3 en fig. 5.5). De pH en het aandeel grondwater verdelen De Bruuk in nagenoeg dezelfde zones (resp. fig. 5.2 en 5.3).

Het gemeten calciumgehalte van het water aan maaiveld (fig. 5.4) varieert tussen 0,2 en 55 mg/l. De zonering volgt weer die van de pH en het aandeel grondwater (fig. 5.2 en 5.3). In het centrale deel is het calciumgehalte het grootst; naar de randzone wordt het gehalte lager (fig. 5.4). Het calciumgehalte van het water aan maaiveld is (voor zover gemeten) alleen in het westen lager dan in het grondwater.

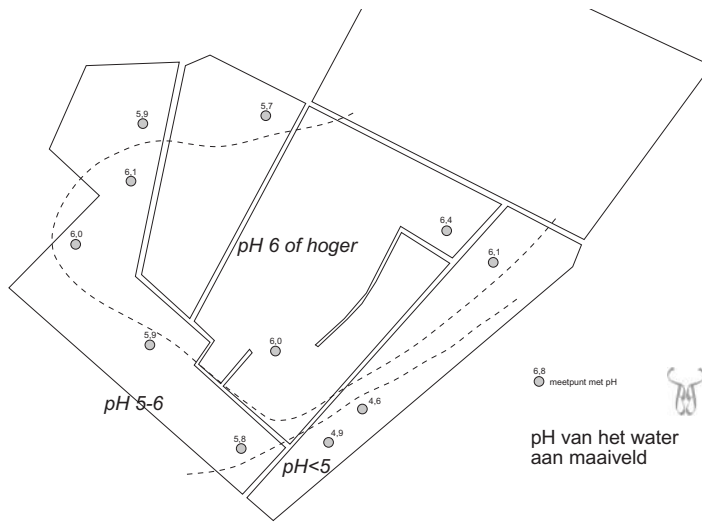


Fig. 5.2.
De pH van het water aan maaiveld in de huidige situatie. In het centrale deel heeft het water de hoogste pH en de gradiënt lijkt in zuidwestelijke richting te lopen.

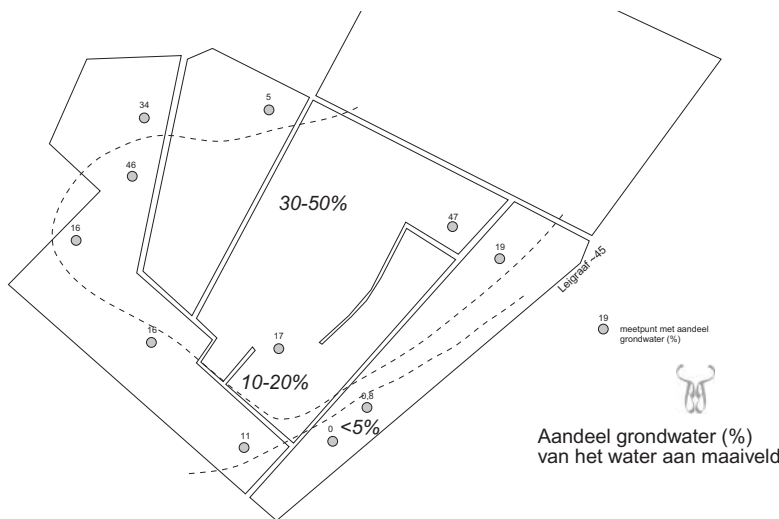


Fig. 5.3.
Het aandeel grondwater (LIA) in het water aan maaiveld in de huidige situatie. In het centrale deel heeft het water het hoogste aandeel grondwater en de gradiënt lijkt ook in zuidwestelijke richting te lopen.

