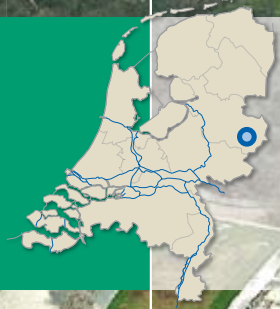
Praktijkervaringen met berging van stedelijk water in een natuurontwikkelingsgebied







Achtergrondrapport
Woolde











PILOTPROGRAMMA
WATERBERGING-NATUUR

Praktijkervaringen met berging van stedelijk water in een natuur-ontwikkelingsgebied

Achtergrondrapport

Woolde

PILOTPROGRAMMA
WATERBERGING-NATUUR

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Januari 2008

RWS Waterdienst rapport nr. 2007.012
ISBN nr. 978-90-369-1417-8

Deltares
Enabling Delta Life

WATERSCHAP
Regge en Dinkel

Colofon

Redactie:	Remco van Ek (TNO/Deltares), Suzanne Stuijfzand (RWS Waterdienst), Janneke Klein (TNO/Deltares)
Auteurs:	Johan Medenblik, Alberta Grotenboer, Alex Kist, Thea Croese (Waterschap Regge & Dinkel, Afdeling Beleid en Beheer Watersystemen), Harry de Jong, Laurents ten Voorde (Twentse Vogelwerkgroep, Hengelo), Leonieke Kruit, Sandra de Goeij (Natuurbalans-Limes Divergens BV).
Met medewerking van:	Wim Bosch, Leo Waterman, Gerard Jager, Henny ter Braak, Hans Breukink, Bertus Nahuis (vogeltellingen).

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Pilotprogramma Waterberging-Natuur. Het pilotprogramma is een samenwerkingsverband tussen Min. V&W (DG Water/RWS Waterdienst, voorheen RIZA), Min. LNV (DN/DK), Unie van Waterschappen, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer.

Inhoud

		pagina
1	**Inleiding**	**5**
1.1	Achtergrond	5
1.2	Pilotprogramma Waterberging-Natuur	5
1.3	Pilot Woolde	5
1.4	Problematiek en onderzoeksvragen	5
1.5	Organisatie pilot Woolde	6
2	**Pilot Woolde**	**7**
2.1	Algemene gebiedsbeschrijving	7
2.1.1	Watersysteem	9
2.1.2	Terreintypen	9
2.1.3	Streefbeeld	10
2.1.4	Beheer en onderhoud	11
3	**Methoden**	**13**
3.1	Meetpunten	13
3.2	Hydrologie	13
3.2.1	Neerslag en verdamping	13
3.2.2	Waterstanden	14
3.2.3	Waterkwaliteit	15
3.3	Bodem	16
3.4	Sedimentatie	16
3.5	Vegetatie	17
3.6	Fauna	18
4	**Resultaten**	**19**
4.1	Hydrologie	19
4.1.1	Neerslag	19
4.1.2	Waterafvoer en waterstanden	20
4.1.3	Waterkwaliteit Woolderbinnenbeek	24
4.1.4	Waterkwaliteit bij overstroming	25
4.1.5	Kwaliteit van het grondwater	26
4.2	Bodem	27
4.3	Sedimentatie	28
4.4	Ecologie	29
4.4.1	Vegetatie	29
4.4.2	Fauna	31
5	**Discussie en conclusies**	**33**
6	**Referenties**	**37**
7	**Bijlagen**	**39**

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het integrale waterbeleid van de 21e eeuw (WB21) is aangegeven dat het kabinet met het waterbeheer wil anticiperen op toekomstige klimaatveranderingen en bodemdaling. Dit is nodig om ernstige wateroverlast en watertekort zo veel mogelijk te voorkomen. Een uitgangspunt bij de inrichting van watersystemen is het principe dat water eerst wordt vastgehouden, vervolgens geborgen en zo nodig wordt afgevoerd. Voor het vasthouden en bergen van water is veel ruimte nodig. Het kabinet heeft aangegeven dat de mogelijkheden om het waterbeheer te combineren met andere functies zoals landbouw en natuur moeten worden benut. Hiertoe zijn in het kader van WB21 (startovereenkomst) landelijk afspraken gemaakt tussen rijk, provincies, gemeenten en waterbeheerders.

De ideeën over de mate waarin waterberging met natuur is te combineren lopen uiteen. Volgens WB21 is het goed mogelijk om waterberging en natuur te koppelen. De Raad voor het Landelijk gebied concludeert echter dat de mogelijkheden relatief beperkt zijn met de huidige natuurdoelstellingen. Meer inzicht in de daadwerkelijke mogelijkheden voor waterberging is gewenst.

1.2 Pilotprogramma Waterberging-Natuur

Om beter zicht te krijgen op wat de mogelijkheden zijn om waterberging en natuur te combineren, is in 2002 het Pilotprogramma Waterberging en Natuur van start gegaan. Hoofddoel van het pilotprogramma is waterbeheerders, terreinbeherende instanties en provincies te ondersteunen in hun activiteiten een koppeling tot stand te brengen tussen waterberging en -buffering en natuurbehoud en -ontwikkeling. Daartoe is het pilotprogramma primair gericht op het opdoen en verspreiden van ervaringskennis geweest. Aan de hand van praktijksituaties (pilots) zijn ervaringen opgedaan om effecten van de combinatie natuur met waterberging in beeld te brengen.

1.3 Pilot Woolde

Eén van de geselecteerde pilots ligt langs de Woolderbinnenbeek gelegen in de provincie Overijssel.
Het retentiegebied (en natuurontwikkelingsgebied) Woolde maakt deel uit van een een groter geheel waarbij water uit de stad Hengelo en omgeving tijdelijk wordt opgevangen in drie bergingsvijvers (waterpark 't Genseler). Het Woolde is in 2003 in het kader van de 100 miljoen regeling van het Nationaal Bestuursakkoord Water ingericht ten behoeve van retentie van water, natuurontwikkeling en recreatie. Daartoe is het gebied deels afgegraven. Pilot Woolde is het enige gebied in het pilotprogramma Waterberging en natuur waarbij sprake is van berging van water afkomstig uit stedelijk gebied.

1.4 Problematiek en onderzoeksvragen

Retentiegebied Woolde is aangelegd om piekafvoeren uit stedelijk gebied te bergen. Retentie van stedelijk water kent een andere problematiek dan retentie van landbouwwater. Zowel de waterbergingsdynamiek als de waterkwaliteit kunnen anders zijn. Water vanuit de stad voert een complex van stoffen af, afkomstig van o.a. verkeer. Hoewel de waterkwaliteit van stedelijk water

in de afgelopen jaren is verbeterd, kan deze nog steeds problematisch zijn indien toxische stoffen in natuur(ontwikkelings)gebieden terecht komen. Het is onbekend in hoeverre de waterkwaliteit beperkend is voor natuurontwikkeling. Daarnaast is het onbekend in hoeverre ten tijde van hoogwater de waterkwaliteit verandert en depositie van slib en stoffen de aanwezige natuurwaarden beïnvloedt.

Onderzoeksvragen waren:

- Hoe functioneert Woolde als waterbergingsgebied?
  - Komt de benodigde inzet overeen met de verwachting? (ca. eens per jaar)
  - Hoe verloopt de waterbergingsdynamiek?
- Hoe is de waterkwaliteit en hoe verandert deze bij hoogwater?
- Hoeveel slib blijft er achter, en van welke kwaliteit is dit slib?
- Wat is het effect van waterberging op de bodemkwaliteit in het retentiegebied?
- Wat is het effect van waterberging op de ontwikkeling van vegetatie en fauna?

1.5 Organisatie pilot Woolde

Onderliggend rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek. De onderzoeksperiode besloeg medio 2004 tot medio 2007.
Waterschap Regge en Dinkel was trekker van de pilot. RWS RIZA (nu RWS Waterdienst) heeft als trekker van het pilotprogramma Waterberging-Natuur een coördinerende en redigerende rol gehad. TNO heeft in de slotfase een redigerende taak gehad bij de eindrapportage.
Hieronder volgt per onderzoeksonderdeel de uitvoerende partij:

Oppervlaktewaterpeil	Waterschap Regge en Dinkel
Grondwaterstanden	Waterschap Regge en Dinkel
Oppervlakte- en grondwaterkwaliteit	Waterschap Regge en Dinkel
Bodem en sedimentafzetting	Waterschap Regge en Dinkel
Vegetatie	Buro Natuurbalans i.o.v. Waterschap Regge en Dinkel
Fauna	Twentse Vogelwerkgroep, afdeling Hengelo

2 Pilot Woolde

2.1 Algemene gebiedsbeschrijving

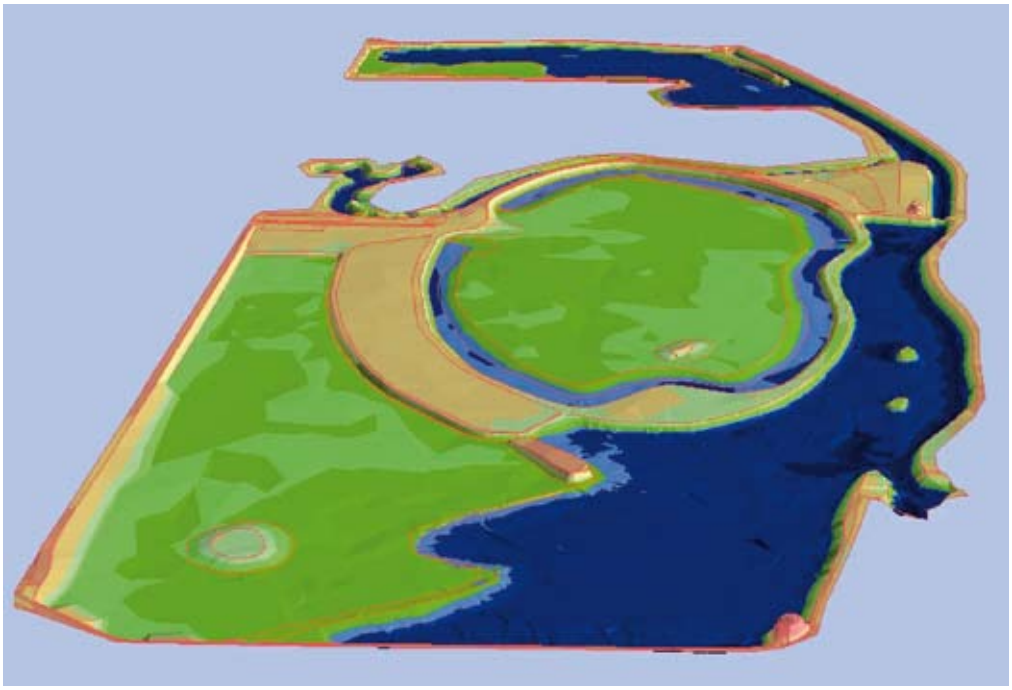
Retentiegebied Woolde ligt in het oostelijke deel van Twente tussen de plaatsen Hengelo, Borne en Delden (atlasblok 28-56). Direct ten westen van het gebied ligt de snelweg A35 en ten noorden van het gebied loopt de A1 (zie figuur 2.1). Het terrein beslaat ca. 40 ha en ligt op het grondgebied van de gemeente Hengelo in het beheergebied van Waterschap Regge en Dinkel en is eigendom van Stichting Twickel.



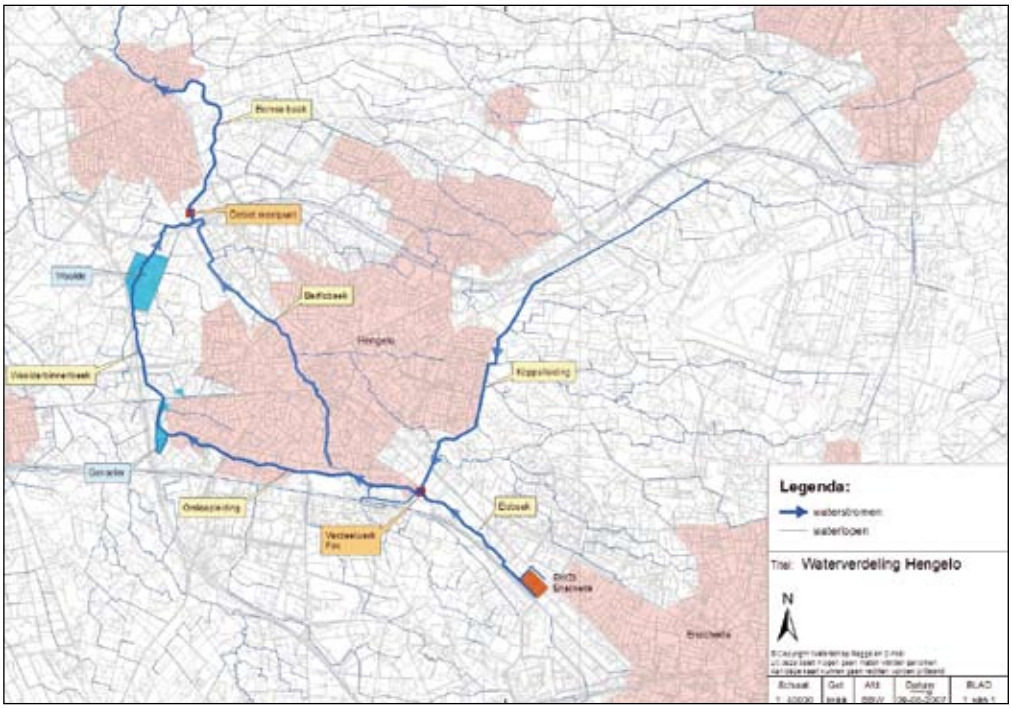
Figuur 2.1 Overzichtskaart met ligging van pilotgebied Woolde (rood omlijnd) ingeklemd tussen de urbane gebieden Hengelo, Borne en Delden. Dwars door het pilotgebied loopt de Woolderbinnenbeek (van ZO naar NW).

Het gebied waar nu het retentiegebied Woolde is gerealiseerd, bestond voorheen uit hooi- en weiland dat extensief werd beheerd en de laatste jaren stond in een deel van het gebied snijmaïs. Er stond tevens nog een gemaal dat het gebied maar nauwelijks droog genoeg hield voor de maïscultuur. Het gebied is afgegraven en functioneert sinds oktober 2003 als retentiebekken (bergingscapaciteit: 200.000 m^3). Naast retentiegebied is Woolde ook ingericht ten behoeve van natuurontwikkeling. Het gebied kan een schakel vormen in de ecologische verbindingszones in de regio. In Woolde wordt piekafvoer van stedelijk gebied (Hengelo, Enschede) opgevangen. Westelijk van de beek wordt landelijk water opgevangen en oostelijk van de beek en in de beek zelf stroomt stedelijk water.

Het gebied wordt omzoomd door houtwallen en aan de Woolderbroekweg ligt het Woolderbroekbos. Dit is een gemengd bos met een vrij natte ondergrond. Het gebied wordt doorsneden door de Woolderbinnenbeek die deel uitmaakt van het stroomgebied van de Bornsebeek. In figuur 2.2 wordt een drie-dimensionale hoogtekaart van retentiegebied Woolde weergegeven. Hierin zijn onder andere gebieden die gemakkelijk overstromen weergegeven.



Figuur 2.2 Een 3 dimensionale hoogtekaart van retentiegebied Woolde gezien vanuit het noorden. Blauwe gebieden geven oppervlaktewater aan en de groene gebieden gemakkelijk overstroombare gebieden. Het westelijk deel van het retentiegebied staat niet weergegeven.



Figuur 2.3 Waterverdeling Hengelo.

2.1.1 Watersysteem

In figuur 2.3 wordt de waterverdeling in het gebied rond Hengelo weergegeven. Vanaf de Rioolwaterzuivering Enschede stroomt het water via de Elsbeek richting verdeelwerk Fox. Bij het verdeelwerk Fox wordt bij basisafvoer (landelijk) water vanuit de Koppelleiding vermengd met het (effluent)water vanuit de Elsbeek. Bij piekafvoeren gaat een deel van het water uit de Koppelleiding direct door naar het Twentekanaal. Vanaf de Elsbeek stroomt het water, via de ten zuiden van Hengelo gelegen Omloopleiding, in westelijke richting naar de Woolderbinnenbeek. Ten noorden van Hengelo stroomt de Woolderbinnenbeek samen met de Berflobeek vanuit Hengelo. Op dit punt gaan de twee genoemde beken over in de Bornse beek.

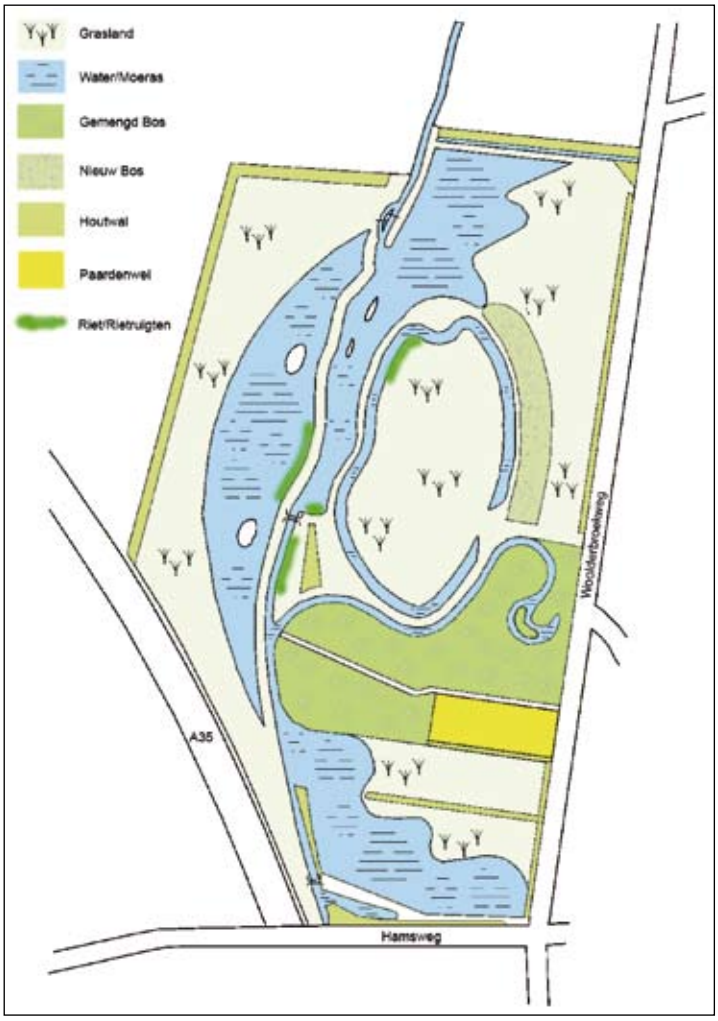
Het retentiegebied Woolderbinnenbeek bestaat uit twee onderscheiden deelgebieden:
Ten westen van Hengelo ligt het retentiegebied Genseler. Dit waterbergingsgebied bestaat uit permanent watervoerende vijvers. Deze vijvers vormen gezamenlijk het waterpark Genseler; een recreatief uitloopgebied in de stadsrand van Hengelo. Ten noorden van waterpark Genseler ligt benedenstrooms het retentiegebied Woolde. Naast een bergingsfunctie heeft dit gebied ook een natuurfunctie.

Aansturing van de genoemde retentiegebieden vindt plaats via een meetpunt in de helemaal benedenstrooms gelegen Bornse beek. Bij een afvoersituatie van meer dan 4 m^3/sec in de Bornse beek vindt als eerste retentie plaats in de bergingsvijvers van Genseler. Loopt de afvoer in de Bornse beek achtereenvolgens nog verder op dan gaat bij een debiet van meer 5 m^3/sec het retentiegebied Woolde water bergen. De aansturing van de bergingsgebieden gaat geheel automatisch via debietbegrenzende klepstuwen. Daarnaast worden met name in de zomerperiode de retentiegebieden aangestuurd op basis van peiloverschrijdingen in de Bornse beek.