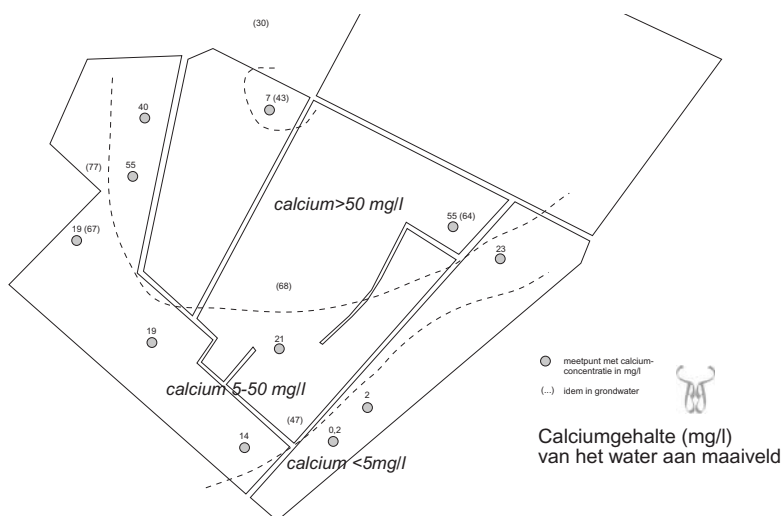
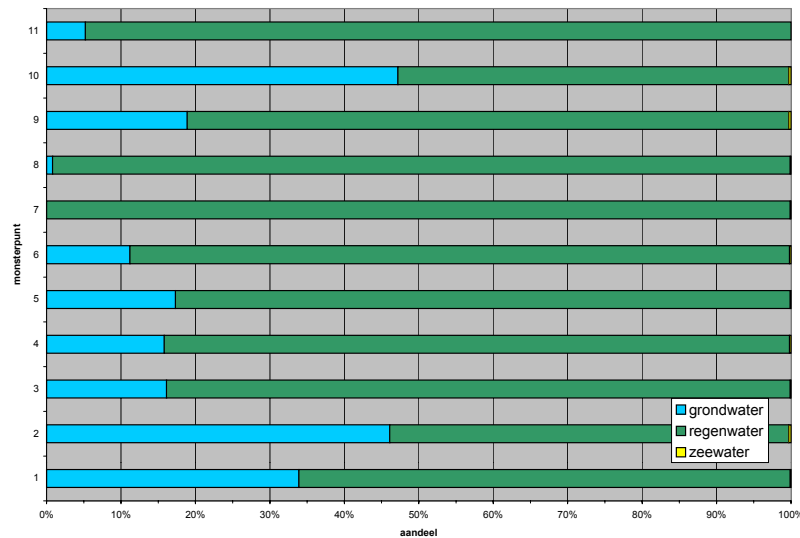


Fig. 5.4.
Het calcium gehalte van het water aan maaiveld in de huidige situatie. In het centrale deel heeft het water het hoogste calcium gehalte en de gradiënt lijkt ook hierbij in zuidwestelijke richting te lopen.

Fig. 5.5. Het aandeel regenwater, grondwater en zeewater in het water aan maaiveld in de huidige situatie. Het 'zeewater' kan opgevat worden als vervuiling.



5.5 Consequenties voor de vegetatie na uitvoering DLG alternatief

Indien we uitgaan van de toename van de oppervlakte waar meer dan 3 mm kwel per dag wordt aangevoerd, kan worden aangenomen dat zowel de oppervlakte met Blauwgrasland als met Veldrusassociatie zal toenemen.

Deze aanname wordt onderbouwd door de onderstaande feiten:

- 1 Het calciumgehalte van het water dat de wortelzone bereikt is over grote delen van De Bruuk voldoende hoog (fig. 5.4).
- 2 De oppervlakte van De Bruuk die gedurende enige tijd wordt geïnundeerd bedraagt ca. 40% en de oppervlakte met meer dan 3 mm kwel wordt 35% (DLG variant).
- 3 De inundatie duurt slechts kort, hetgeen duidelijk blijkt uit het duurlijnsverloop (minder dan 30% van de tijd; Jansen, 2000).
- 4 Hoge grondwaterstanden (vlak onder maaiveld) komen voor gedurende langere tijd (tot ca. 60% van de tijd) in meerdere peilbuizen.
- 5 De duurlijn ratio M/G is nu ongeveer 1,005 en zal door de DLG variant waarschijnlijk ongeveer 1 of lager worden, hetgeen op kwel wijst en de juiste waarde is voor de gewenste vegetatie.
- 6 Het water dat in centrale deel van het reservaat in de wortelzone komt, bestaat nu voor 30 tot 50% uit grondwater; na uitvoering van de DLG variant zal dat hoger zijn.

Het grondwater, en waarschijnlijk ook de bodem in de wortelzone, zijn mogelijk te voedselrijk voor het Blauwgrasland en de Veldrusassociatie. Plaggen kan plaatselijk (in het gebied en de randzone) noodzakelijk blijken.

Hiervoor is echter nader onderzoek nodig (bepaling van de humussoort, fosfaatvoorraad in de wortelzone, calciumbezetting van de bodem e.d.).

5.6 Vegetatie en vegetatieontwikkeling

Vergelijken we de vegetatiekaart (Berg & Everts, 1998) van De Bruuk met de figuren 5.2, 5.3 en 5.4 dan blijkt in het 'zure' zuidoostelijke deel vooral Veldrus-schraalland voor te komen, variërend van goed ontwikkeld tot verzuurd en/of verdroogd (type 2Ea tot 2Eb en 3D). Plaatselijk domineert Veenmos.

In het centrale deel, met water aan maaiveld met een hogere pH en calciumconcentraties en een hoger aandeel grondwater, vinden we o.a. Blauwgrasland (type 1E), bloemrijk grasland (type 1G), goed ontwikkeld Veld-



Grasland met Zwarte zegge. Blauwgrasland (Cirsio-Molinietum subass. peucedanetosum) op relatief natte en zure omstandigheden.

russchraalland (type 2E) en basenhoudende tot basenrijke broekbossen (type 1La en 1Ma). Ook in het noordoostelijke deel zijn basenrijke bossen gekarteerd; de centrale zone met hogere pH loopt daar waarschijnlijk stroomafwaarts de Leigraaf door.

Op plaatsen met basenrijke basenhoudende omstandigheden kunnen Kleine zeggenmoerassen (vegetatietype 1D, 2D en 3D met in totaal 1,16 ha; Berg & Everts, 1997) met hooilandbeheer en lichte ontwatering worden omgezet in schraalland (Blauwgrasland en Veldrusschraalland; type 1E en 2E). Onder dezelfde omstandigheden kunnen (basenrijke) broekbossen (type 1Ma; 0,66 ha) door kap en hooilandbeheer worden omgezet in schraalland.



Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Effecten van ingrepen op de grondwaterstand

- 1 Effecten van ingrepen van beide alternatieven hebben een beperkte invloed (5-10 cm) op de stijging van de grondwaterstand in De Bruuk (fig. 3.3a en 3.3b).

Effecten van ingrepen op de hoeveelheid kwel

- 2 Beide alternatieven leveren meer kwel in De Bruuk. Het verschil tussen de alternatieven uit zich vooral in een verschil in de hoeveelheid extra kwel. Dit effect is voornamelijk merkbaar aan de oostzijde van De Bruuk.
- 3 In de huidige situatie ontvangt 25% van het oppervlak van het natuurgebied meer dan 3 mm kwel per dag. Voor het DLG-alternatief is dat 35% van het oppervlak. De maximale omvang van de bufferzone levert de meeste kwel, hier ontvangt 40% van het oppervlak 3 mm kwel per dag (bijlage 1 met kaarten A, B en C). Tabel 3.1 geeft een overzicht van deze effecten
- 4 Het verwijderen van de drainage uit de landbouwpercelen leidt tot een verhoging van de kwel in het natuurgebied. Met andere woorden de maximale uitbreiding van de bufferzone levert een positieve bijdrage aan de kwel in De Bruuk en daarmee aan de mogelijkheden voor de gewenste vegetatie.
- 5 Het omleiden van de watergang langs de Ashorst heeft een zeer gunstig effect op de kwelsituatie in het noordwesten van het natuurgebied.

Aard en herkomst kwelwater

- 6 Het meeste kwelwater dat in De Bruuk aan de oppervlakte komt, is afkomstig uit de westelijke stuwwal.
- 7 De leeftijd van het kwelwater in De Bruuk is 100 tot 200 jaar.
- 8 De Nieuwe Leigraaf is een belangrijke "barrière" voor het kwelwater uit de oostelijke stuwwal.