Doelstelling van retentiegebied Woolde is het voorkomen van wateroverlast in de stad Hengelo. Door water te bergen in het systeem van de Woolderbinnenbeek kan de Berflobeek het waterbezwaar uit Hengelo ongehinderd afvoeren.
Het streefpeil van het retentiegebied is 13.20 m +NAP. Uit een revisiekaart (opgesteld na afgraving van het gebied) van de hoogten van Woolde blijkt dat het gebied vrij uniform is afgegraven tot op 13.50 m +NAP (+/- 5 cm en permanente waterpartijen uitgezonderd). Het gebied heeft bij basisafvoer daarmee een drooglegging van ongeveer 0.3 meter. Volledige inundatie vindt dus plaats bij een oppervlaktewaterpeil hoger dan 13.50 m +NAP. Het ontwerp van Woolde is gebaseerd op een inundatiefrequentie van gemiddeld één keer per jaar. Eén keer in de vijf tot tien jaar zal het retentiegebied de maximale waterstand bereiken: 14.00 m +NAP. Er staat dan gemiddeld een halve meter water op het maaiveld. Hierdoor is het gebied ongeschikt voor de ontwikkeling van kapitaal-intensieve vormen van grondgebruik (woon-, werkgebied, sommige vormen van landbouw).

2.1.2 Terreintypen

Het gebied heeft waterberging als hoofdfunctie, en natuur als nevenfunctie. Het terrein is globaal in te delen in vier verschillende terreintypen, namelijk grasland (17,8 ha), water/moeras (13,8 ha), bos/houtwal (7,7 ha) en de paardenwei (0,7 ha) (zie figuur 2.4). Bij de inrichting van het retentiegebied is rekening gehouden met natuurontwikkeling (flauwe taluds, verschillende grondwaterstanden en inundatiefrequenties). Het grasland aan de westkant van de beek is in de lage delen matig voedselrijk en op de hoger gelegen delen bloemrijk. Aan de oostzijde van de beek is eveneens voor de hoge delen bloemrijk grasland en voor de lage delen matig voedselrijk grasland gepland. Langs de beek zijn zones ingericht als moeras en verder zijn er op een aantal plaatsen rietland en rietruigtes gecreëerd. Ten noorden van het Woolderbroekbos is een nieuw bos aangelegd dat zich moet ontwikkelen als een multifunctioneel bos. Zuidelijk ligt tegen het bos nog een weiland waarin paarden grazen, de zogenaamde paardenwei.



Figuur 2.4 Biotooptypen retentiegebied Woolde.

2.1.3 Streefbeeld

Voor Woolde wordt gestreefd naar een open gebied met een 'landschappelijke en natuurlijke uitstraling'. Het is de bedoeling zoveel mogelijk het oorspronkelijke beekdallandschap terug te brengen door middel van behoud en versterking van historisch gegroeide beplantingsstructuren die kenmerkend zijn voor dit type landschap. Voor dit gebied geldt ook het behouden van de gradiënt hoog-laag van oost naar west en behoud/verder ontwikkelen van de aanwezige boscomplexen. De openheid aan weerszijden van de beek dient gehandhaafd te blijven zodat de beek (met beplanting) zichtbaar blijft.
Het streefbeeld voor de vegetatie van Woolde omvat voornamelijk nat en matig voedselrijk grasland, afgewisseld met moerasvegetaties en rietland en ruigten.



Figuur 2.5 Luchtfoto van het retentiegebied Woolde tijdens hoogwater 18 en 19 januari 2007 (Bron: Aerofoto Brouwer, Brummen).

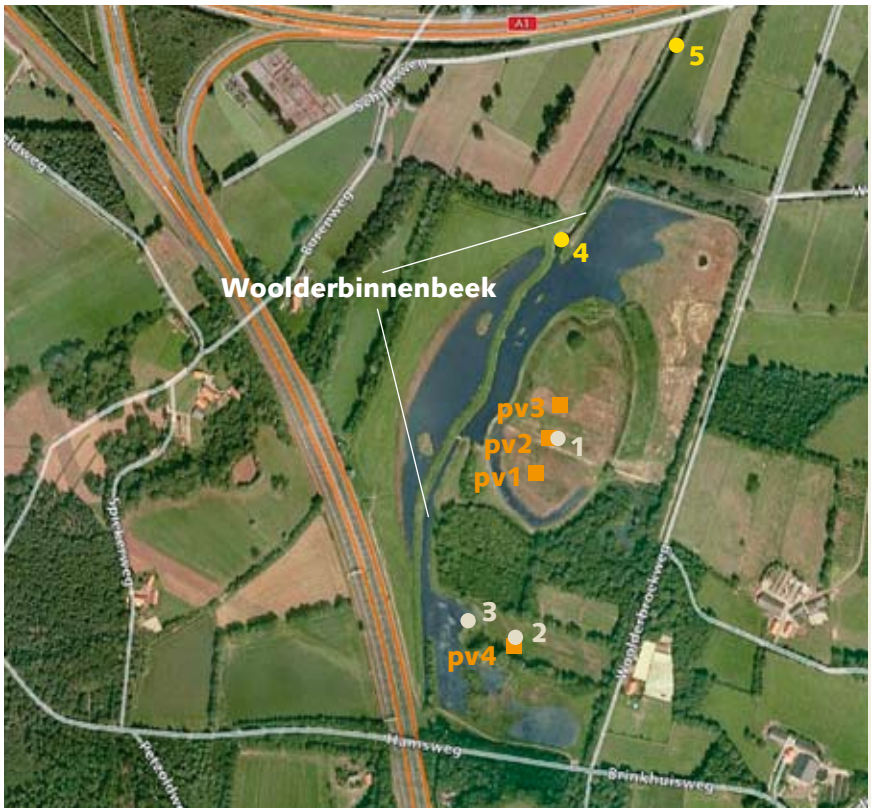
2.1.4 Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud van de Woolderbinnenbeek is in handen van het waterschap Regge en Dinkel. Een aantal malen per jaar wordt het doorstroomprofiel van de Woolderbinnenbeek met de maaiboot geschoond. De overgedimensioneerde delen in deze beek worden ongemoeid gelaten.
Beheer en onderhoud van het retentiegebied Woolde ligt in principe bij de stichting Twickel. In het retentiegebied vindt seizoensbegrazing plaats door enkele paarden (aan de oostzijde) en koeien (aan de westzijde). Daarnaast wordt af en toe aanvullend door het waterschap Regge en Dinkel opslag van elzen en distelhaarden gemaaid. Daarbij wordt het maaisel in principe afgevoerd. De forse opslag van bomen vormt op dit moment een praktisch beheerprobleem. Volgens het streefbeeld moet het open karakter van het landschap worden gehandhaafd. Door de opslag van bomen dreigt het gebied echter dicht te groeien.

3 Methoden

3.1 Meetpunten

In figuur 3.1 staan de verschillende meetpunten aangegeven binnen het pilotgebied. Punten 4 en 5 geven de locatie van het oppervlaktewatermeetpunt aan (respectievelijk kwantiteit en kwaliteit). De rode punten geven de locaties aan waar grondwatermetingen zijn verricht (kwantiteit en kwaliteit). Verder zijn er vier proefvlakken voor metingen aan de bodem en vegetatie.



Figuur 3.1 Overzichtskaart met ligging van de verschillende meetpunten binnen pilotgebied Woolde.

3.2 Hydrologie

3.2.1 Neerslag en verdamping

Het weer kan van belangrijke invloed zijn op de ontwikkelingen in het gebied, zoals het verloop van waterpeilen en grondwaterstanden en de ontwikkeling van natuurwaarden. De neerslag is binnen deze pilot niet apart gemeten, maar er is gebruik gemaakt van de door het KNMI beschikbaar gestelde gegevens voor Enschede airport Twente (maand en daggegevens). Het meteostation bij het vliegveld (positie 52° 16' N.B. 06° 54'O.L.) ligt circa 8 kilometer ten oosten van het pilotgebied. Tevens zijn er verdampingsgegevens gebruikt van het KNMI.

3.2.2 Waterstanden

Oppervlaktewater

Het bestaande meetpunt van open waterstanden van WS Regge en Dinkel is gebruikt voor het bepalen van de hoogte van het oppervlaktewaterpeil (figuur 3.2). Dit meetpunt is iets bovenstrooms van stuw Woolde in een buis, een zogenaamde "stilling well" geplaatst (figuur 3.1, locatie 4). Er is gebruik gemaakt van een datalogger (20 minuten-waarden). Daarnaast worden er ook geautomatiseerd debietmetingen uitgevoerd. Benedenstrooms van de eerder genoemde stuw is ook een stilling well aanwezig waarmee de oppervlaktewaterstand benedenstrooms van de stuw, dus benedenstrooms van het retentiegebied, wordt gemeten. Op basis van deze waterstanden kan worden bekeken of de stuw al dan niet 'verdronken' is. Dit is belangrijk voor het maken van debietberekeningen.

De gemiddelde maaiveldhoogte bij het meetpunt ligt op ongeveer 13,50 m +NAP. Wanneer het oppervlaktewaterpeil op dit punt boven de 13,50 m +NAP uitkomt is er sprake van inundatie in het pilotgebied.



Figuur 3.2 Oppervlaktewaterkwantiteitsmeetpunt (knijpstuw; links) op het uitstroompunt van retentiegebied Woolde.

Grondwater

Ten behoeve van de grondwaterkwantiteitsmetingen zijn peilbuizen geïnstalleerd. Het gaat om pvc-buizen met een diameter van 40 mm. De peilbuizen hebben een lengte van twee meter en een filter van 1 meter. Het filter van deze buizen bevindt zich tussen 1 en 2 meter beneden maaiveld. Op elk grondwatermeetpunt hangt een diver, ingesteld op een meetfrequentie van één meting per dag (om 12.00 uur). Peilbuis 1 bevindt zich in het "oog" van het bergingsgebied. Dit deelgebied heeft een gemiddelde maaiveldhoogte van 13.50 m +NAP (maaiveldhoogte peilbuis 13.43 m +NAP). De peilbuizen 2 en 3 zijn min of meer in een raai geplaatst loodrecht op de Woolderbinnenbeek: peilbuis 3 vlakbij de beek en peilbuis 2 op 100 meter van de beek (maaiveldhoogte resp. 13.34 en 13.53 m +NAP). De buizen zijn onder het maaiveld afgewerkt. Vanaf 30 juni 2004 zijn de grondwaterstanden in het retentiegebied geregistreerd. Op grondwatermeetpunt 1 is ook een baro-diver geplaatst voor correcties op de luchtdruk.

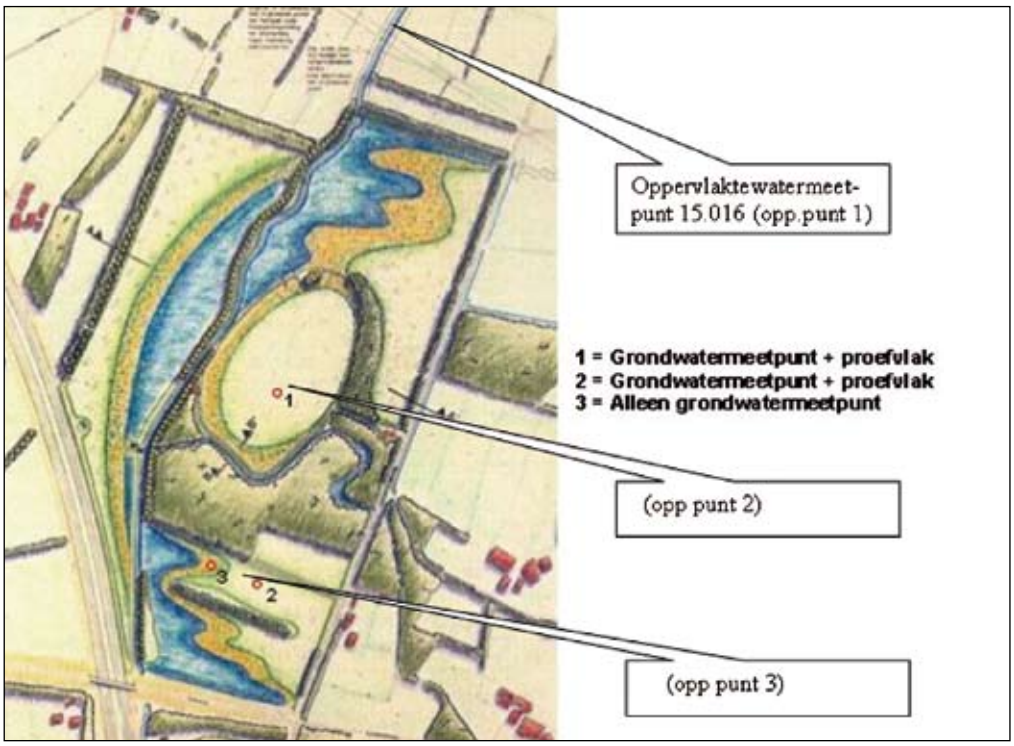
3.2.3 Waterkwaliteit

Oppervlaktewater

Van 2004 tot en met 2006 is de kwaliteit van het oppervlaktewater bepaald. In 2004 en 2005 was het meetpakket beperkter dan in 2006. In 2007 is de kwaliteit van het oppervlaktewater niet bepaald in verband met baggerwerkzaamheden in de Woolderbinnenbeek.
In 2004 is op 19 januari, 26 april, 19 juli en 11 oktober een watermonster (conform NEN 6600-2) genomen uit de Woolderbinnenbeek (figuur 3.1, locatie 5) ten behoeve van chemische analyse. De volgende parameters zijn geanalyseerd: BZV[1], Cl, EGV, Norg, NH3-N, NH4-N, NO2-N, NO3-N, O2, O2 verzadigd, Ptot SO4, ortho-P, onopgeloste bestanddelen, pH en watertemperatuur. In 2005 zijn ook zware metalen zoals Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb en Hg geanalyseerd. Daarnaast zijn er ook een groot aantal organische verbindingen geanalyseerd zoals PAK[2], OCB+PCB[3] en overige bestrijdingsmiddelen. Er heeft in 2005 slechts één meting plaatsgevonden, te weten op 25 november. In 2006 zijn deze analyses voortgezet en zijn er op zeven verschillende tijdstippen watermonsters genomen, te weten op 29 maart, 18 april, 19 juni, 15 augustus, 24 oktober, 23 november en 20 december. In 2006 is op 3 mei aanvullend een analyse uitgevoerd naar de aanwezigheid van geneesmiddelen en hormonen in het oppervlaktewater.

Tijdens een inundatie op 22 augustus 2006 zijn aanvullende metingen van het oppervlaktewater gedaan, staande op het maaiveld ter hoogte van de grondwaterpeilbuizen. Deze metingen zijn als volgt genummerd:
- opp.punt 1 = dezelfde locatie als oppervlaktewaterkwaliteits meetpunt 5 in figuur 3.1
- opp.punt 2 = ter hoogte van grondwatermeetpunt 1 in figuur 3.1
- opp.punt 3 = tussen grondwatermeetpunt 2 en 3 in figuur 3.1

Deze meetpunten staan ook weergegeven in figuur 3.3.



Figuur 3.3 Oppervlaktemeetpunten tijdens inundatie.

1 *Biologisch Zuurstof Verbruik*
2 *Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen*
3 *Organochloorbestrijdingsmiddelen en Polychloorbifenylen*

De analyses zijn uitgevoerd conform NEN-normen of daarvan afgeleide eigen voorschriften, deze zijn Sterlab gecertificeerd. Voor de analyse van de geneesmiddelen en hormonen is gebruik gemaakt van LCMS, deze methode is niet sterlabgecertificeerd en uitgevoerd door een daarin gespecialiseerd extern laboratorium.

Grondwater
In 2004, 2005 en 2006 is de grondwaterkwaliteit bepaald ter plaatse van de peilbuizen 1 en 2. In 2004 en 2005 is één maal per jaar de grondwaterkwaliteit bemonsterd, te weten op 15 december 2004 en 15 november 2005. In 2006 zijn meerdere bemonsteringen uitgevoerd (29 maart, 18 april, 19 juni, 24 oktober en 20 december). De volgende stoffen zijn geanalyseerd: pH, EGV, Cl, Ca, K, Na, Mg, HCO3, NH3-N, NH4-N, NO3-N, P-totaal, SO4, Cd, Cu en Zn. De monsternames zijn uitgevoerd conform NEN 5766, 5744, 5745 en AS2000. De analyses zijn uitgevoerd conform NEN-normen of daarvan afgeleide eigen voorschriften, deze zijn Sterlab gecertificeerd.

3.3 Bodem

Om een beeld te krijgen van de bodem is gebruik gemaakt van een bodemkaart (1:50.000). In november 2004 en in juni 2007 zijn bodemanalyses uitgevoerd. De bovenste 30 cm van de bodem is bemonsterd en geanalyseerd.
In 2004 is een analyse uitgevoerd op de bodem ter hoogte van meetpunt 1 in figuur 3.1. Er is hier een proefvak (vak 1) aanwezig waarin 9 boringen zijn gezet. In 2006 is op twee verschillende plaatsen de bodemkwaliteit bepaald: in vak 1 en vak 2 (zie bijlage VII). Vak 2 is gelegen ten zuiden van vak 1, ook hier zijn 9 boringen gezet. Er is een mengmonster gemaakt van de 9 boringen per vak welke op een NEN-pakket (conform NEN 5740) is geanalyseerd. Tevens is er een mengmonster van twee boringen per vak gemaakt welke op een 'pilot-pakket' is geanalyseerd. Zo zijn onder andere de korrelgrootteverdeling, het organisch stof gehalte, K, K-totaal, P-totaal, zware metalen en microverontreiniging (o.a. PAK's) bepaald.

3.4 Sedimentatie

Gedurende de periode oktober 2004 tot en met mei 2005 heeft één slibmat (afmeting 1 x 1 meter) in het waterbergingsgebied Woolde gelegen, om eventuele sedimentatie na inundatie te kunnen bepalen (figuur 3.4).



Figuur 3.4 Slibmat naast proefvlak 1 in retentiegebied Woolde (februari 2005).

Gedurende deze periode hebben zich echter geen inundaties in het gebied voorgedaan. In het gebied lopen paarden rond die het gebied begrazen. Deze zijn herhaaldelijk met de slibmat "aan de wandel" gegaan, ondanks dat deze met haringen was bevestigd (en verschillende keren was teruggelegd). Daarom is besloten de slibmat gedurende het graasseizoen te verwijderen. Op 23 mei 2005 is de slibmat uit het gebied gehaald. Om deze reden kon er helaas geen onderzoek plaatsvinden naar eventuele slibafzetting na de korte inundatie van 15 op 16 augustus 2005 (zie paragraaf 4.2.1). In het najaar van 2006 is de slibmat (na het graasseizoen) weer teruggelegd in het retentiegebied bij proefveld 1.

3.5 Vegetatie

In 2004 en 2007 is de vegetatie in Woolde onderzocht. Het onderzoek bestond uit het opnemen van vier proefvlakken (zie figuur 3.1) en een vegetatiekartering met per vlak een Tansley-opname en een soortkartering. De werkzaamheden in Woolde zijn uitgevoerd in één ronde: in de laatste week van juli en begin augustus (zowel 2004 als 2007).

De opname van de 4 proefvlakken van 5 x 5 m^2 verliep volgens de methode van Braun-Blanquet. De proefvlakken lagen naast peilbuizen, zodat een relatie gelegd kan worden tussen grondwaterstand en -kwaliteit en de vegetatie. De ligging van de proefvlakken is aangegeven in figuur 3.1. Bij peilbuis 1 zijn drie proefvlakken uitgezet op grond van verschil in uitgangspositie: niet geplagd, alleen geplagd en geplagd en ingezaaid. Het vierde proefvlak ligt naast peilbuis 2. De proefvlakken waren gemarkeerd met piketpaaltjes en ijzeren pinnen in de bodem. Met een metaaldetector zijn de hoekpunten weer teruggevonden. Daarnaast is de ligging van elk proefvlak ingemeten met een GPS met een nauwkeurigheid van 5 m. De proefvlakken zijn in 2004 zoveel mogelijk uitgezet in een homogene vegetatie. Per proefvlak is een soortenlijst gemaakt en is de bedekking en abundantie geschat volgens de schaal van Braun-Blanquet. Deze schaal is als volgt:

Code	Bedekking/abundantie
r	1-2 exemplaar, bedekking < 5 %
+	3-20 exemplaren, bedekking < 5 %
1	21-100 exemplaren, bedekking < 5 %
2m	> 100 exemplaren, bedekking < 5 %
2a	bedekking 5-12,5 %
2b	bedekking 12,5-25 %
3	bedekking 25-50 %
4	bedekking 50-75 %
5	bedekking 75-100 %

Daarnaast is per vegetatievlak de vegetatie gekarteerd middels een Tansley-opname. De locaties van de opnamen zijn zo nauwkeurig mogelijk op een kaart ingetekend (bijlage VIII). Bij de keuze van de locatie van een Tansley-opname is uitgegaan van een zo homogeen mogelijke vegetatie en van een maximale grootte. Ook bij een aaneengesloten homogene vegetatie is een gebied soms opgedeeld in twee of meer Tansley-opnamen, omdat bij toenemende grootte de betrouwbaarheid van de schatting van de abundantie afneemt. Het gebied is vrijwel vlakdekkend gekarteerd. Een Tansley-opname bestaat uit een volledige soortenlijst met een code voor de mate waarin de soorten voorkomen.