6.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen met betrekking tot de inrichting van De Bruuk en omgeving

- 1 Het verdient aanbeveling in het DLG-alternatief de drainagesloot parallel aan de Nieuwe Leigraaf te belemen in het natte profiel. Hierdoor komt meer kwel in De Bruuk. Bij overleg tussen Provincie Gelderland, DLG, Waterschap Rivierenland en Staatsbosbeheer dd. 29 januari 2002 is de afspraak gemaakt dat het DLG alternatief de uit te voeren variant zal zijn.
- 2 Het gebied direct ten noorden van De Bruuk kent door de lage ligging en waterpeilen (van de Nieuwe Leigraaf) veel kwel. Hieruit kan worden afgeleid dat bij verhoging van de waterpeilen in dit gebied de hoeveelheid kwel

in De Bruuk zal toenemen. Tevens betekent dit dat het gebied potenties heeft voor natuurontwikkeling.

- 3 In het maximale alternatief komen de percelen aan de oostzijde grotendeels in beheer van Staatsbosbeheer. Het is dan mogelijk het kwelwater op te vangen en De Bruuk in te leiden. Door het kwelwater daar te laten infiltreren, raakt de wortelzone verzadigd met kwalitatief goed water. Dit principe is eerder door de Royal Haskoning toegepast onder de naam “doorstroompolder”, onder meer in het project “Landgoed Driessen”.
- 4 Voor de goede ontwikkeling van de gewenste vegetatie in De Bruuk moet er op worden toegezien dat in de winter het regenwater oppervlakkig wordt afgevoerd en dat zomers het kwelwater wordt vastgehouden ten behoeve van een hogere grondwaterstand. Deze winter (2001) zijn er al ondiepe greppels gegraven om de neerslag versneld af te voeren.

Aanbevelingen met betrekking tot nader onderzoek

- 5 De situatie zoals geschetst bij aanbeveling 2 (betreffende het gebied ten noorden van De Bruuk) is niet met een modelberekening getoetst. Een aanvullende scenarioberekening vergroot het inzicht in de effectiviteit van een dergelijke ingreep.
- 6 Middels het gebouwde model is het mogelijk - met enige aanpassingen - berekeningen uit te voeren van de vorming van neerslaglenzen in het terrein. Dit is vooral van belang voor de inschatting van de effectiviteit van ingrepen in de detailontwatering voor het tegengaan van verzuring door neerslag (zie aanbeveling 4).
- 7 Nader onderzoek en vastlegging van de uitgangssituatie is gewenst voordat een uiteindelijke aanpassing binnen het terrein plaatsvindt. Hiervoor is een verfijnder meetnet van water aan maaiveld en in de wortelzone gewenst.
- 8 De humusvorm, de calciumbezetting en de P- en N-voorraden van de bodem zouden moeten worden bepaald.
- 9 Na een eventuele aanpassing van de hydrologie verdient het aanbeveling een monitoring op te zetten, met indicatorsoorten, typering van water aan maaiveld en in de wortelzone, calciumbezetting van de bodem en N, P en K totaal gehalten van het gewas om te kijken of P limiterend wordt (N/ P ratio).



Literatuur

- Berg, G.J. & F.H. Everts, 1998.* Beheerevaluatie De Bruuk en vegetatiekartering De Bruuk, Kraaiendal, Mulderskop en Leemkuil. Everts & de Vries, Groningen-Staatsbosbeheer, Arnhem.
- Eysink, A.T.W. & A.J.M. Jansen, 1993.* Punthuizen, een Twents Blauwgrasland: waterhuishouding, vegetatie en beheer. In: Weeda, E.J. (ed.). Blauwgraslanden in Twente. Wetenschappelijke Mededeling KNNV, 29: 50-64.
- Giesen & Geurts, 1998.* Bemonstering en chemische analyse van grondwater uit Staatsbosbeheer reservaten in Gelderland 1997. Giesen & Geurts, Ulf.
- Jansen, A.J.M., 1996.* Hydro-ecologische analyse van Punthuizen (Noord-Oost Twente). KIWA rapport 96.128. Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M., 2000.* Hydrology and restoration of wet heatland and fen meadow communities. Dissertatie Groningen.
- Kemmers, R.H. & G. van Wirdum, 1988.* De betekenis van de chemische samenstelling van het grondwater voor het milieu van wilde planten. Biovisie Magazine, 2 (1988): 2-6.
- Kemmers, R.H. & R.W. de Waal, 1999.* Ecologische typering van bodems. Alterra rapport, 667-1. Wageningen.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996.* De vegetatie van Nederland, 3. Graslanden, Zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala, Leiden.