De Tansley-coderingen luiden als volgt:

Engelse omschrijving	Nederlandse omschrijving	Tansleycode
dominant	overheersend	d
abundant	veel aanwezig, niet overheersend	a
local abundant	plaatselijk veel aanwezig	la
frequent	frequent aanwezig (vrij talrijk)	f
occasional	vrij schaars, af en toe	o
rare	soort is zeldzaam	r
sporadic	soort is zeer zeldzaam	s

In 2007 zijn in het retentiegebied 30 opnamen gemaakt in de volgende biotooptypen:
- bos/houtwal
- schraal grasland
- ruigte
- voedselrijk (bemest) grasland
- moeras
- water/oever

In 2004 zijn in het biotooptype moeras geen opnamen gemaakt en geplagd gebied is in 2007 schraal grasland genoemd. Ten opzichte van 2004 zijn in 2007 2 opnamen komen te vervallen en 6 opnamen zijn toegevoegd.

De Braun-Blanquet-opnamen en Tansley-opnamen zijn ingevoerd in Turboveg (Hennekens 1998-2003). Voor de Tansley-opnamen is één tabel per biotooptype gemaakt. De vegetatiegegevens zijn digitaal verwerkt met een top10-vectorkaart als ondergrond, die ter beschikking is gesteld door waterschap Regge en Dinkel.

3.6 Fauna

De Twentse Vogelwerkgroep, afdeling Hengelo, monitort sinds januari 2001 wekelijks de in het gebied aanwezige vogels. In 2004 en 2007 heeft een broedvogelinventarisatie plaats gevonden. In 2005 en 2006 zijn alleen “losse” vogelwaarnemingen in het gebied gedaan.

De broedvogelinventarisatie is uitgevoerd volgens de richtlijnen zoals vermeld staat in de handleiding SOVON broedvogels (van Dijk, 2de aangepaste druk, 2004). Gekozen is voor BMP alle soorten, waarbij van alle vogelsoorten de territorium- en nestindicerende waarnemingen worden verzameld die tijdens een gericht aantal bezoeken op veldkaarten worden ingetekend. Aan de hand hiervan worden aantallen en verspreiding van de broedvogels in het gebied bepaald. Het gebied is in 2004 8 keer vlakdekkend gekarteerd in de periode 14 maart t/m 27 juni. In 2007 is het gebied 7 keer gekarteerd in de periode van 20 april t/m 24 juni. Twee meetrondes in juli en één avondmeetronde in juni hebben geen doorgang kunnen vinden in verband met slecht weer. Een inventarisatie begon ongeveer een half uur tot drie kwartier voor zonsopgang en werd steeds op een ander punt gestart. Een volledige inventarisatieronde duurde ongeveer 3 uur en 15 minuten.

Alle waarnemingen van aanwezige paren, zingende vogels, balts e.d. zijn tijdens het veldwerk op veldkaarten ingetekend. Vervolgens zijn alle waarnemingen overgebracht op soortkaarten. Uiteindelijk zijn alle gegevens uitgewerkt volgens de handleiding SOVON broedvogels (van Dijk, 2004).

Er is eveneens gekeken naar het voorkomen van andere soortgroepen (o.a. vlinders en libellen) binnen het gebied, maar voor deze groepen is geen systematische inventarisatie opgezet.

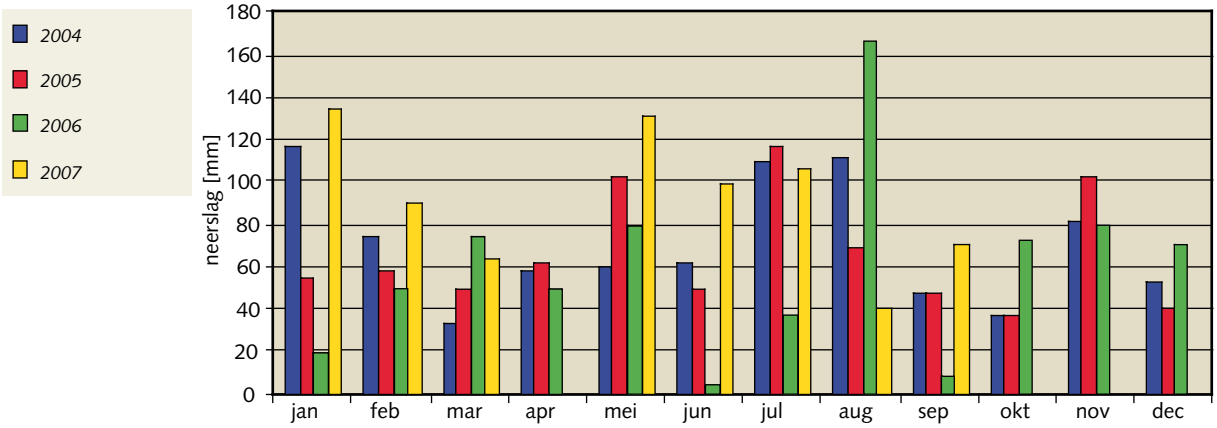
4 Resultaten

4.1 Hydrologie

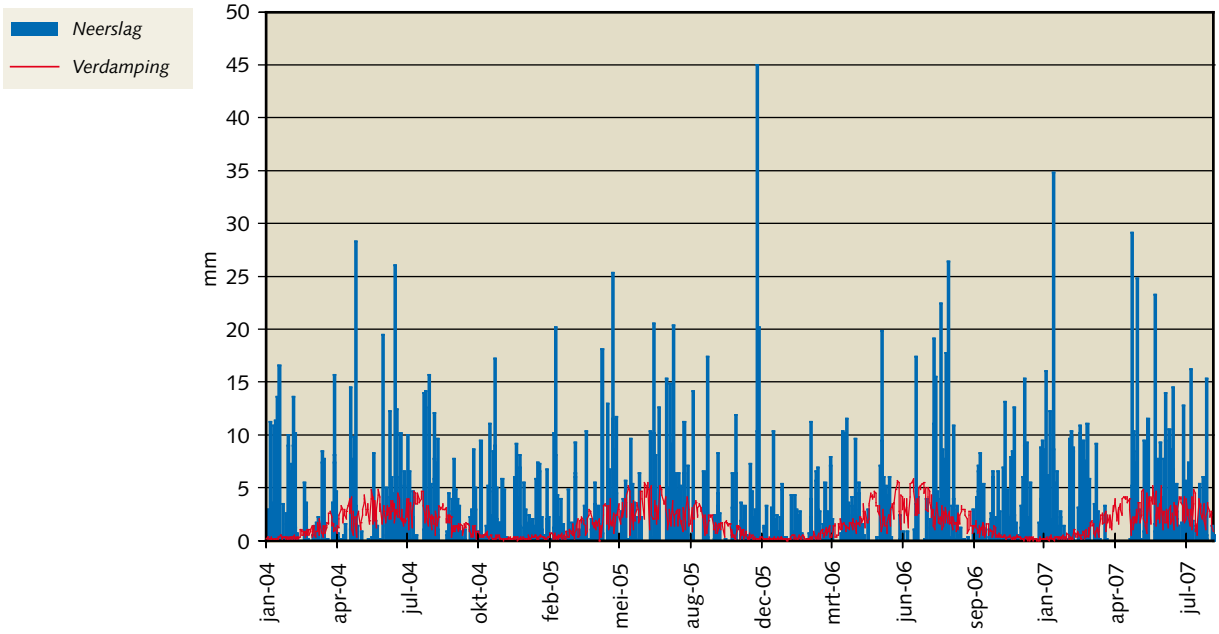
4.1.1 Neerslag en verdamping

Het weer heeft een belangrijke invloed op de waterhuishouding. In deze rapportage wordt daarom kort stilgestaan bij de weersomstandigheden van 2004 t/m september 2007.
In 2004 waren de maanden januari, juli en augustus tamelijk nat. Maart, september en oktober waren droge maanden in vergelijking met de andere maanden. Qua neerslag en verdamping was 2005 een gemiddeld jaar. Het najaar van 2005 was tamelijk droog, terwijl de zomer (met name de maanden juli en augustus) relatief nat was. Ook in de maand mei viel veel neerslag, terwijl juni vrij droog was.
Het jaar 2006 was meteorologisch gezien een jaar van uitersten: na een koude winter volgde een extreem warm en zeer zonnig jaar. Januari was de koudste maand sinds januari 1997 en ook februari en maart waren kouder dan normaal. Met uitzondering van augustus waren de overige maanden allen warmer dan normaal. Juli en september waren zeer warm; beide maanden eindigden als warmste in tenminste 300 jaar. De klimatologische herfst (september, oktober en november) was daardoor ook de warmste in drie eeuwen. De maand juli kende twee hittegolven. Juni en Juli waren 2 zeer droge maanden met gemiddeld over het land 28 mm tegen een langjarig gemiddelde van 71 mm (juni) en een zeer hoge verdamping. In het oosten van het land was juni uitzonderlijk droog; op veel plaatsen viel minder dan 10 mm en in juli gemiddeld 29 mm tegen normaal 70 mm. Begin augustus sloeg het weer om: augustus haalde vervolgens een record als de natste maand, met gemiddeld over het land 184 mm neerslag tegen normaal 62 mm. Het jaar 2007 had een uitzonderlijk warm voorjaar, waarin met name de maand april zeer droog was (0.1 mm). Andere maanden waren juist natter dan in de voorgaande jaren.

In figuur 4.1 staan de maandsommen van de neerslag en in figuur 4.2 is de dagneerslag en verdamping weergegeven. In de verschillende jaren wijken de maandsommen van de neerslag van elkaar af, met name de maanden januari, mei, juni, juli en augustus. In 2004 is in totaal de meeste neerslag gevallen en in 2006 is de minste neerslag gevallen. Dit laatste komt voornamelijk door 3 zeer droge maanden in 2006: januari, juni en september. De gemeten maandsommen t/m september 2007 wijken af van de jaren 2004 t/m 2006; in januari, februari, mei, juni en september is er in 2007 meer neerslag gevallen dan in de andere jaren. April 2007 was een maand met bijna geen neerslag (0.1 mm) en ook augustus was droger dan de andere jaren.
De verdamping vertoont in elk jaar ongeveer hetzelfde patroon en is in de winter laag en in de zomer hoog (figuur 4.2).



Figuur 4.1 Maandsommen neerslag vliegveld Twente.

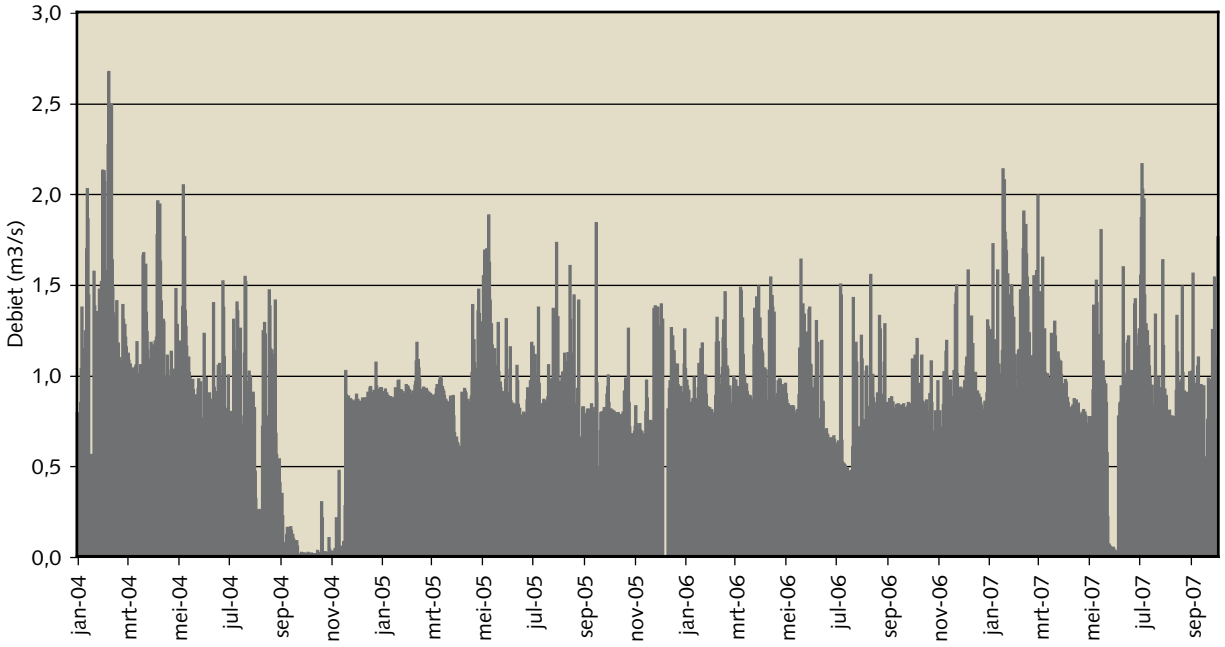


Figuur 4.2 Neerslag en verdamping (Twente).

4.1.2 Waterafvoer en waterstanden

Waterafvoer

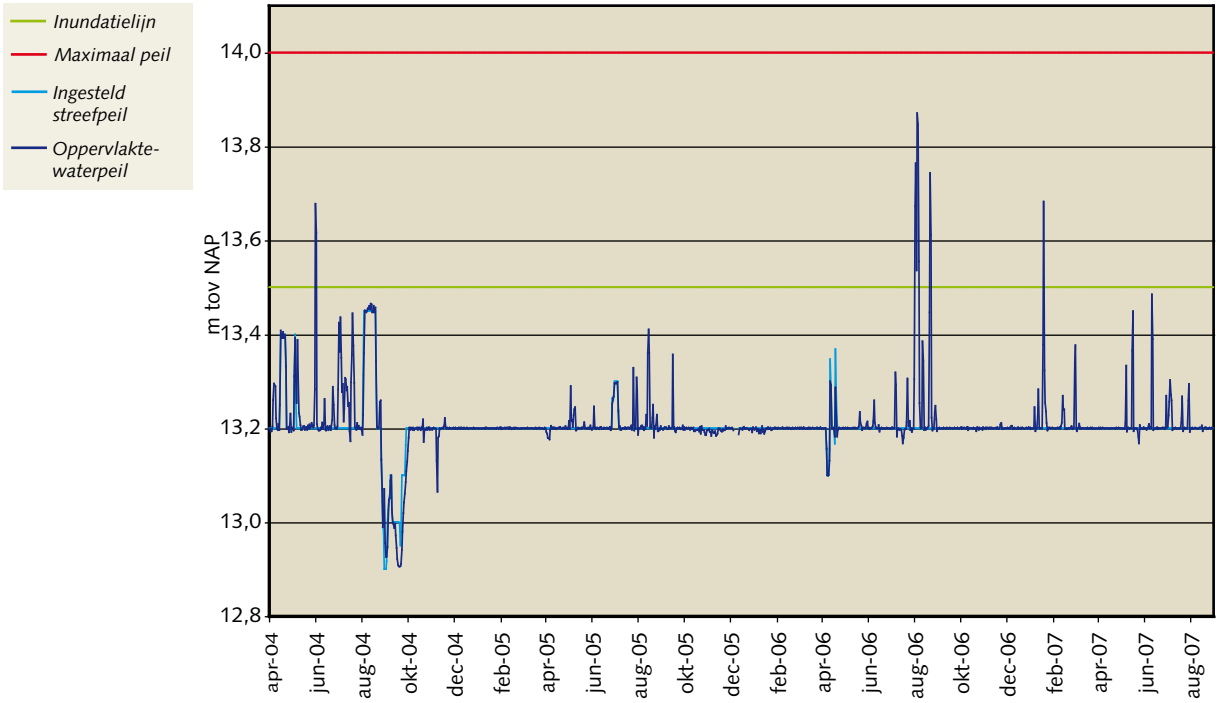
In figuur 4.3 is het totale debiet over de onderzoeksperiode weergegeven. In deze grafiek zijn de periodes van inundatie niet duidelijk terug te vinden in een hoog debiet. Dit heeft uiteraard te maken met het feit dat tijdens piekafvoeren de stuw van retentiegebied Woolde het debiet begint te begrenzen, waardoor de piek tijdelijk wordt geborgen in het waterbergingsgebied. Conform de doelstelling van het retentiegebied vindt daarmee dus afvlakking van de afvoerpiek plaats en deze is als zodanig niet meer te herkennen in de grafiek. Geconcludeerd kan worden dat de werking van het gebied voldoet aan de doelstellingen van het ontwerp.



Figuur 4.3 Totaal debiet (m^3/s).

Oppervlaktewaterpeil

In figuur 4.4 zijn de oppervlaktewaterstanden van de Woolderbinnenbeek vanaf april 2004 tot en met augustus 2007 weergegeven. Uit het figuur blijkt dat het streefpeil van 13.20 m +NAP door de geautomatiseerde stuw vooral in 2005, 2006 en 2007 het grootste deel van de tijd heel constant wordt aangehouden.

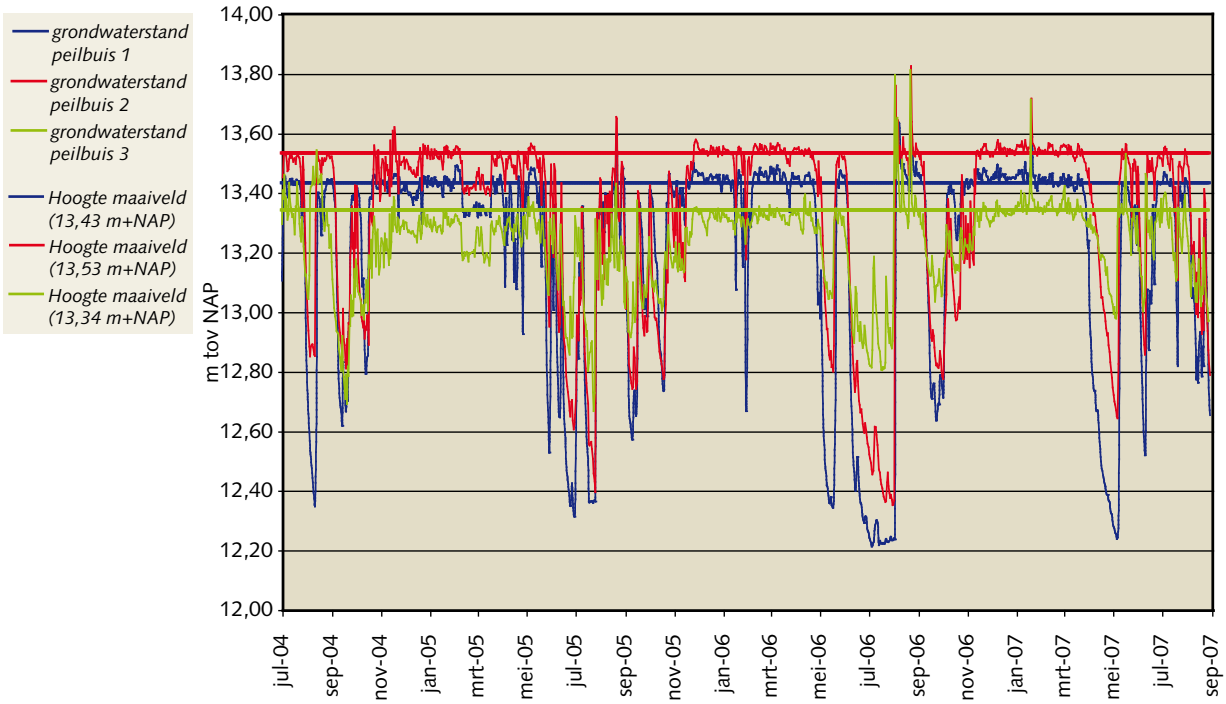


Figuur 4.4 Oppervlaktewaterstanden Woolderbinnenbeek (retentiegebied) van 2004-2007.

In 2004 hebben door onderhoudswerkzaamheden van kunstwerken in de Woolderbinnenbeek het streefpeil en het oppervlaktewaterpeil een aantal maal sterk geschommeld. Daarbij is het Woolde één maal overstroomd. In 2005 hebben zich geen noemenswaardige hoogwatersituaties voorgedaan; alleen in de natte zomer is in augustus sprake geweest van een zeer korte en kleine inundatie (niet zichtbaar in figuur). In de zeer natte maand augustus van 2006 overstroomde het retentiegebied echter drie maal achtereen. In 2007 (metingen t/m augustus) is het gebied éénmaal geïnundeerd. De verschillende schommelingen in ingesteld peil en inundatiemomenten zijn nader beschreven in bijlage I.

Grondwaterstanden

In figuur 4.5 is het verloop van de grondwaterstanden in de drie peilbuizen tezamen met de desbetreffende maaiveldhoogten over de gehele meetperiode weergegeven.



Figuur 4.5 Grondwaterstanden Woolde van juli 2004 - september 2007.

Uit de grondwaterstand in de verschillende peilbuizen in combinatie met de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de peilbuis, is op te maken of er sprake is geweest van inundatie (grondwaterstand boven maaiveld). In juli 2005 lijkt ter plaatse van de peilbuizen 1 en 2 kort sprake te zijn van een inundatie. In 2006 is in de extreem natte maand augustus ter plaatse van alle drie de peilbuizen tweemaal sprake van inundatie. Ook in 2007 is er in januari een korte inundatie opgetreden.

Rond peilbuis 2 ontstaan in natte perioden plassen op het land. Doordat de buizen onder maaiveld zijn afgewerkt stroomt regenwater in de buis. Daardoor lijkt het dat op diverse momenten inundatie heeft plaatsgevonden. Door verlenging van de peilbuis is dit probleem vanaf 2005 opgelost. Bij peilbuis 1 vindt geen plasvorming plaatst. Alleen bij peilbuis 3, welke nabij de beek is gelegen, is in 2004 het meetpunt in juli en augustus ter plaatse overstroomd met beekwater.

In figuur 4.5 zijn in de gehele meetperiode een aantal periodes te zien waarin de grondwaterstand ver uitzakt. In het begin van de zomer van 2006 komt de langste periode van zeer lage grondwaterstanden voor. Met hierop volgend de relatief hoge (en de hoogste van 2004 t/m augustus 2007) grondwaterstanden in de extreem natte maand augustus. De sterke stijging van het grondwater in 2006 (eind mei en midden augustus) leidt tot een geringere bergingscapaciteit van de bodem vanwege een verkleining van de onverzadigde zone. Een groter aandeel van het poriënvolume waar water geborgen zou kunnen worden is dan al met water verzadigd.

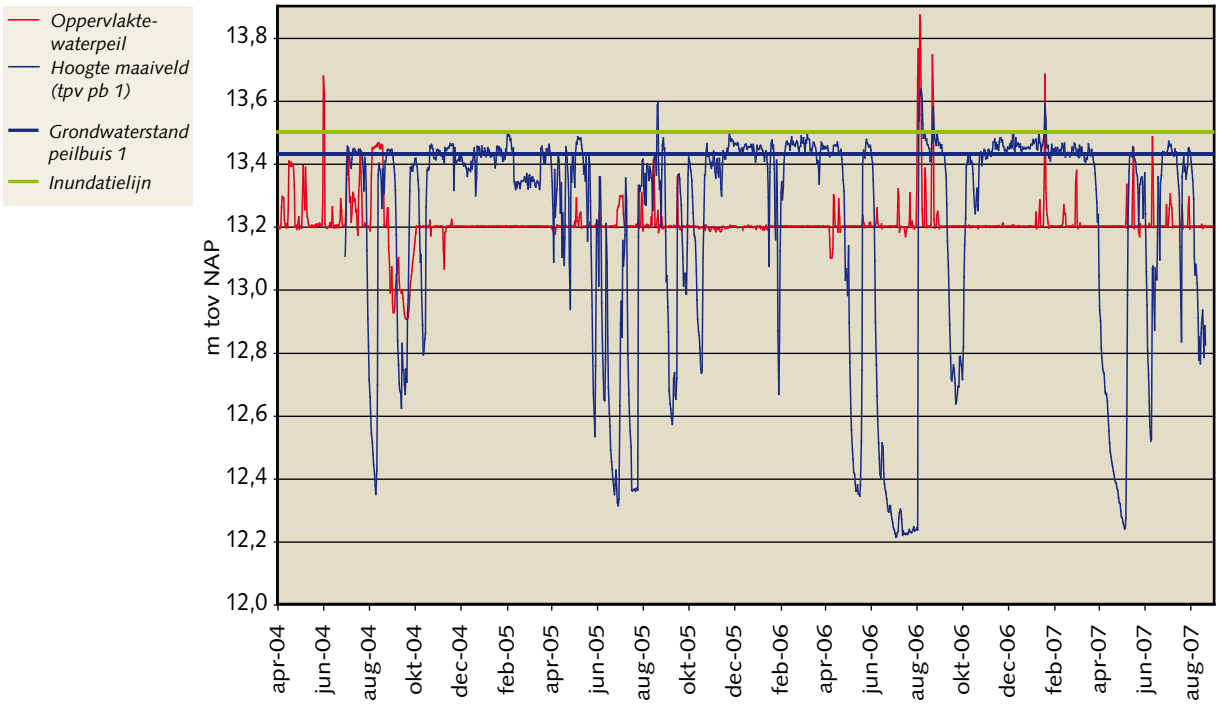
De peilbuizen 2 en 3 zijn min of meer in één lijn geplaatst loodrecht op de Woolderbinnenbeek, waarbij peilbuis 3 vlakbij de waterloop staat en peilbuis 2 gelegen is op een afstand van 100 meter vanaf de Woolderbinnenbeek. Bij het vergelijken van de grondwaterstanden van peilbuizen 2 en 3 blijkt dat in perioden van neerslagoverschot er sprake is van een “bolle” grondwaterspiegel. In perioden van een neerslagtekort c.q. verdampingsoverschot zakt het grondwater in peilbuis 2 dieper weg dan in peilbuis 3. Op dat moment is sprake van een “holle” grondwaterspiegel. Het potentiaalverschil tussen grond- en oppervlaktewaterstand is dan

dusdanig dat de Woolderbinnenbeek in deze situaties in principe infiltrerend werkt. De hoeveelheid water die daadwerkelijk vanuit het oppervlaktewater infiltreert is echter sterk afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Peilbuizen 1 en 2 laten een redelijk vergelijkbaar beeld zien, zij het dat peilbuis 1 in absolute zin t.o.v. NAP wat lager ligt dan peilbuis 2. Alleen in droge perioden (neerslagtekort) zakt de grondwaterstand van peilbuis 1 fors dieper uit dan peilbuis 2.

De wisselingen van het weer hebben zeer sterke invloed op de grondwaterstanden in het gebied gehad. In periodes met veel neerslag is de grondwaterstand hoog of zelfs boven het maaiveld en is er sprake van een inundatie. In perioden met zeer weinig neerslag, hoge temperaturen en veel verdamping zakt de grondwaterstand ver onderuit. Met name in juni en juli 2006 en april 2007 is een sterke en langdurige daling in de grondwaterstand te zien.

Relatie oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand

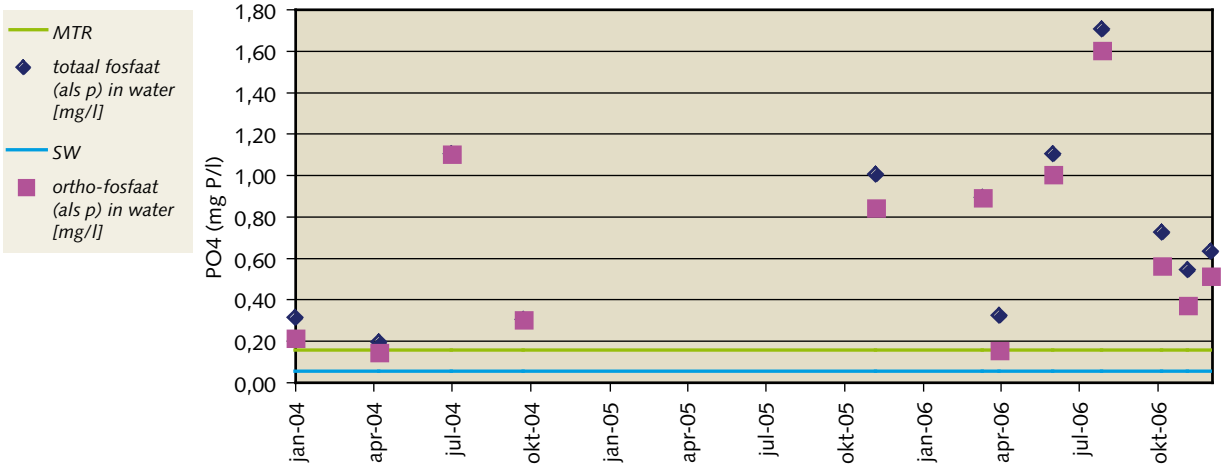
In figuur 4.6 is de relatie tussen de grondwaterstand (van peilbuis 1) en de oppervlaktewaterstand (van de Woolderbinnenbeek) weergegeven. Duidelijk is te zien dat meestal sprake is van een "bolle" grondwaterstand, wat wil zeggen dat de grondwaterstand meestal hoger is dan het peil van het oppervlaktewater. Alleen in perioden van neerslagtekort zakt de grondwaterstand in peilbuis 1 snel onder het niveau van de Woolderbinnenbeek. Omdat de grondwaterstand soms veel lager is dan het oppervlaktewaterpeil kan worden geconcludeerd dat er niet of nauwelijks sprake is van infiltratie van oppervlaktewater naar het grondwater. Dit komt waarschijnlijk omdat de grond sterk leemhoudend, en daarmee slecht doorlatend is. In een normale afvoersituatie heeft het oppervlaktewater dus nauwelijks invloed op het grondwater.



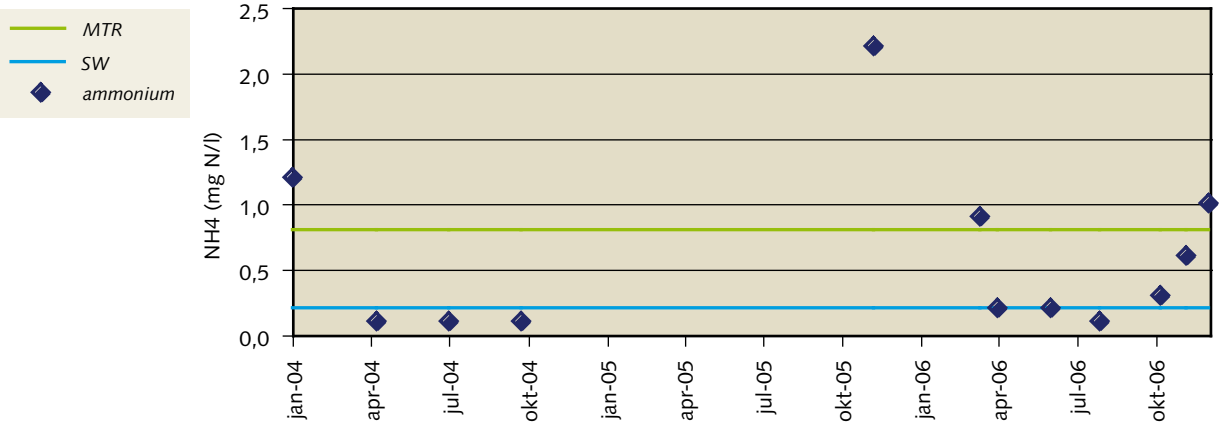
Figuur 4.6 Relatie grondwater en oppervlaktewater in Woolde van juni 2004 tot september 2007.

4.1.3 Waterkwaliteit Woolderbinnenbeek

Alle waterkwaliteitsgegevens van de Woolderbinnenbeek (meetlocatie 5 in figuur 3.1) staan in bijlage II. In bijlage IV is een overzichtstabel van de belangrijkste parameters opgenomen.
De Woolderbinnenbeek heeft als streefbeeld basiswater voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit betekent dat de waterloop dient te voldoen aan de normen voor het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). De waarden zijn getoetst conform NW4 Regionale normen.



Figuur 4.7 Concentratie totaal-fosfaat en ortho-fosfaat (mg P/l) in het oppervlaktewater in de Woolderbinnenbeek.



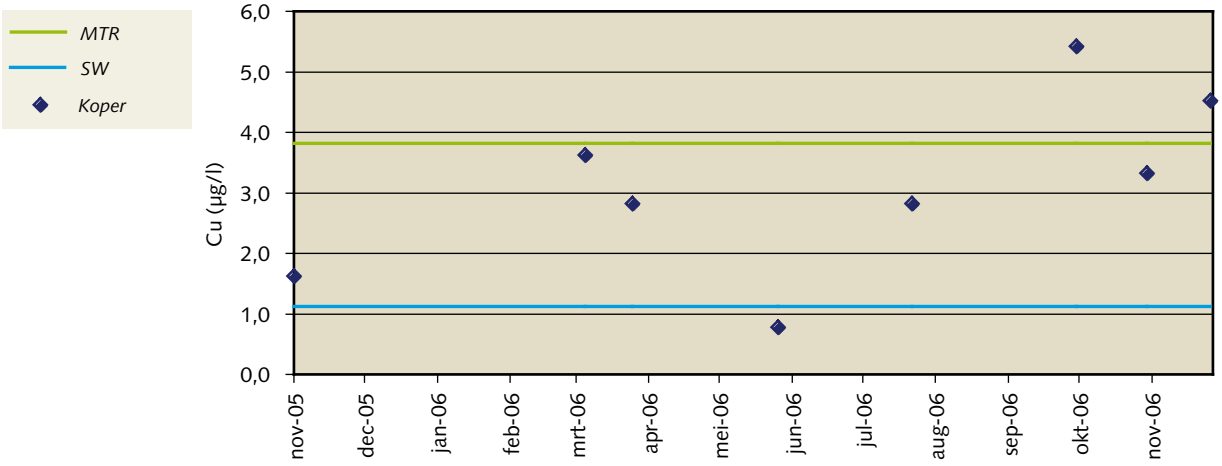
Figuur 4.8 Concentratie ammonium (mg N/l) in het oppervlaktewater in de Woolderbinnenbeek

Alle reguliere waterkwaliteitsbemonsteringen aan de beek vonden plaats bij een beekpeil onder 13.50 m +NAP (wanneer dus geen sprake was van inundatie).

In alle meetjaren zijn de fosfaat-gehalten (zowel ortho-P als totaal-P; zie figuur 4.7) hoog en sterk normoverschrijdend. Het totaal fosfaatgehalte bestaat voor het grootste deel uit ortho-fosfaat. Dit betekent dat het vooral gaat om opgelost ("mobiel") fosfaat. In augustus 2006 is de hoogste fosfaatconcentratie gemeten.

Het gehalte aan N-totaal overschrijdt in bijna alle metingen de MTR-norm. In vier van de twaalf metingen wordt de MTR-norm voor ammonium overschreden (figuur 4.8).

Van de geanalyseerde metalen overschrijden concentraties koper (figuur 4.9) en zink af en toe de MTR norm, en nikkel in alle gevallen (zie bijlage IV).



Figuur 4.9 Concentratie koper (µg/l) in het oppervlaktewater in de Woolderbinnenbeek.

Zowel PAK als diverse bestrijdingsmiddelen zijn aangetoond, maar niet in normoverschrijdende concentraties. Van de geanalyseerde bestrijdingsmiddelen is 'Round-up', dat in het stedelijk groenbeheer wordt toegepast, terug te vinden in de componenten AMPA en Glyfosaat.

In 2006 zijn aanvullend geneesmiddelen geanalyseerd in het oppervlaktewater van de Woolderbinnenbeek. Het onderzoek naar geneesmiddelen in oppervlaktewater staat landelijk gezien nog in de kinderschoenen. Er is weinig bekend over welke geneesmiddelen het meest worden gebruikt, en ook over de ecotoxocologische effecten is nog weinig bekend.
In bijlage III zijn de onderzochte en aangetroffen stoffen weergegeven. De aangetoonde stoffen komen grotendeels overeen met de stoffen die bij een eerder onderzoek in 2003 zijn gevonden in de Bornsebeek.
Vooralsnog ontbreekt een norm voor geneesmiddelen en hormonen. Vanuit de EU wordt echter een drempelwaarde van 0.01 µg/l aanbevolen. Alle aangetoonde stoffen overschrijden deze waarde. Voor de niet aangetoonde stoffen is in bijna alle gevallen de detectiegrens hoger dan deze waarde waardoor mogelijke overschrijdingen mogelijk niet gesignaleerd worden.

4.1.4 Waterkwaliteit bij overstroming

Bij hoogwater lozen diverse overstorten van het gemengde rioleringssysteem van Hengelo op de Woolderbinnenbeek. Om te analyseren in hoeverre de waterkwaliteit dan verandert zijn in augustus 2006 tijdens een inundatie extra waterkwaliteitsmonsters op maaiveld genomen, op drie locaties. In bijlage V zijn de volledige analyseresultaten weergegeven.

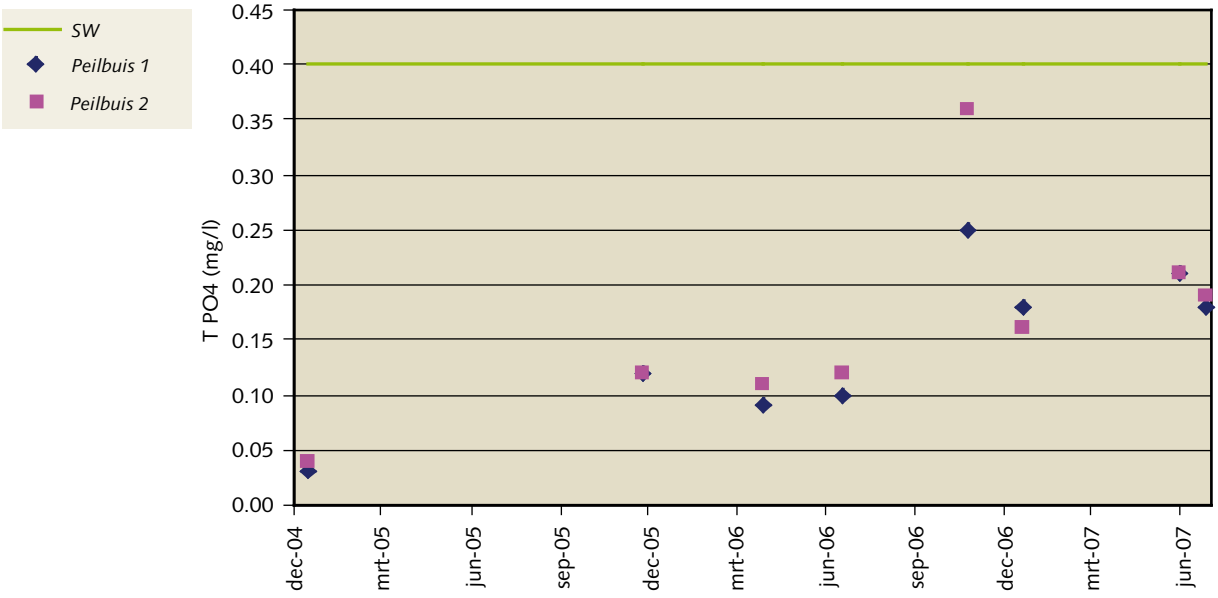
Als de drie meetlocaties met elkaar vergeleken worden, valt op dat over het algemeen de laagste concentraties zijn gemeten bij oppervlaktewaterpunt 2 (in 'het oog', bij peilbuis 1), en de hoogste bij oppervlaktewaterpunt 1 (aan de beek). De waterkwaliteit bij oppervlaktewaterpunt 3 (tussen peilbuis 2 en 3) lijkt op dat van de Woolderbinnenbeek zelf (opp.meetpunt 1), hoewel concentraties vaak iets lager zijn (nutriënten, sommige metalen). Over het algemeen zijn stofconcentraties tijdens overstroming het hoogst dichtbij de beek.