ROYAL HASKONING

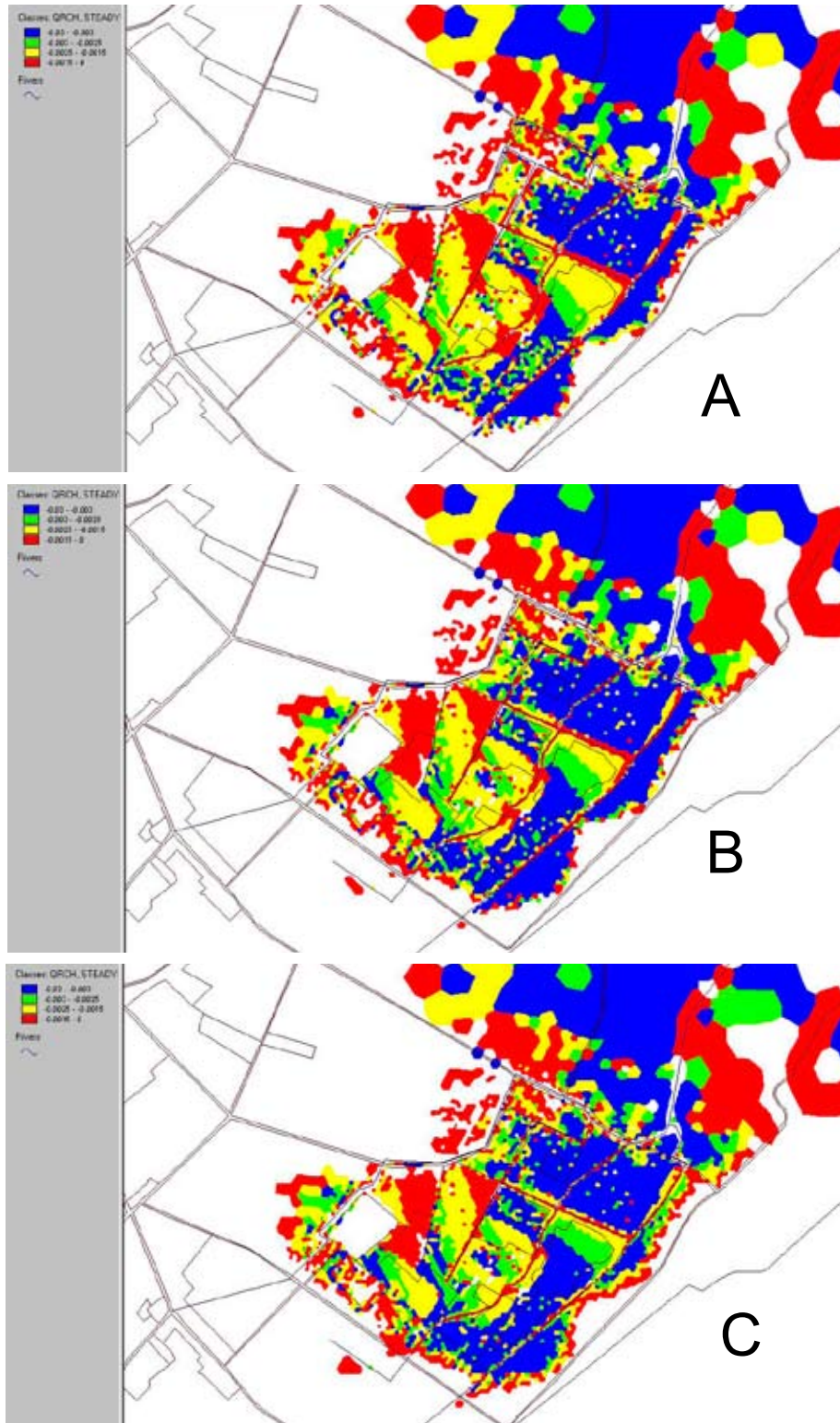


Giesen & Geurts

Bijlagen

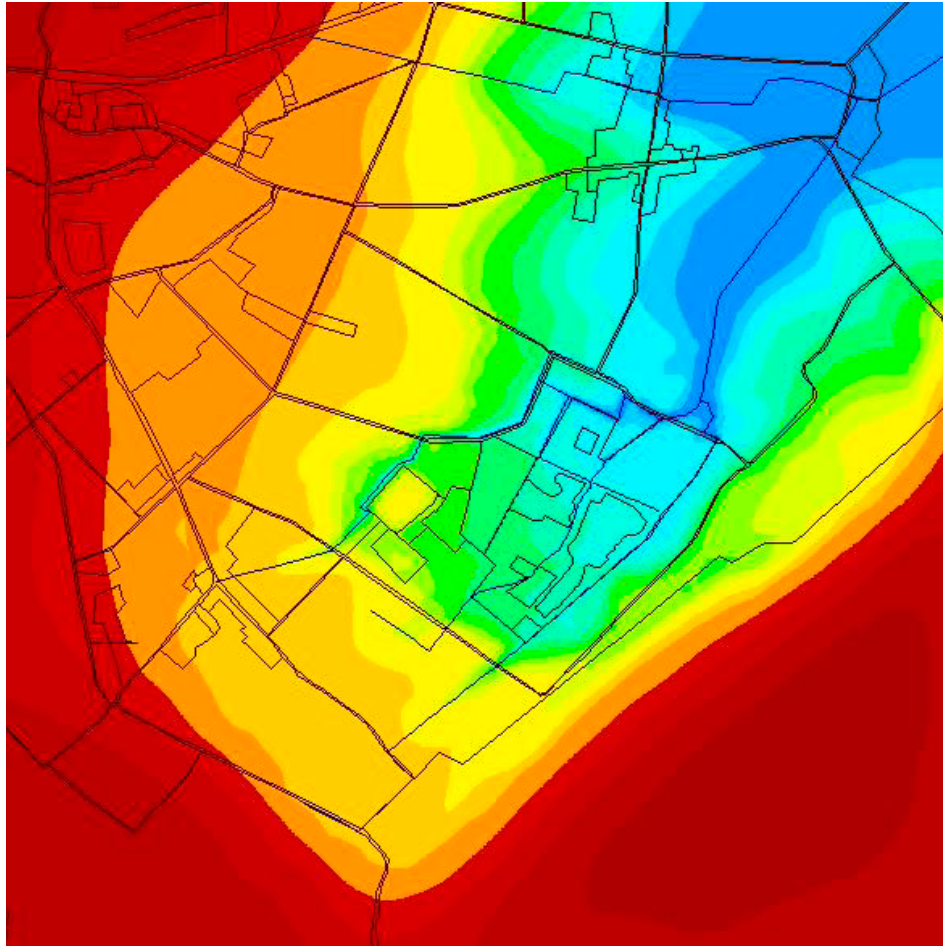
Bijlage 1.