De resultaten van oppervlaktewatermeetpunt 1 kunnen vergeleken worden met de reguliere analyses omdat de monsters op dezelfde locatie zijn genomen. Ten opzichte van de concentraties in de reguliere bemonsteringen van het beekwater blijken zwevend stof, fosfaatgehalten en veel andere stoffen niet duidelijk te verschillen. Wel zijn lagere stikstofconcentraties gemeten, en ook het chloridegehalte nam af. Hetzelfde geldt voor nikkel, zink en sommige PAK. Het biochemisch zuurstof verbruik (BZV) is verhoogd ten opzichte van de reguliere bemonsteringen. Hoe de waterkwaliteit in de beekloop ruimtelijk verandert tussen instroom en uitstroom van het retentiegebied is niet onderzocht.

4.1.5 Kwaliteit van het grondwater

De resultaten van de grondwaterkwaliteitsanalyses staan in bijlage VI. Het grondwater is vrij schoon; het is zeer gering belast met meststoffen. Invloeden vanuit bijvoorbeeld landbouw zijn dus nihil te noemen. Een betrekkelijk hoge pH en hoog gehalte aan bi-carbonaat wijzen op bufferende werking. Dit wijst weer op kwel en aanvoer van gerijpt grondwater van elders. Het sulfaatgehalte is laag wat wijst op een geringe of afwezige invloed van oppervlaktewater. De gehaltes aan cadmium en zink zijn ook laag. De koperconcentratie in het grondwater overschrijdt wel vaak de streefwaarde.

De grondwaterkwaliteit verandert over het algemeen weinig over de meetjaren. Er zijn echter een paar uitzonderingen. Het fosfaatgehalte is in 2005 en 2006 toegenomen ten opzichte van 2004 (figuur 4.10). Dit gehalte is echter nog wel lager dan de streefwaarde (0.4 mg/l). In 2007 is het fosfaatgehalte weer afgenomen ten opzichte van 2006, de gehalten zijn echter nog wel hoger dan in 2004 en 2005. De hogere waarden van fosfaat in 2006 en 2007 ten opzichte van voorgaande jaren zijn mogelijk veroorzaakt door de overstromingen in deze periode.
In de 2e helft van 2006 zijn ook koper, natrium en kalium in concentratie toegenomen, wat mogelijk ook te wijten is aan de inundaties in augustus. In 2007 zijn ook van deze stoffen de concentraties weer lager, op het niveau van voor de inundaties in augustus 2006.
Opvallend is dat de koperconcentratie tijdens de eerste meting in december 2004 uitzonderlijk hoog is, in de andere metingen wordt deze hoge concentratie niet meer bereikt. De oorzaak hiervan is onbekend.



Figuur 4.10 Concentratie totaal fosfaat (mg P/l) in het grondwater en de landelijke streefwaarde voor totaal fosfaat.

4.2 Bodem

In bijlage VII is de bodemopbouw van retentiegebied Woolde opgenomen ter plaatse van de drie grondwatermeetpunten (inclusief boorprofielen van de 18 boringen). Ook is hier een meer algemene bodemkaart van Woolde en omgeving te vinden. Hieruit blijkt dat het grootste deel van de bodem bestaat uit rivierkleigrond met zavel. Ook in de omgeving komt rivierkleigrond veelvuldig voor. Aan de oostzijde van het retentiegebied ligt een dekzandrug met humuspodzolgrond. Ten westen van het beekdal ligt tevens een relatief groot aaneengesloten gebied met humuspodzolgrond.

Tabel 4.2 Bodemanalyse 30/11/2004 en 16/06/2007; meetlocatie proefveld 1 en 2.

parameter	**2004 vak 1**	**2007 vak 1**	**2007 vak 2**
< 2 µm [% van ds]	17	17	6
< 16 [% van ds]		7	4
< 63 [% van ds]	76	30	7
63 < x < 90 [% van ds]	10	14	2
90 < x < 125 [% van ds]	5	6	8
125 < x < 180 [% van ds]	4	6	23
180 < x < 250 [% van ds]	3	4	24
250 < x < 355 [% van ds]	1	2	12
355 < x < 500 [% van ds]	1	2	6
500 < x < 1000 [% van ds]	1	1	2
1000 < x < 2000 [% van ds]	1	1	1
> 2000 [% van ds]	-	10	5
droge stof		80	80
indamprest [%]	78		
organisch koolstof [g/kg]	13.8	13	12.8
K [mg/kg ds]	800	820	530
Kj-N [g/kg ds]	1.1	1.3	0.84
P-totaal [g/kg ds]	0.45	0.55	0.34
As [mg/kg ds]	15	12	3.5
Cd [mg/kg ds]	0.24	0.35	0.14
Cr [mg/kg ds]	25	24	8.7
Cu [mg/kg ds]	7.1	5.6	1.7
Hg [mg/kg ds]	0.1	0.12	0.06
Ni [mg/kg ds]	11	8.9	5.3
Pb [mg/kg ds]	11	10	3.4
Zn [mg/kg ds]	27	32	18
EOX [mg/kg ds]	0.3	<0.1	<0.1
min. olie [mg/kg ds]	4.5	<3	<3
anthraceen [mg/kg ds]	<0.005	<0.001	<0.001
b.a.anthra [mg/kg ds]	<0.005	<0.003	<0.003
b.a.pyreen [mg/kg ds]	0.005	<0.01	<0.01
bk.fl.anth [mg/kg ds]	<0.005	<0.003	<0.003
chryseen [mg/kg ds]	0.006	0.004	<0.003
fenanthreen [mg/kg ds]	0.005	<0.005	<0.005
fl.antheen [mg/kg ds]	0.01	0.006	<0.006
ghi.peryle [mg/kg ds]	0.006	<0.005	<0.005
ind.pyreen [mg/kg ds]	0.01	0.005	<0.004
naftaleen [mg/kg ds]	<0.005	<0.012	<0.012
som 10 PAK [mg/kg ds]	0.046	0.02	<0.052

In tabel 4.2 zijn de resultaten van de kwaliteit van de bodem weergegeven. De bodem is zavelig (niet kleiig) met lage waarden aan grof zand (<10 %). Dit wijst op afzetting van beekklei op enige afstand van de (oude) beek. In proefveld 1 is in 2004 meer fijne fractie (<63 µm) dan in 2007 (93 versus 54%). Proefveld 2 bevat een veel lager percentage van deze fijne fractie (17%). Hier wordt vooral de fractie met korrelgrootte 125-250 µm aangetroffen. Opvallend is dat juist in proefvlak 1 de fractie groter dan 2000 µm groter is dan in proefvlak 2 (resp. 10% vs. 5%).

De beschikbaarheid van stikstof kan afgeleid worden uit de mate van mineralisatie die uitgerekend wordt uit de verhouding tussen stikstof en koolstof. Bij een C/N verhouding van meer dan 20 is er geen of zeer geringe stikstofmineralisatie en bij waarden < 10 is de beschikbaarheid zeer hoog. Hetzelfde geldt voor de fosfor beschikbaarheid berekend uit de verhouding tussen fosfor (P) en stikstof. Bij C/P verhoudingen onder de 50 komt netto P beschikbaar, bij waarden boven de 100 niet. Uit de bodemanalyse blijkt dat de C/N verhouding op beide locaties en in beide jaren tussen de 10 en 15 ligt: bij deze waarden vindt stikstofmineralisatie plaats (er wordt dus stikstof nageleverd uit de bodem). De C/P verhouding is op beide locaties en in beide jaren kleiner dan 50, wat betekent dat er ook netto P beschikbaar komt. De gehalten aan totaal N en P zijn echter relatief laag, terwijl het gehalte aan K 'normaal' is. De bodem is daarmee voedselarm te noemen. In 2007 zijn de gehalten aan N, P en K in proefveld 1 iets hoger ten opzichte van 2004. In proefveld 2 (2007) zijn de gehalten aan N, P en K lager ten opzichte van proefveld 1. Mogelijk heeft door de diverse inundaties in het gebied enige verrijking met nutriënten plaatsgevonden van de bodem. Het aantal en de duur van inundaties is echter beperkt gebleven, en aanvoer van fosfaat betrof vooral opgelost fosfaat dat grotendeels weer door zal stromen. Met vervolgmetingen kan worden achterhaald of en in hoeverre de bodem verder zal verrrijken, al dan niet als gevolg van inundaties.

De bodem is laag belast met metalen en chemische verontreinigingen (allen onder de streefwaarde). In proefveld 2 zijn de gehalten aan nutriënten en metalen lager dan in proefveld 1. De gehalten aan zware metalen zijn in proefveld 1 in 2007 in grote lijnen vergelijkbaar met de gehalten in 2004.

4.3 Sedimentatie

Er heeft geen onderzoek aan sediment plaats kunnen vinden aangezien de slibmat, waarmee het onderzoek uitgevoerd diende te worden, een deel van de onderzoeksperiode uit het veld is verwijderd in verband met de paarden die met deze mat aan de wandel gingen (zie ook paragraaf 3.3). In de periode dat de mat er wel heeft gelegen, oktober 2004 tot en met mei 2005, hebben zich geen inundaties in het gebied voorgedaan. Later, in het najaar van 2006 is de mat opnieuw neergelegd. Na de inundatie van 18 en 19 januari 2007 is de slibmat onderzocht door het laboratorium van het waterschap. Daarbij bleek dat er nauwelijks slib was achtergebleven (te weinig voor analyse). De oorzaak hiervan is onduidelijk. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat achteraf is gebleken dat door een lage kade het proefveld 1 wat later inundeert dan andere delen van het retentiegebied. Mogelijk is op andere locaties dichterbij (of sneller in contact met) de beek meer gesedimenteerd. Een andere mogelijkheid is dat door de vele regen verdunning heeft plaatsgevonden, waardoor nauwelijks slib op de slibmat is achtergebleven. Een derde mogelijkheid is de invloed van het retentiegebied Genseler. Dit retentiegebied bestaat uit vijvers en ligt bovenstrooms van Woolde. Mogelijk bezinkt een (belangrijke) hoeveelheid slib in deze vijvers.

4.4 Ecologie

4.4.1 Vegetatie

In 2004 en 2007 heeft een onderzoek aan de vegetatie in Woolde plaats gevonden (resultaten zijn tevens beschreven in Kruit & De Goeij (2005) en Kruit & De Goeij (in press)).

Vegetatie in de proefvlakken

De vier proefvlakken in Woolde onderscheiden zich door inrichting (wel of niet afgegraven) en beheer. Proefvlakken 1, 2 en 4 liggen op geplagde bodem en proefvlak 3 op onvergraven bodem. Proefvlakken 1, 2 en 3 liggen in het begrazingsgebied, proefvlak 4 ligt in een perceel dat wordt geklepeld.

In grote lijn is de bedekking van de vegetatie op de geplagde bodem toegenomen (proefvlak 1, 2 en 4). De bedekking van kruid- en moslaag van proefvlak 3, waar niet is geplagd, is gelijk gebleven. De proefvlakken verschillen verder sterk van elkaar, daarom wordt hieronder de ontwikkeling tussen 2004 en 2007 per proefvlak kort toegelicht. In bijlage VIII is de vegetatie-tabel opgenomen met de opnamen van 2004 en 2007 naast elkaar. In figuur 3.1 is de ligging van de pq's weergegeven en in figuur 4.11 en bijlage VIII zijn foto's van de proefvlakken van 2004 en 2007 naast elkaar gezet.

Proefvlak 1 (geplagd en ingezaaid; begraasd)

In 2007 zijn de kruidlaag en de moslaag toegenomen ten opzichte van 2004. De totale bedekking is toegenomen van 25 % naar 70 %. Ook het aantal soorten is toegenomen. In de kruidlaag zijn vooral gewoon struisgras (Agrostis capillaris), pitrus (Juncus effusus), moerasrol-klaver (Lotus pedunculatus), grauwe wilg (Salix cinerea) en witte klaver (Trifolium repens) toegenomen en rood zwenkgras (Festuca rubra) is afgenomen. Minder algemene soorten als blauwe zegge (Carex panicea) en geelgroene zegge (C. oederi ssp. oedocarpa) zijn toegenomen en gevleugeld hertshooi (Hypericum tetrapterum) en borstelbies (Isolepis setacea) hebben zich gevestigd. In de moslaag is zandhaarmos (Polytrichum juniperinum) flink toegenomen. Opslag van houtige soorten is toegenomen, met name van grauwe wilg. Ruigtesoorten komen zowel in 2004 als in 2007 weinig voor.

Proefvlak 2 (geplagd, begraasd; bij peilbuis 1)

Proefvlak 2 ligt in een laagte en wordt veel betreden door de paarden. Hierdoor is de vegetatie nog steeds vrij open: de totale bedekking is gelijk gebleven, maar de moslaag is vrijwel verdwenen en de kruidlaag is met 10% toegenomen. In 2004 werd de vegetatie al gekenmerkt door geknikte vossenstaart (Alopecurus geniculatus), een soort van natte bodem. Het aantal soorten is 20% afgenomen. Moerassoorten als koninginnenkruid (Eupatorium cannnabinum), egelboterbloem (Ranunculus flammula) en gevleugeld hertshooi (Hypericum tetrapterum) zijn verdwenen, maar ook pioniersoorten als waterpunge (Samolus valerandi), veerdelig tandzaad (Bidens tripartita) en opslag van wilgen zijn verdwenen. Alleen kruipende boterbloem (Ranunculus repens) is flink toegenomen. Minder algemene soorten, als geelgroene zegge, zijn toegenomen en stomp vlotgras (Glyceria notata) en borstelbies (Isolepis setacea) hebben zicht gevestigd. Opslag van houtige soorten is verdwenen. Ruigtesoorten kwamen al weinig voor en zijn in 2007 verder afgenomen, vooral akkerdistel (Cirsium arvense).

Proefvlak 3 (niet geplagd en begraasd)

De bedekking van de kruid- en moslaag is niet veranderd, de soortensamenstelling wel. Gestreepte witbol (Holcus lanatus) en witte klaver (Trifolium repens) zijn flink afgenomen en moerasrolklaver (Lotus pedunculatus), pitrus en ruw beemdgras (Poa trivialis) zijn flink toegenomen. Het aantal soorten is met eenderde toegenomen, waarbij soorten van voedselrijke graslanden zich hebben gevestigd, maar ook soorten van schralere bodem, zoals gewoon struisgras (Agrostis capillaris), geelgroene zegge en kleine leeuwentand (Leontodon saxatilis). Opslag komt niet voor in deze dichte grasvegetatie. Ruigtesoorten (met name akkerdistel (Cirsium arvense)) zijn afgenomen.

Proefvlak 4 (geplagd en geklepeld; bij peilbuis 2)
De bedekking van de moslaag is gelijk gebleven, maar de bedekking van de kruidlaag is flink toegenomen. Hierdoor is ook de totale bedekking toegenomen. De vegetatie was helaas een maand voor de inventarisatie in 2007 geklepeld, waarschijnlijk was de kruidlaagbedekking daarvoor nog hoger. De toename is vooral het gevolg van een sterke uitbreiding van witte klaver (Trifolium repens), daarnaast zijn ook zomprus (Juncus articulatus), pitrus en moerasrolklaver (Lotus pedunculatus) iets toegenomen. Riet (Phragmites australis) heeft zich gevestigd, evenals de minder algemene blauwe zegge (Carex panicea). Geelgroene zegge is toegenomen. Schietwilg is flink afgenomen en de minder algemene borstelbies is ook iets afgenomen. Het aantal soorten is afgenomen, vooral ruderale en pioniersoorten zijn verdwenen, waaronder enkele soorten basterdwederik (Epilobium sp.), perzikkruid (Persicaria maculosa) en straatgras (Poa annua). Opslag is flink afgenomen, met name schietwilg. Ruigtesoorten komen in 2007, net als in 2004, niet voor.



Figuur 4.11 Proefvlak 1: afgeplagd en ingezaaid; in het begrazingsgebied (ten zuiden van peilbuis 1). Voor foto's van overige proefvlakken: zie bijlage VIII.

Vegetatiekartering per biotooptype
De bossen zijn niet ingrijpend veranderd. Wel zijn er enkele soorten verdwenen.
In het gehele terrein zijn de ruigtesoorten sterk afgenomen. Zo is niet alleen de oppervlakte ruigte kleiner geworden, ook het aandeel ruigtesoorten (vooral het aandeel akkerdistel) in de andere terreindelen is kleiner geworden. De dijkjes (22; zie bijlage VIII) zijn nauwelijks veranderd.
De produktiegraslanden zijn schraler geworden. Ook hier zijn ruigtesoorten afgenomen, dominantie van één soort is verdwenen en de graslanden zijn soortenrijker geworden.
De geplagde terreinen hebben zich ontwikkeld van een pioniersvegetatie tot schraal grasland waarin nog steeds veel onbegroeide grond is. Verruiging is uitgebleven. Zeldzame soorten zijn bijna allemaal toegenomen: Draadgentiaan, Pilvaren en Waterpostelein. De opslag van houtige gewassen is echter wel toegenomen. In opname 3 is waarschijnlijk geen beheer geweest sinds het plaggen. Hier is de opslag uitgegroeid tot struiken. Ook op andere geplagde delen van het terrein is veel opslag aanwezig. Begrazing met paarden is niet voldoende gebleken om de opslag kort te houden, daarom wordt het hele terrein 1x per jaar geklepeld. De opslag is te hoog om gemaaid te kunnen worden.

De opnamen in open water verschillen veel van elkaar. De verschillen worden veroorzaakt door de grootte, de diepte, de ouderdom en vooral de waterkwaliteit. Over het algemeen is het open water meer dichtgegroeid met riet en grote en kleine lisdodde. Dit geldt vooral voor opname 2. Dit water biedt goede schuilgelegenheid voor watervogels. De beste waterkwaliteit is aanwezig in water dat niet in verbinding staat met de hoofdwatergang. Dit geldt vooral voor de soortenrijkste opnamen 12 en 17 (zowel in 2004 als 2007). De plassen die in verbinding staan met de hoofdwatergang zijn beduidend voedselrijker. Ook in het water komt veel opslag van diverse wilgensoorten voor. Langs de oevers van weiland 18 zijn gradiënten ontstaan door vertrapping van het vee. De overgang van weiland naar water is breed, moerassig en soortenrijk geworden. Bovendien is Kruipend moerasscherm hier flink uitgebreid.

4.4.2 Fauna

De Twentse vogelwerkgroep, afdeling Hengelo, monitort sinds 2001 wekelijks de in het gebied aanwezige vogels. Al gauw werd duidelijk dat het gebied (ondanks de werkzaamheden) een grote aantrekkingskracht had op vele vogelsoorten. In 2004 en 2007 heeft er een broedvogelinventarisatie plaatsgevonden. In 2005 en 2006 is dit niet gebeurd, maar zijn alleen losse vogeltellingen uitgevoerd.

Door de telgroep zijn tussen januari 2001 en 2004 in totaal 143 soorten waargenomen (incl. exoten), waarvan 21 soorten op de rode lijst staan vermeld. Deze rode lijst soorten zijn: Dodaars, Purperreiger, Ooievaar, Zomertaling, Blauwe kiekendief, Patrijs, Bontbekplevier, Kemphaan, Watersnip, Grutto, Tureluur, Visdief, Zwarte stern, IJsvogel, Groene specht, Oeverzwaluw, Paapje, Tapuit, Snor, Rietzanger en Klapekster.

In 2004 heeft voor het eerst een volledige broedvogelinventarisatie plaatsgevonden. In totaal zijn er 55 broedvogelsoorten aangetroffen. Van deze 55 broedvogelsoorten staan er 5 op de rode lijst: Dodaars (5 terr.), Zomertaling (1 terr.), Grutto (1 terr.), Tureluur (1 terr.) en Groene specht (1 terr.). Voor meer informatie wordt verwezen naar Ten Voorde (2004).
In 2007 zijn 51 broedvogelsoorten waargenomen in inundatiegebied Woolde, iets minder dan het aantal in 2004. Dit kan mogelijk worden verklaard doordat er in 2007 een paar vogeltellingen uitgevallen zijn in verband met slecht weer. In 2007 zijn van de broedvogels die op de rode lijst zijn en in 2004 zijn aangetroffen alleen nog de Dodaars (4 terr.) en de Zomertaling (1 terr.) aangetroffen. De grutto en de Tureluur zijn wel aangetroffen maar voldeden niet aan de criteria van BMP SOVON. In 2007 zijn enkele rodelijstsoorten waargenomen die in 2004 niet aangetroffen zijn: koekoek, matkop, nachtegaal, slobeend, spotvogel, watersnip (allen 1 territoria, met uitzondering van slobeend en spotvogel welke elk 2 territoria hadden).

In 2005 viel op dat een aantal soorten die slikrandjes nodig hebben niet meer zijn waargenomen. Nieuw waargenomen soorten in 2005 sinds het begin van de telling (2001) zijn: Zwarte Zwaan, Soepgans, Krooneend, Gekraagde Roodstaart en Kaneeltaling. In 2006 werden Grote mantelmeeuw en Steenuil voor het eerst waargenomen.
De vegetatie is sinds de start van de pilot sterk gegroeid en ontwikkelt zich nu van kaal land (in 2003 toen het gebied werd afgegraven) richting een moerasvegetatie. Het niet meer voorkomen van de Kleine plevier, de Tureluur en de grutto en het verschijnen van de Waterral zijn hier aanwijzingen voor.

In 2004 is eveneens gekeken welke vlinders en libellen er gebruik maken van het gebied. Er heeft geen specifieke inventarisatie naar deze soorten plaatsgevonden, maar de meeste waarnemingen zijn gedaan tijdens de vogeltellingen. Het beeld is dus verre van compleet, omdat het vroege tijdstip waarop de vogelinventarisaties plaatsvinden niet gunstig is. Een aantal bijzondere soorten die hier toch vermeld kunnen worden zijn de vlinder Resedawitje, de Vuurlibel (eerste waarneming van Twente) en de Zwervende heidelibel. Beide libellen zijn mediterrane soorten die tijdens de uitzonderlijke zomer van 2003 zijn waargenomen. Van de libellen die in 2006 zijn waargenomen, is vermeldenswaard het voorkomen van de Beekoeverlibel. Tevens is de Brugspin (Larinioides sclopetarius) waargenomen. In 2006 is de boomkikker in het gebied waargenomen.

5 Discussie en conclusies

Beantwoording onderzoeksvragen

In deze pilot stond een aantal onderzoeksvragen centraal, waarop hieronder wordt ingegaan.

Hoe functioneert het Woolde als bergingsgebied, komt de inzet overeen met de verwachting? En hoe verloopt de waterbergingsdynamiek?

Het retentiegebied voldoet aan de verwachting die het waterschap bij inrichting voor ogen had. Afvoerpieken worden afgevlakt door begrenzing van de stuw. De inzet was volgens verwachting gemiddeld circa eens per jaar, hoewel overstromingen nogal ongelijk verspreid waren.
In de gehele periode van onderzoek hebben in het retentiegebied vijf maal inundaties plaatsgevonden. Drie daarvan vonden plaats in de zomer van 2006. Dit was dan ook, meer dan de andere onderzoeksjaren, een jaar met extreme temperaturen en neerslaghoeveelheden.
Opvallend is dat de grootste inundatie 's zomers was. In gebieden waar water uit landelijk gebied komt is berging dan meestal niet nodig vanwege voldoende mogelijkheden tot inzijging (en verdamping). De bergingsdynamiek van stedelijk water heeft een ander karakter. Deze wordt gekenmerkt door een extra hoge afvoerdynamiek doordat veel neerslag direct wordt afgevoerd via de rioleringsstelsels en weinig gelegenheid krijgt om de bodem in te zijgen. Daarom is de kans groot dat ook 's zomers berging nodig kan zijn.
In het retentiegebied zelf hangt de mate van inundatie niet alleen af van de afvoerpiek maar ook van de situatie als gevolg van de periode ervoor. In het Woolde bleken grondwaterstanden sterk te dalen of juist te stijgen als gevolg van de extreme weerwisselingen (veel/weinig neerslag, verdamping). Dit heeft een direct gevolg op de bergingscapaciteit van het gebied als zich weer een afvoerpiek aandient, zoals in augustus 2006. Anderzijds zal dit verschil in verhouding tot het totale stroomgebied relatief beperkt zijn.

Hoe is de waterkwaliteit en hoe verandert deze bij hoogwater?

Het water in de Woolderbinnenbeek bestaat in de normale afvoersituatie grotendeels uit effluent van de zuivering Enschede. De waterkwaliteit heeft een stedelijk karakter. Het bestrijdingsmiddel 'Round-up', dat in het stedelijk groenbeheer wordt toegepast, is terug te vinden in de componenten AMPA en Glyfosaat. PAK en diverse bestrijdingsmiddelen zijn wel aangetoond, maar niet normoverschrijdend. Concentraties aan verschillende geneesmiddelen overschrijden de door de EU aanbevolen drempelwaarde. De MTR normen voor stikstof, fosfaat, zink en nikkel worden meestal overschreden. Het meest opvallende is de hoge concentratie aan opgelost fosfaat.
Het grondwater is van betere kwaliteit dan het oppervlaktewater. In een reguliere situatie wordt het grondwater waarschijnlijk niet beïnvloed door het beekwater. Tijdens inundaties is dit anders. Mogelijk is de geconstateerde (lichte) tijdelijke toename van metaal- en nutriëntenconcentraties in het grondwater een gevolg van de overstromingen.
Het is één maal gelukt om ook tijdens hoogwater watermonsters te analyseren. Ten opzichte van de 'reguliere' situatie blijken bij hoogwater gehalten aan zwevend stof, fosfaat en veel andere stoffen niet duidelijk te verschillen. Wel zijn lagere stikstofconcentraties gemeten, en ook het chloridegehalte nam af. Hetzelfde geldt voor nikkel, zink en sommige PAK. De waargenomen verschillen lijken dus eerder te wijzen op een verbeterde kwaliteit dan een verslechtering. Dit is opmerkelijk aangezien meestal het tegenovergestelde wordt waargenomen: hoge concentraties van bijvoorbeeld nutriënten en zware metalen doordat bij afvoerpieken meer water afkomstig is van afspoeling en uitspoeling uit de bovenste (veelal meer vervuilde) bodemlaag en doordat

door overstroming juist veel zwevend stof wordt meegevoerd waaraan dergelijke stoffen gebonden kunnen zitten. Ook riooloverstorten kunnen tot tijdelijke verhogingen van concentraties van bepaalde stoffen in het oppervlaktewater leiden (bijvoorbeeld fosfaat). Het is echter mogelijk dat het meeste sediment en de hieraan gebonden stoffen al stroomopwaarts is bezonken, wellicht al in de vijvers van het retentiegebied Genseler. Daarnaast kan ook een langdurige regenperiode, zoals in augustus 2006, uiteindelijk leiden tot lagere concentraties in verband met verdunning.
Ruimtelijk gezien lijken over het algemeen stofconcentraties tijdens overstroming het hoogst dichtbij de beek. Dit komt overeen met wat in andere studies wordt waargenomen. Eventuele aanvoer van sediment en hieraan gehechte stoffen zal afnemen (door uitzakking) met de afstand van de beek. Ook kan het zijn dat de samenstelling van het inundatiewater verder van de beek meer bepaald wordt door (relatief schoon) regenwater. Hoe de waterkwaliteit in de beekloop ruimtelijk verandert tussen instroom en uitstroom van het retentiegebied is niet onderzocht.
Een belangrijke kanttekening bij bovenstaande conclusies is dat deze gebaseerd zijn op een eenmalige meting, op drie locaties. Meer metingen tijdens hoogwater zullen beter inzicht verschaffen. Ook is het interessant om in de beekloop ter hoogte van het instroompunt Woolde en bij Genseler te monsteren om te achterhalen of de bulk aan zwevend stof stroomopwaarts achterblijft, of dat zwevend stof (slib) bij de berging van het stedelijke water veel minder een rol speelt dan bij berging van water uit landbouwgebied.

Hoeveel slib blijft er achter, en van welke kwaliteit is dit slib?

In de huidige opzet was het sedimentatieonderzoek zeer beperkt mogelijk gebleken. Het was echter één keer mogelijk te constateren dat er zeer weinig sediment had afgezet op de slibmat. Bij andere overstromingen is in het veld ook geconstateerd dat er geen duidelijke sliblaag achterblijft na inundatie. Ook gezien de waterkwaliteitsbemonstering tijdens hoogwater lijkt het er op dat slibafzet geen probleem vormt.
Anderzijds zullen meer metingen nodig zijn om beter onderbouwde uitspraken over het hele natuurontwikkelingsgebied te kunnen doen. Aanbevolen wordt om dan meer matten (en afgeschermd) neer te leggen, verspreid over het gebied (en bij voorkeur in raaien).

Wat is het effect van waterberging op de bodemkwaliteit in het retentiegebied?

De bodem is voedselarm en laag belast met nutriënten en toxicanten. Ook aan het einde van de onderzoeksperiode was dit zo, hoewel nutriëntgehalten iets hoger waren ten opzichte van 2004. De inundaties lijken geen negatieve gevolgen te hebben gehad voor de bodem.
De inundaties waren beperkt van aantal en van korte duur. Bovendien lijkt zich weinig slib (met hieraan gebonden stoffen) af te zetten, waardoor de bodem ook niet belast wordt. Eventuele veranderingen zullen zich langzaam voltrekken.

Wat is het effect van waterberging op de ontwikkeling van vegetatie en fauna?

Zoals hiervoor is aangegeven is de kans dat waterberging ook 's zomers nodig is vrij groot als het water uit stedelijk gebied komt. Vanuit diverse studies (o.a. Runhaar et al. 2004) is bekend dat effecten van inundatie in het zomerhalfjaar op de natuur veel sterker zijn dan in het winterhalfjaar. In die zin kan waterberging uit stedelijk gebied dus grote gevolgen hebben voor de natuur. Anderzijds wordt deze 'stedelijke bergingsdynamiek' ook gekenmerkt door een korte duur. Dat zorgt er weer voor dat gevolgen beperkt worden. Hoe de balans tussen deze (en andere) factoren precies uitpakt zal op de lange termijn, na meer inundaties, steeds inzichtelijker worden. Met het onderzoek in Woolde zijn alvast enkele inzichten ontstaan over 'korte termijn' gevolgen voor een jong natuurontwikkelingsgebied.

De inundaties lijken vooralsnog geen negatieve effecten te hebben gehad op de ontwikkeling van de vegetatie. In grote lijnen is juist een positieve ontwikkeling in vegetatieverandering merkbaar: de geplagde stukken blijven een schrale, open begroeiing houden. Verruiging is niet opgetreden en de verwachting is ook dat hij niet alsnog zal optreden, tenzij de bodem (sterk) voedselrijker zal worden. Ook vergrassing is niet opgetreden. Soorten van zeer schrale vegetaties nemen toe. Opslag van diverse wilgensoorten en zwarte els komt vaak voor, waardoor de vegetatie plaatselijk begint te verbossen. De huidige vegetatie-ontwikkeling kan succesvol worden genoemd.
De trage ontwikkeling van de vegetatie is een gunstig teken. Het duidt erop dat de bodem weinig meststoffen bevat dan wel van een limiterend nutriënt. Vermoedelijk is er sprake van enige kwel in het gebied wat voor ijzer aanrijking kan zorgen waarmee fosfaat wordt gebonden. Toch blijft de mogelijkheid bestaan dat door opeenvolgende inundaties op de lange termijn accumulatie van voedingsstoffen plaatsvindt waardoor uiteindelijk alsnog verruiging gaat optreden. De concentratie opgelost fosfaat was erg hoog in het inundatiewater, maar dat hoeft niet bepalend te zijn voor eutrofiëring van de vegetatie. In andere studies wordt de eutrofiëring na inundatie geweten aan voedselrijk slib dat in de terreinen sedimenteert (Runhaar & Jansen, 2004). Vooralsnog is de rol van sedimentatie in retentiegebied Woolde niet geheel duidelijk (zie boven). Het is daarom raadzaam de ontwikkeling van de vegetatie in dit gebied langer te volgen in combinatie met slibmatmetingen. Het is daarbij tevens zinvol om ook de kwaliteit van bodem en grondwater te volgen zodat inzicht ontstaat in het mogelijk belang van kwel bij het reduceren van de voedselrijkdom voor de vegetatie.

Vrij snel na inrichting van Woolde bleek het gebied van grote waarde voor vogels. Niet zozeer als gevolg van waterberging, maar wel vanwege deze functie die het gebied heeft met de hierbij gekozen inrichting. Er is enige verandering merkbaar in de soortensamenstelling. Deze hangt niet zozeer samen met zeldzaamheid of algemeenheid van soorten, maar eerder met de ontwikkeling van het gebied. De ontwikkeling in vegetatie gaat van kaal land richting een meer begroeid, soms moerasachtige vegetatie. De soorten broedvogels die in het gebied voorkomen veranderen ook hiermee. Daarom zullen sommige soorten in de toekomst niet meer worden waargenomen, maar andere soorten juist in het gebied gaan verschijnen.

Kennisvragen en aanbevelingen

Dit onderzoek heeft enig inzicht opgeleverd over effecten van berging van stedelijk water in een jong natuurontwikkelingsgebied. Geconcludeerd kan worden dat de inundaties tot nu toe geen merkbaar negatief effect hebben op de water-, bodem- en natuurkwaliteit in het gebied. Zoals hierboven is geconstateerd is het aantal metingen in deze studie echter beperkt en zijn er nog overgebleven kennisvragen. Belangrijk is dat vooral onbekend is wat de lange termijn effecten zijn op bodem en vegetatie.
Daarnaast zou met optimalisering van de huidige opzet van de waterkwaliteits- en sedimentmetingen achterhaald kunnen worden of waterpieken uit stedelijk gebied inderdaad geen slibvracht met zich meenemen, of dat deze meer stroomopwaarts al is afgezet. Als dit laatste waar is, dan is het aan te bevelen om het sediment te analyseren en de effecten op bodem en vegetatie aldaar te volgen. Een ander groot kennishiaat is wat de effecten van waterberging zijn op de kleinere fauna.
De huidige studie heeft zich vooral gericht op constatering van ontwikkelingen. Daarmee zijn vragen over de belangrijkste onderliggende processen niet beantwoord (bijv: wat ‘gebeurt’ er met fosfaat na inundatie en welk effect heeft dit op vegetatie?). Beantwoording hiervan zal een meer uitgebreid en andere onderzoeksopzet vragen.

6 Referenties

Dijk, A.J. van, 2004. Handleiding Broedvogel Monitoring Project (Broedvogelinventarisatie in proefvlakken). SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Hennekens, S., 1998-2003. Turboveg for windows. Alterra, Wageningen.

Kruit, L. & Goeij, A.M.M. de, 2005. Inventarisatie Woolde; Vegetatiekartering en vegetatieopnamen. Natuurbalans – Limes Divergens BV, i.o.v. Waterschap Regge en Dinkel.

Kruit & De Goeij, in press. Inventarisatie Woolde 2007; Vegetatiekartering en vegetatieopnamen. Natuurbalans – Limes Divergens BV, i.o.v. Waterschap Regge en Dinkel.

Runhaar, J. & P.C. Jansen, 2004. Overstroming en vegetatie. Vergelijkend onderzoek in vijf beekdallocaties. Rapport 1079. Alterra, Wageningen.

Runhaar, J., G. Arts, W. Knol, B. Makaske & N. van den Brink, 2004. Waterberging en natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. Rapport STOWA 2004-16, Utrecht.

Voorde, L. ten, 2004. Broedvogelinventarisatie Inundatiegebied Woolde 2004. Twentse Vogelwerkgroep, Hengelo.

7 Bijlagen

Bijlage I Beschrijving inundatiemomenten

Datum	Opmerkingen
15 april 2004	Het streefpeil is 0.20 m omhoog gezet i.v.m. werkzaamheden, op 24 april is het streefpeil weer teruggezet op 13.20 m +NAP. De waterstand fluctueerde in de genoemde periode rond de 13.40 m +NAP.
2 juni 2004	Retentie Woolde is gaan werken i.v.m. maaiwerkzaamheden. Doordat het peil benedenstrooms in het meetpunt in de Bornsebeek extra op ging stuwen door begroeiing in de waterloop, reageerde het retentiegebied hierop. Na dit incident zijn de instellingen aangepast.
1 juli 2004	Er heeft een wolkbreuk plaatsgevonden boven Hengelo. De neerslag die er toen is gevallen binnen een half uur tijd bedroeg ca. 40 mm. Retentie Woolde is toen gaan bergen. Het peil is echter niet boven de 13.50 m +NAP gestegen, inundatie heeft toen dus niet plaatsgevonden.
3 t/m 20 augustus 2004	Het streefpeil is tijdelijk verhoogd met 0.15 m in verband met maaiwerkzaamheden. In de periode daarna is het peil juist verlaagd, omdat benedenstrooms een duiker onder provinciale weg werd vervangen. Door het peil lager in te stellen werd extra bergingsruimte gecreëerd voor het opvangen van eventuele piekafvoeren.
15 (23 uur) t/m 16 (5 uur) augustus 2005	Overstroming van het bergingsgebied met een maximale inundatiehoogte van 8 centimeter. De inundatieduur was in totaal dus 6 uur. Dit was te kort, en het was een ongunstig tijdstip, waardoor het niet mogelijk was extra waterkwaliteitsmonsters in het gebied te nemen.
1 t/m 4 augustus 2006	Op 1 augustus viel 29 mm neerslag en op 4 augustus 70 mm (bron: rwzi Hengelo). Op 1 augustus om 20:15 uur begon Woolde te inunderen, waar het peil tot maximaal 13.86 m +NAP steeg (maximale inundatiehoogte van 36 cm bij een duur van ruim 62 uur). Op 4 augustus zakte de bovenwaterstand kort beneden de 'inundatielijn' (13.50 m +NAP).
4 t/m 7 augustus 2006	Door de grote hoeveelheid neerslag (70 mm) in het gebied, begon retentiegebied het Woolde om 18:00 uur opnieuw te inunderen tot 7 augustus 17:00 uur (maximale inundatiehoogte van 38 cm bij een duur van ruim 71 uur).
21 t/m 23 augustus 2006	De neerslagsom op 21 en 22 augustus bedroeg 35 mm, waarbij de waterstand weer boven de inundatielijn steeg, met een maximale bovenwaterstand van 13.82 m +NAP. Op 21 augustus om 23:00 uur begon Woolde voor de derde maal deze maand te inunderen tot 23 augustus 20.00 uur (maximale inundatiehoogte van 32 cm bij een duur van 45 uur).
19 januari 2007	Inundatie retentiegebied volgend op een neerslag van 35 mm op 18 januari.