Kwelpatroon in de huidige situatie (a), het DLG (b) en het maximale alternatief. (c)

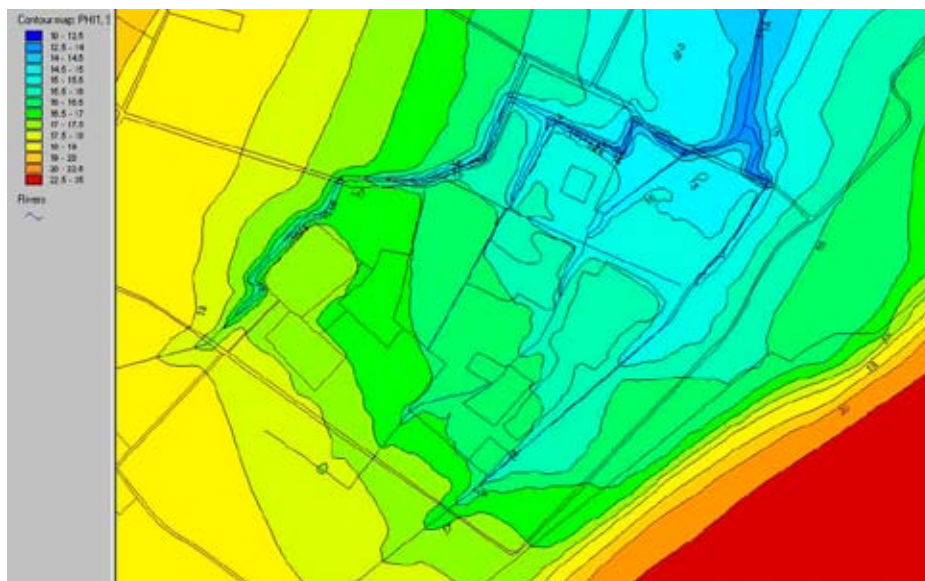


Bijlage 2.