Bijlage II Waterkwaliteit Woolderbinnenbeek

2004

Datum	19-1-2004	26-4-2004	19-7-2004	11-10-2004
BZV [mg/l]	1,3	3,4	1,5	1
Cl [mg/l]	54	130	105	89
EGV (veld) [ms/m]	49	98	80	74
Kj-N [mg/l]	1,9	1,9	1,6	1,5
N-totaal [mg/l]	6,5	3,94	3,75	1,82
NH3-N [mg/l]	0,0033	0	0	0
NH4-N [mg/l]	1,2	<0,1	<0,1	<0,1
NO2+NO3-N [mg/l]	4,6	2,04	2,15	0,32
NO2-N [mg/l]	0,1	0,04	0,15	<0,02
NO3-N [mg/l]	4,5	2	2	0,3
O2 [mg/l]	11,2	16,1	7,1	9,4
O2-verz.% [%]	86,42	163,62	77,77	80,55
P-totaal [mg/l]	0,31	0,19	1,1	0,3
SO4 [mg/l]	42	76	55	39
o-P [mg/l]	0,21	0,14	1,1	0,3
Onopg.best [mg/l]	8,5	4,3	1,7	0,9
pH [-]	7,4	8,7	7,8	8
Water temp. [oC]	4,5	16,5	20,2	8,7

2005

Oppervlaktewater				
datum	25-11-05			
Monsterpunt	15.016			
Fysisch/chemische parameters				
biochemisch zuurstof verbruik (als O2)	mg/l	1,9		
zuurstof	mg/l	10	5	
zuurstofverzadiging	%	78,49		
nitriet (als N)	mg/l	0,15		
nitraat (als N)	mg/l	4,6	10	
som nitraat+nitriet	mg/l	4,75		
kjeldahl-stikstof (als N)	mg/l	3,1		
N-totaal	mg/l	7,85	2,2	1
ammoniak	mg/l	0,0156		
ammonium (als N)	mg/l	2,2	0,8	0,2
chloride	mg/l	125	200	
sulfaat	mg/l	80	100	30
ortho-fosfaat (als P)	mg/l	0,84		
totaal fosfaat (als p)	mg/l	1	0,15	0,05
onopgeloste bestanddelen	mg/l	14		
elektrisch geleidingsvermogen (veldm.)	ms/m	93		
zuurgraad	pH	7,8		
watertemperatuur	°C	5,2		
ijzer	mg/l	0,97		
Metalen				
cadmium	ug/l	0,04	2	0,4
chroom	ug/l	2,3	84	2,4
koper	ug/l	1,6	3,8	1,1
kwik	ug/l	0,04	1,2	0,07
nikkel	ug/l	20	6,3	4,1
lood	ug/l	2,2	220	5,3
zink	ug/l	59	40	12

	geen normoverschrijding	0-1 x norm
	lichte normoverschrijding	1-2 x norm
	matige normoverschrijding	2-3 x norm
	sterke normoverschrijding	3-5 x norm
	zeer sterke normoverschrijding	>5 x norm

		Oppervlaktewater		
datum	25-11-05			
Monsterpunt	15.016			
Parameter	eenheid	resultaat	*MTR*	*SW*
PAK (Polycyclische aromaten)				
anthraceen	ng/l	<9	*80*	*0,8*
benzo(a)pyreen	ng/l	<7	*200*	*2*
benzo(ghi)peryleen	ng/l	<7	*500*	*5*
benzo(k)fluorantheen	ng/l	<4	*200*	*2*
benza(a)anthraceen	ng/l	<6	*30*	*0,3*
chryseen	ng/l	<6	*900*	*9*
fenanthreen	ng/l	7	*300*	*3*
fluoranteen	ng/l	9,8	*500*	*5*
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ng/l	<6	*400*	*4*
naftaleen	ng/l	21	*1200*	*10*
OCB + PCB (Organochloorbestrijdingsmiddelen en Polychloorbifenylen				
hexachloorbenzeen	ng/l	<5	*9*	*0,09*
a-hch	ng/l	<4	*3300*	*33*
b-hch	ng/l	<3	*860*	*9*
g-hch	ng/l	<4	*920*	*9*
d-hch	ng/l	<4		
a-endosulfan	ng/l	<3	*20*	*0,02*
b-endosulfan	ng/l	<3		
aldrin	ng/l	<5	*1*	*0,01*
dieldrin	ng/l	<3	*39*	*0,4*
endrin	ng/l	<3	*4*	*0,04*
isodrin	ng/l	<4		
heptachloor	ng/l	<4	*0,5*	*0,005*
heptachloorepoxide	ng/l	<4	*0,5*	*0,005*
hexachloorbutadieen	ng/l	<10		
o,p-DDD	ng/l	<4		
o,p-DDE	ng/l	<4		
o,p-DDT	ng/l	<5		
p,p-DDD	ng/l	<4		
p,p-DDE	ng/l	<4		
p,p-DDT	ng/l	<5		
ddd totaal	ng/l	<8,000	*0,5*	*0,009*
dde totaal	ng/l	<8,000	*0,4*	*0,005*
ddt totaal	ng/l	<26,000	*0,9*	*0,004*
isobenzan	ng/l	<4		
pentachloorbenzeen	ng/l	<5	*300*	*3*
pcb 101	ng/l	<6		
pcb 118	ng/l	<5		
pcb 138	ng/l	<5		
pcb 153	ng/l	<5		
pcb 156	ng/l	<5		
pcb 157	ng/l	<5		
pcb 180	ng/l	<5		
pcb 28	ng/l	<5		
pcb 52	ng/l	<5		
Overige bestrijdingsmiddelen				
ampa	ug/l	2		
glyfosaat	ug/l	0,21		
atrazine	ug/l	0,01	*2,9*	*0,029*
terbutryn	ug/l	0,07		
simazine	ug/l	<0,01	*0,14*	*0,001*
terbutylazine	ug/l	<0,01		
diuron	ug/l	0,03	*0,43*	*0,004*
diethyltoluamide	ug/l	0,04		
carbendazim	ug/l	0,08	*0,11*	*0,001*
isoproturon	ug/l	0,03	*0,32*	*0,003*
metolachlor	ug/l	<0,01	*0,2*	*0,002*
propiconazool	ug/l	0,05		

2006

Meetpunt	component	Toetswaarde		MTR (ug/l)
15016	Koper	7,86	-	3,8
15016	Nikkel	11,83	-	6,3
15016	Zink	101,27	-	40
15016	som metalen			
15016	Fosfaat	0,85	-	0,15
15016	Stikstof	4,24	-	2,2

Toetsresultaat oppervlaktewater:

	geen normoverschrijding	0-1x norm
	lichte normoverschrijding	1-2x norm
	matige normoverschrijding	2-3x norm
	sterke normoverschrijding	3-5x norm
	zeer sterke normoverschrijding	> 5x norm

Markering in oranje: normoverschrijdend. Markering in blauw (alleen voor PAK en bestrijdingsmiddelen): aangetoond, niet normoverschrijdend.

monsterdatum	29-3-2006	18-4-2006	19-6-2006	15-8-2006	24-10-2006	23-11-2006	20-12-2006		
stof	concentratie							MTR	SW
ammoniak [mg/l]	0,0058	0,0018	0,0094	0,0019	0,0044	0,0034	0,0034		
ammonium (als n) in water [mg/l]	0,9	0,2	0,2	0,1	0,3	0,6	1	0,8	0,2
biochem. zuurstof verbruik (als o2) [mg/l]	3,4	2,4	1,7	3,1	1,4	1,6	1,1	6	
chloride in water [mg/l]	92	84	185	105	145	82	115	200	
elektr. geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	69	67	122	79	104	64	88		
kjeldahl stikstof (als n) in water [mg/l]	2,2	2,5	2,3	1,7	1,4	2	1,9		
nitraat (als n) in water [mg/l]	2,5	2,5	2,2	2,5	2,5	3,2	3,9	10	1
nitraat + nitriet [mg/l]	2,87	2,6	2,4	2,6	2,64	3,29	4,05		
nitriet (als n) in water [mg/l]	0,37	0,1	0,2	0,1	0,14	0,09	0,15		
n-totaal [mg/l]	5,07	5,1	4,7	4,3	4,04	5,29	5,95	2,2	1
onopgeloste bestanddelen [mg/l]	12	8,9	0,2	13	11	10	8,5		
ortho-fosfaat (als p) in water [mg/l]	0,89	0,15	1	1,6	0,56	0,37	0,51		
sulfaat autoanalyzer [mg/l]	48	49	99	63	83	50	62	100	30
totaal fosfaat (als p) in water [mg/l]	0,89	0,32	1,1	1,7	0,72	0,54	0,63	0,15	0,05
totaal organisch koolstof (extern) [mg/l]	12	12	12	9	9,6	11	9,8		
watertemperatuur (veldmeting) [o c]	9,7	10,7	21,6	17,9	14,7	8,1	4,7		
zuurgraad [--]	7,6	7,7	8,1	7,8	7,8	7,6	7,5		
zuurstof (veldmeting) [mg/l]	9,9	10,5	4,5	8,4	7,3	9,5	10,4	5	7
zuurstofverzadiging [%]	86,77	94,17	50,62	87,87	71,43	80,24	80,68		
arseen (hydride) [mug/l]	0,42	0,95	0,68	0,79	0,43	0,69	0,63		
cadmium (oven) [mug/l]	0,08	0,03	0,02	<0,02	0,05	0,02	0,04	2	0,4
chroom (oven) [mug/l]	2	4,2	0,63	2,7	2,3	1,8	2,2	84	2,4
ijzer in water met vlam-aas [mg/l]	0,95	0,85	0,13	0,52	0,43	0,32	0,8		
koper (oven) [mug/l]	3,6	2,8	0,76	2,8	5,4	3,3	4,5	3,8	1,1
kwik (koude damp) [mug/l]	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,03	0,02	0,02		
lood (oven) [mug/l]	1,3	1,9	3,1	1,5	1,4	2,3	2,9	220	5,3
nikkel (oven) [mug/l]	7	8,6	10	8,4	9,5	8,4	11	6,3	4,1
zink in water (vlam) [mug/l]	37	22	29	40	63	45	32	40	12
anthraceen [ng/l]	1,2	1,1	<1	<1	1,7	1,8	<1	80	0,8
benza(a)anthraceen [ng/l]	2,8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	30	0,3
benzo(a)pyreen [ng/l]	3,3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	200	2

monsterdatum	29-3-2006	18-4-2006	19-6-2006	15-8-2006	24-10-2006	23-11-2006	20-12-2006		
stof	concentratie							MTR	SW
benzo(ghi)peryleen [ng/l]	4,2	<3	<3	<3	<3	3,3	<3	500	5
benzo(k)fluorantheen [ng/l]	2,1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	200	2
chryseen [ng/l]	4,4	<3	<3	<3	<3	<3	<3	900	9
fenanthreen [ng/l]	18	10	12	12	15	11	16	300	3
fluoranteen [ng/l]	14	7,5	<2	3,3	6,1	10	7,7	500	5
indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ng/l]	3,7	<3	<3	<3	<3	<3	<3	400	4
naftaleen [ng/l]	24	7	14	<5	<5	16	16	1200	10
alachlor [mug/l]					----				
ampa [mug/l]		0,81	2,9		4,6			n.o.	n.o.
atrazine [mug/l]		<0,01	<0,01		<0,01			2,4	0,02
azinofos-methyl [mug/l]					----				
bentazon [mug/l]					----				
carbendazim [mug/l]		0,03	0,09		0,08			0,11	0,001
chloortoluron [mug/l]					----				
chloridazon [mug/l]					----				
deltamethrin [mug/l]					----				
diazinon [mug/l]					----				
dichlobenil [mug/l]					----				
dichloorvos [mug/l]					----				
diethyltoluamide [mug/l]		0,01	0,2		0,09			71,3	
dimethoaat [mug/l]					----				
diuron [mug/l]		0,01	0,03		0,02			0,43	0,004
ethofumesaat [mug/l]					----				
fluazinam [mug/l]					----				
flutolanil [mug/l]					----				
gamma-hch(lindaan) [mug/l]					----				
glyfosaat [mug/l]		<0,2	0,41		<0,30			77	
imazalil [mug/l]					----				
imidacloprid [mug/l]					----				
isoproturon [mug/l]		<0,01	<0,01		<0,01			0,32	0,003
linuron [mug/l]					----				
mcpp [mug/l]					----				
metalaxyl [mug/l]					----				
metamitron [mug/l]		0,08	----		----	----		10	0,1
metolachlor [mug/l]					----	----			
metribuzin [mug/l]					----				
mevinfos (som e+z) [mug/l]					----				
parathion-ethyl [mug/l]					----				
pencycuron [mug/l]					----				
primidon [mug/l]					----				
prochloraz [mug/l]					----				
propiconazool [mug/l]					----	----			
propyzamide [mug/l]					----				
prosulfocarb [mug/l]					----				
simazine [mug/l]		<0,01	<0,01		<0,01			0,14	0,001
tebucanozool [mug/l]					----				
terbutryn [mug/l]			0,02		----			0,05	
terbutylazine [mug/l]		<0,01	0,01		<0,01			0,19	

Bijlage III Geneesmiddelen en hormonen in de Woolderbinnenbeek

Aangetoonde stoffen zijn blauw gemarkeerd (> detectiegrens). Meetpunt: 15.016, datum: 3/5/2006

stof	concentratie	toepassing stof
lidocaine [mug/l]	<0,10	Anaesthetica (verdovingsmiddelen)
diclofenac [mug/l]	0,21	Analgetica (pijnstillers)
fenazon [mug/l]	<0,05	Analgetica (pijnstillers)
fenoprofen [mug/l]	<0,05	Analgetica (pijnstillers)
ibuprofen [mug/l]	<0,05	Analgetica (pijnstillers)
indomethacine [mug/l]	<0,05	Analgetica (pijnstillers)
ketoprofen [mug/l]	<0,05	Analgetica (pijnstillers)
naproxen [mug/l]	0,11	Analgetica (pijnstillers)
azitromycine [mug/l]	<0,05	Antibiotica
chloramphenicol [mug/l]	<0,05	Antibiotica
clarithromycine [mug/l]	0,26	Antibiotica
cloxacilline [mug/l]	<0,05	Antibiotica
dapson [mug/l]	<0,05	Antibiotica
dicloxacilline [mug/l]	0,21	Antibiotica
erythromycine [mug/l]	0,15	Antibiotica
furazolidon [mug/l]	<0,1	Antibiotica
lincomycine [mug/l]	<0,05	Antibiotica
nafcilline [mug/l]	<0,10	Antibiotica
oleandomycine [mug/l]	<0,20	Antibiotica
oxacilline [mug/l]	<0,05	Antibiotica
roxithromycine [mug/l]	<0,15	Antibiotica
spiramycine [mug/l]	<0,10	Antibiotica
spiramycine [mug/l]	<0,10	Antibiotica
sulfachloorpyridazine [mug/l]	<0,10	Antibiotica
sulfadimethoxine [mug/l]	<0,01	Antibiotica
sulfadimidine [mug/l]	<0,05	Antibiotica
sulfamethoxazol [mug/l]	<0,10	Antibiotica
sulfaquinoxaline [mug/l]	<0,10	Antibiotica
trimethoprim [mug/l]	0,13	Antibiotica
carbamazepine [mug/l]	0,6	Anti-epileptica
primidon [mug/l]	<0,10	Anti-epileptica
metoprolol [mug/l]	0,99	Betablokker (Hoge bloeddruk en hartklachten)
sotalol [mug/l]	0,55	Betablokker (Hoge bloeddruk en hartklachten)
bezafibraat [mug/l]	<0,05	Cholesterolverlagende middelen
clofibraat [mug/l]	<0,10	Cholesterolverlagende middelen
clofibrinezuur [mug/l]	<0,05	Cholesterolverlagende middelen
fenofibraat [mug/l]	<0,05	Cholesterolverlagende middelen
gemfibrozil [mug/l]	0,64	Cholesterolverlagende middelen
monensin [mug/l]	0,08	Coccidiostatica
cyclofosfamide [mug/l]	<0,05	Cytostatica (middelen tegen kanker)
a-estradiol [mug/l]	<0,0005	Hormoon
b-estradiol [mug/l]	0,0005	Hormoon
estriol [mug/l]	<0,0005	Hormoon
estron [mug/l]	0,0026	Hormoon
oestron [mug/l]	<0,10	Hormoon
progesteron [mug/l]	<0,05	Hormoon
bisfenol-a [mug/l]	0,036	Kunststof-industrie (Hormoonverstoorder)
pentoxyfilline [mug/l]	<0,05	Vasodilantantia (vaatverwijdende middelen)
17-alfa-ethinylestradiol [mug/l]	<0,50	
4-dimethylaminoantipyrine [mug/l]	<0,05	
coffeine [mug/l]	<0,10	
fenoterol [mug/l]	<0,05	
tiamuline [mug/l]	<0,05	
tolfenaminezuur [mug/l]	<0,05	

Bijlage IV Waterkwaliteit Woolderbinnenbeek: overzicht belangrijkste parameters

datum	19/01/ 2004	26/04/ 2004	19/07/ 2004	11/10/ 2004	25/11/ 2005	29/03/ 2006	18/04/ 2006
mon_punt	15.016	15.016	15.016	15.016	15.016	15.016	15.016
ammoniak [mg/l]	0,0033	0	0	0	0.0156	0.0058	0.0018
ammonium (als n) in water [mg/l]	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	2.2	0.9	0.2
biochemisch zuurstof verbruik (als o2) [mg/l]	1,3	3,4	1,5	1	1.9	3.4	2.4
chloride in water [mg/l]	54	130	105	89	125	92	84
elektrisch geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	49	98	80	74	93	69	67
kjeldahl stikstof (als n) in water [mg/l]	1,9	1,9	1,6	1,5	3.1	2.2	2.5
nitraat (als n) in water [mg/l]	4,5	2	2	0,3	4.6	2.5	2.5
nitraat + nitriet [mg/l]	4,6	2,04	2,15	0,32	4.75	2.87	2.6
nitriet (als n) in water [mg/l]	0,1	0,04	0,15	<0,02	0.15	0.37	0.1
n-totaal [mg/l]	6,5	3,94	3,75	1,82	7.85	5.07	5.1
onopgeloste bestanddelen [mg/l]	8,5	4,3	1,7	0,9	14	12	8.9
ortho-fosfaat (als p) in water [mg/l]	0,21	0,14	1,1	0,3	0.84	0.89	0.15
sulfaat autoanalyzer [mg/l]	42	76	55	39	80	48	49
totaal fosfaat (als p) in water [mg/l]	0,31	0,19	1,1	0,3	1	0.89	0.32
totaal organisch koolstof (extern) [mg/l]						12	12
watertemperatuur (veldmeting) [o c]	4,5	16,5	20,2	8,7	5.2	9.7	10.7
zuurgraad [-]	7,4	8,7	7,8	8	7.8	7.6	7.7
zuurstof (veldmeting) [mg/l]	11,2	16,1	7,1	9,4	10	9.9	10.5
zuurstofverzadiging [%]	86,42	163,62	77,77	80,55	78.49	86.77	94.17
arseen (hydride) [mug/l]						0.42	0.95
cadmium (oven) [mug/l]					0.04	0.08	0.03
chroom (oven) [mug/l]					2.3	2	4.2
ijzer in water met vlam-aas [mg/l]					0.97	0.95	0.85
koper (oven) [mug/l]					1.6	3.6	2.8
kwik (koude damp) [mug/l]					0.04	0.02	0.02
lood (oven) [mug/l]					2.2	1.3	1.9
nikkel (oven) [mug/l]					20	7	8.6
zink in water (vlam) [mug/l]					59	37	22

datum	19/06/ 2006	15/08/ 2006	24/10/ 2006	23/11/ 2006	20/12/ 2006		
mon_punt	15.016	15.016	15.016	15.016	15.016	MTR	SW
ammoniak [mg/l]	0.0094	0.0019	0.0044	0.0034	0.0034		
ammonium (als n) in water [mg/l]	0.2	0.1	0.3	0.6	1	0.8	0.2
biochemisch zuurstof verbruik (als o2) [mg/l]	1.7	3.1	1.4	1.6	1.1	6	
chloride in water [mg/l]	185	105	145	82	115	200	
elektrisch geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	122	79	104	64	88		
kjeldahl stikstof (als n) in water [mg/l]	2.3	1.7	1.4	2	1.9		
nitraat (als n) in water [mg/l]	2.2	2.5	2.5	3.2	3.9	10	1
nitraat + nitriet [mg/l]	2.4	2.6	2.64	3.29	4.05		
nitriet (als n) in water [mg/l]	0.2	0.1	0.14	0.09	0.15		
n-totaal [mg/l]	4.7	4.3	4.04	5.29	5.95	2.2	1
onopgeloste bestanddelen [mg/l]	0.2	13	11	10	8.5		
ortho-fosfaat (als p) in water [mg/l]	1	1.6	0.56	0.37	0.51		
sulfaat autoanalyzer [mg/l]	99	63	83	50	62	100	30
totaal fosfaat (als p) in water [mg/l]	1.1	1.7	0.72	0.54	0.63	0.15	0.05
totaal organisch koolstof (extern) [mg/l]	12	9	9.6	11	9.8		
watertemperatuur (veldmeting) [o c]	21.6	17.9	14.7	8.1	4.7		
zuurgraad [-]	8.1	7.8	7.8	7.6	7.5		
zuurstof (veldmeting) [mg/l]	4.5	8.4	7.3	9.5	10.4	5	7
zuurstofverzadiging [%]	50.62	87.87	71.43	80.24	80.68		
arseen (hydride) [mug/l]	0.68	0.79	0.43	0.69	0.63		
cadmium (oven) [mug/l]	0.02	<0,02	0.05	0.02	0.04	2	0.4
chroom (oven) [mug/l]	0.63	2.7	2.3	1.8	2.2	84	2.4
ijzer in water met vlam-aas [mg/l]	0.13	0.52	0.43	0.32	0.8		
koper (oven) [mug/l]	0.76	2.8	5.4	3.3	4.5	3.8	1.1
kwik (koude damp) [mug/l]	<0,01	0.01	0.03	0.02	0.02		
lood (oven) [mug/l]	3.1	1.5	1.4	2.3	2.9	220	5.3
nikkel (oven) [mug/l]	10	8.4	9.5	8.4	11	6.3	4.1
zink in water (vlam) [mug/l]	29	40	63	45	32	40	12