Isohypsenpatroon in het modelgebied (a) en in De Bruuk (b) in de huidige situatie.



A

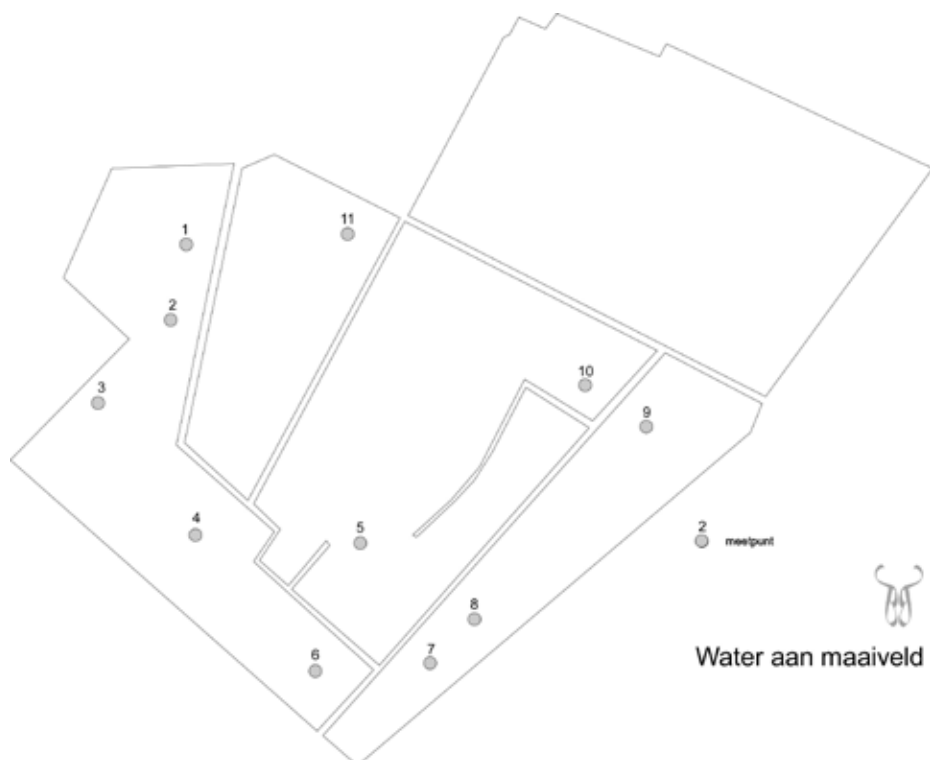


B

Bijlage 3.

Ligging van de monsterpunten van het water aan maaiveld, bemonsterd op 14-12-2001.

In de tabel staan de analyseresultaten.



Intern nr.	pH	EGV Calcium Chloride		
		mS/m	mg/l	
BR 1	5,88	30,6	39,6	18,7
BR 2	6,09	51,3	54,7	75,7
BR 3	5,97	19,1	19,3	22,1
BR 4	5,92	27,1	19,4	44,2
BR 5	6,03	23,2	20,8	30,8
BR 6	5,76	17,4	13,9	33,0
BR 7	4,96	5,8	0,2	17,4
BR 8	4,55	9,9	1,9	29,4
BR 9	6,09	28,5	23,2	55,8
BR 10	6,36	48,3	55,7	57,5
BR 11	5,68	6,5	6,5	8,7

Bijlage 4.

Peilvakkenkaart van De Bruuk.

Titel	Peilvakkenkaart De Bruuk
Project	Onderzoek Terraincondities De Bruuk
Opdrachtgever	Staatsbosbeheer regio Gelderland
Datum	03-02-2002
Schaal	1:7.500
Figuur	L1575.A0-001