Bijlage V Waterkwaliteit tijdens overstroming (22 augustus 2006)

monsterpunt	opp. punt 1	opp. punt 2	opp. punt 3
Biochemisch zuurstof verbruik (als O2) [mg/l]	3	6.5	2.7
Chloride in water [mg/l]	83	44	100
Elektrisch geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	64	37	76
Kjeldahl stikstof (als N) in water [mg/l]	1.6	1.2	1.1
N-totaal [mg/l]	2.86	1.31	2.18
Ammoniak [mg/l]	0.0033	0	0
Ammonium (als N) in water [mg/l]	0.3	<0,1	<0,1
Nitraat + nitriet [mg/l]	1.26	0.11	1.08
Nitriet (als n) in water [mg/l]	0.06	<0,01	0.08
Nitraat (als n) in water [mg/l]	1.2	<0,1	1
Zuurstof (veldmeting) [mg/l]	7.8	8.9	7.3
Zuurstofverzadiging [%]	84.6	99.55	81.2
Totaal fosfaat (als P) in water [mg/l]	0.72	0.29	0.65
Sulfaat autoanalyzer [mg/l]	54	28	64
Ortho-fosfaat (als P) in water [mg/l]	0.56	0.14	0.56
Onopgeloste bestanddelen [mg/l]	6.8	4.8	3.2
Zuurgraad [--]	7.5	7.5	7.4
Totaal organisch koolstof (extern) [mg/l]	10	14	9.7
Watertemperatuur (veldmeting) [°C]	19.7	21.3	21
Arseen (hydride) [µg/l]	1.1	0.85	1
Cadmium (oven) [µg/l]	0.02	0.06	0.09
Chroom (oven) [[µg/l]/l]	0.78	1.5	<0,50
Koper (oven) [µg/l]	2.8	1	1.9
IJzer in water met vlam-aas [mg/l]	0.07	0.29	0.9
Kwik (koude damp) [µg/l]	0.01	0.01	0.02
Nikkel (oven) [µg/l]	5.2	3.6	5.1
Lood (oven) [µg/l]	1.9	0.66	0.79
Zink in water (vlam) [µg/l]	22	10	23
Anthraceen [ng/l]	<1	<1	<1
Benzo(a)pyreen [ng/l]	<3	<3	<3
Benzo(ghi)peryleen [ng/l]	<3	<3	<3
Benzo(k)fluorantheen [ng/l]	<2	<2	<2
Benza(a)anthraceen [ng/l]	<2	<2	<2
Chryseen [ng/l]	<3	<3	<3
Fenanthreen [ng/l]	10	5.8	6
Fluoranteen [ng/l]	7.5	<2	2.5
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ng/l]	<3	<3	<3
Naftaleen [ng/l]	<5	<5	<5

Monsterpunt	opp. punt 1	opp. punt 2	opp. punt 3
h.c.b. [ng/l]	<6	<6	<6
pcb 101 [ng/l]	<6	<6	<6
pcb 118 [ng/l]	<5	<5	<5
pcb 138 [ng/l]	<5	<5	<5
pcb 153 [ng/l]	<6	<6	<6
pcb 156 [ng/l]	<7	<7	<7
pcb 157 [ng/l]	<5	<5	<5
pcb 180 [ng/l]	<6	<6	<6
pcb 28 [ng/l]	<6	<6	<6
pcb 52 [ng/l]	<5	<5	<5
a-h.c.h. [ng/l]	<5	<5	<5
a-endosulfan [ng/l]	<5	<5	<5
aldrin [ng/l]	<5	<5	<5
ampa [µg/l]	1.6	0.29	0.59
atrazine [µg/l]	<0,01	<0,01	<0,01
b-hch [ng/l]	<5	<5	<5
b-endosulfan [ng/l]	<6	<6	<6
carbendazim [µg/l]	0.1	<0,02	0.12
d-h.c.h. [ng/l]	<7	<7	<7
dichlobenil [µg/l]	0.08		
dieldrin [ng/l]	<5	<5	<5
diuron [µg/l]	0.02	<0,01	0.02
diethyltoluamide [µg/l]	0.13	0.05	0.14
endrin [ng/l]	<12	<12	<12
g-h.c.h. [ng/l]	<6	<6	<6
glyfosaat [µg/l]	0.38	<0,2	<0,2
heptachloor [ng/l]	<7	<7	<7
heptachloorepoxid [ng/l]	<9	<9	<9
hexachloorbutadieen [ng/l]	<15	<15	<15
isobenzan [ng/l]	<5	<5	<5
isodrin [ng/l]	<5	<5	<5
isoproturon [µg/l]	<0,01	<0,01	<0,01
metamitron [µg/l]	----	----	----
O,p-DDD [ng/l]	<5	<5	<5
O,p-DDE [ng/l]	<8	<8	<8
O,p-DDT [ng/l]	<5	<5	<5
P,p-DDD [ng/l]	<5	<5	<5
P,p-DDE [ng/l]	<5	<5	<5
P,p-DDT [ng/l]	<8	<8	<8
pentachloorbenzeen [ng/l]	<7	<7	<7
simazine [µg/l]	<0,01	<0,01	<0,01
terbutylazine [µg/l]	0.04	<0,01	<0,01
terbutryn [µg/l]	----	----	----
ddd totaal (p,p-ddd + o,p-ddd) [ng/l]	<10,000	<10,000	<10,000
dde totaal (p,p-dde + o,p-dde) [ng/l]	<13,000	<13,000	<13,000
ddt totaal (o,p/p,p dde + ddd + ddt) [ng/l]	<36,000	<36,000	<36,000

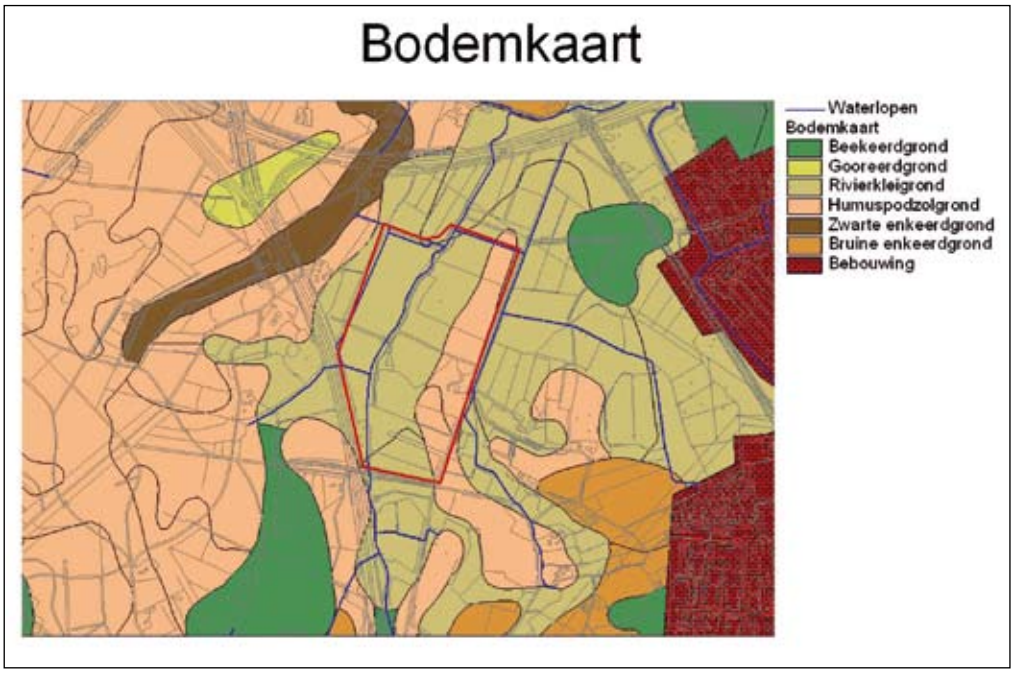
Bijlage VI Grondwaterkwaliteit: overzicht belangrijkste parameters

jaar	2004	2005	2006	2006	2006	2006	2007	2007	
datum	**15/12**	**25/11**	**29/03**	**19/06**	**24/10**	**20/12**	**31/05**	**26/06**	**landelijke**
Opmerking	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**peilbuis1**	**SW**
carbonaat in water [mg/l]		<6	<6	<6	<6	<6	<0,1	<0,1	
calcium (titrim.) [mg/l]	130	160	170	170	150	150	170	170	
cadmium (oven) [µg/l]	<0,02	0.1	<0,02	<0,02	0.03	0.03	<0,02	<0,02	0.06
chloride in water [mg/l]	22	22	20	23	32	26	27	24	100
koper (oven) [µg/l]	8,2	<0,70	<0,70	<0,70	3.2	3.8	1.4	2.2	1.3
elektrisch geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	83	87	88	88	91	91	92	92	
waterstofcarbonaat in water [mg/l]	460	490	520	490	510	500	520	530	
kalium in water met vlamemissie [mg/l]	1,6	1.6	1.5	2.2	5.3	4	2.1	3.6	
magnesium (titrim.) [mg/l]	9,2	12	12	12	12	11	12	12	
ammoniak [mg/l]	0,6	0.001	0.0007	0.0011	0.0016	0.0006			
ammonium (als n) in water [mg/l]	0,6	0.9	0.9	1.3	1.1	0.4	1.1	1.2	2
nitraat (als n) in water [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.3	<0,1	<0,1	5.6
natrium in water met vlamemissie [mg/l]	19	16	16	18	28	25	13	19	
zuurstof (veldmeting) [mg/l]		3.4	1)	1)	2.6	9.2	4.8	2.6	
zuurstofverzadiging [%]		28.43	1)	1)	25.24	73.72	47	26	
totaal fosfaat (als p) in water [mg/l]	<0,03	0.12	0.09	0.1	0.25	0.18	0.21	0.18	0.4
sulfaat autoanalyzer [mg/l]	74	67	65	71	63	71	63	69	150
zink in water (vlam) [µg/l]	22	8.4	8.3	7.8	11	6.9	6.8	<4	24
zuurgraad [--]	6,9	6.9	6.8	6.8	6.8	7.1	6.8	6.7	
watertemperatuur (veldmeting) [o c]	6	7.7	6.8	6.8	14.3	6	14.6	16.4	

jaar	2004	2005	2006	2006	2006	2006	2007	2007	
datum	**15/12**	**25/11**	**29/03**	**19/06**	**24/10**	**20/12**	**31/05**	**26/06**	**landelijke**
Opmerking	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**peilbuis2**	**SW**
carbonaat in water [mg/l]		<6	<6	<6	<6	<6	<0,1	<0,1	
calcium (titrim.) [mg/l]	130	160	170	170	140	160	160	160	
cadmium (oven) [µg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.03	0.07	<0,02	0.06
chloride in water [mg/l]	22	18	19	25	33	29	25	28	100
koper (oven) [µg/l]	12	<0,70	<0,70	<0,70	3	3.3	1.2	2.7	1.3
elektrisch geleidingsvermogen (veldm.) [ms/m]	96	90	92	92	92	90	91	91	
waterstofcarbonaat in water [mg/l]	590	580	510	570	540	530	570	560	
kalium in water met vlamemissie [mg/l]	4,3	3.4	3.2	3.6	7.9	6.5	3.4	5.4	
magnesium (titrim.) [mg/l]	13	16	17	17	15	16	16	16	
ammoniak [mg/l]	0,6	0.0009	0.0006	0.0008	0.0015	0.0003			
ammonium (als n) in water [mg/l]	0,7	0.9	0.8	1	1	0.2	0.9	1.1	2
nitraat (als n) in water [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.2	<0,1	<0,1	5.6
natrium in water met vlamemissie [mg/l]	40	14	14	14	28	24	11	19	
zuurstof (veldmeting) [mg/l]		3.8	1)	1)	1.8	8.8	2.9	3.9	
zuurstofverzadiging [%]		33.39	1)	1)	17.48	73.76	27	38	
totaal fosfaat (als p) in water [mg/l]	0,04	0.12	0.11	0.12	0.36	0.16	0.21	0.19	0.4
sulfaat autoanalyzer [mg/l]	44	28	27	20	28	31	22	15	150
zink in water (vlam) [µg/l]	26	<4,0	4.1	<4,0	4.6	<4,0	<4	<4	24
zuurgraad [--]	6,8	6.8	6.8	6.8	6.8	7	6.7	6.7	
watertemperatuur (veldmeting) [o c]	8,4	9.8	6.8	6.8	14.3	7.8	12.3	14.1	

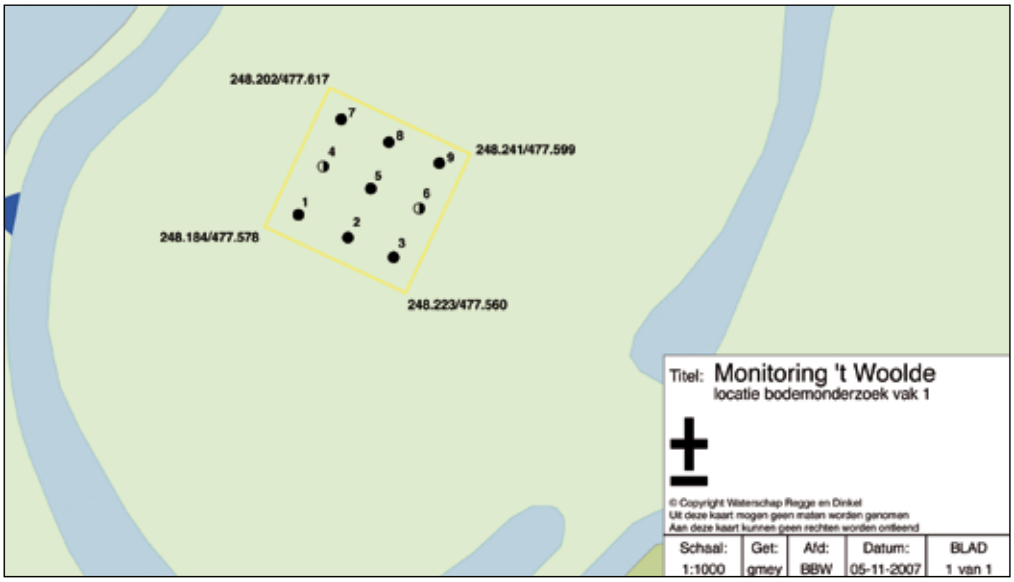
Bijlage VII Bodem

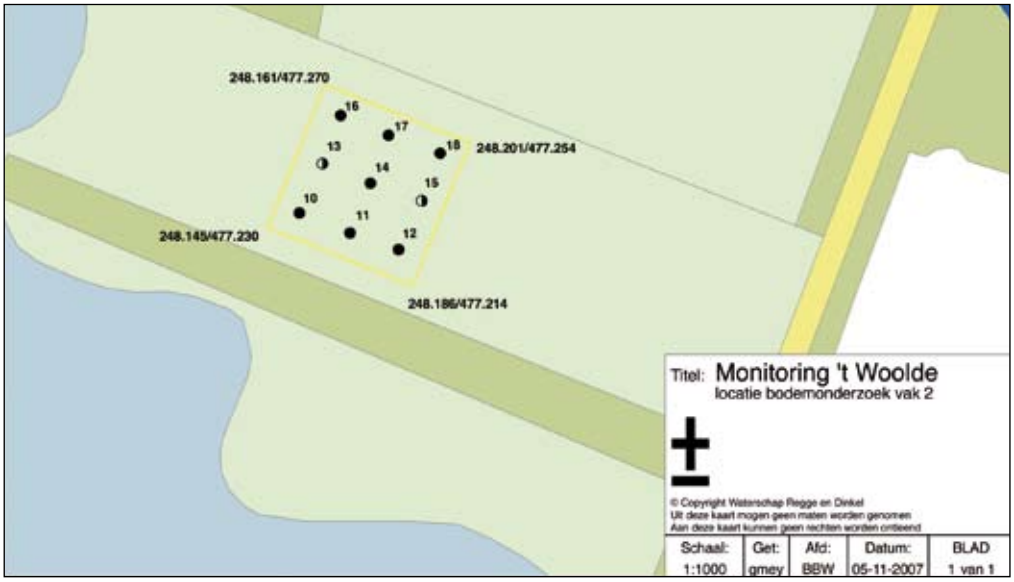
Bodem Woolde en omgeving



Boorplan







Bodemopbouw Woolde

Grondwatermeetpunt 1	
0 -	-20 cm: Zeer fijn zand, sterk siltig, grijsbruin, ijzerhoudend.
-20 -	-50 cm: Matig fijn zand, zwak siltig, grijsbruin, ijzerhoudend.
-50 -	-80 cm: Matig fijn zand, bruin.
-80 -	-140 cm: Matig fijn zand, zwak siltig, grijsbruin.
-140 -	-160 cm: Matig grof zand, zwak siltig, grijsbruin.
-160 -	-200 cm: Leem, zwak zandig, grijs.
Grondwatermeetpunt 2	
0-	-50 cm: Matig fijn zand, zwak siltig, grijsbruin, ijzerhoudend.
-50-	-150 cm: Leem, zwak zandig, grijs.
-150-	-270 cm: Matig zwak grof zand, zwak siltig, zwak grindig, grijs.
Grondwatermeetpunt 3	
0 -	-100 cm: Matig fijn zand, zwak siltig, grijsbruin, ijzerhoudend.
-100 -	- 150 cm: Leem, zwak zandig, grijs.
-150 -	- 200 cm: Matig zwak grof zand, zwak siltig, zwak grindig, grijs.

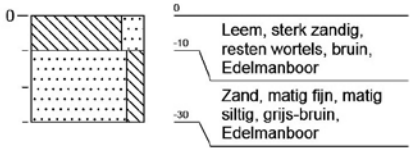
Profielen

Opdrachtgever: afd. WSO **Datum: 15-6-2007**

Projectnaam: 't Woolde, monitoring **Boormeester: E. Horst**

1

Datum: 15-6-2007



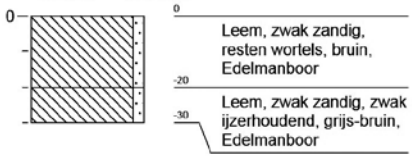
2

Datum: 15-6-2007



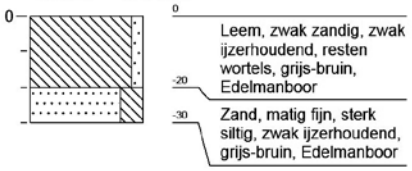
3

Datum: 15-6-2007



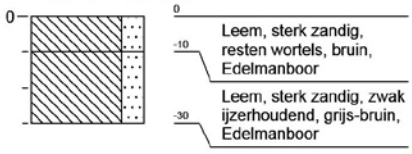
4

Datum: 15-6-2007



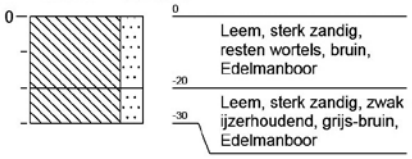
5

Datum: 15-6-2007



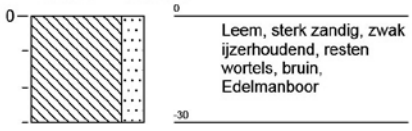
6

Datum: 15-6-2007



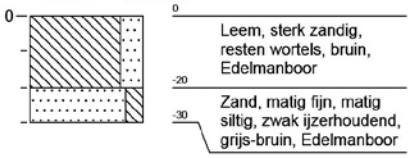
7

Datum: 15-6-2007



8

Datum: 15-6-2007

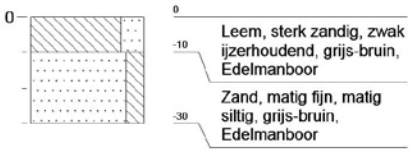


Opdrachtgever: afd. WSO **Datum: 15-6-2007**

Projectnaam: 't Woolde, monitoring **Boormeester: E. Horst**

9

Datum: 15-6-2007



Leem, sterk zandig, zwak ijzerhoudend, grijs-bruin, Edelmanboor

Zand, matig fijn, matig siltig, grijs-bruin, Edelmanboor

10

Datum: 15-6-2007



Zand, matig grof, zwak siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, grijs-bruin, Edelmanboor

11

Datum: 15-6-2007



Zand, matig grof, zwak siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, grijs, Edelmanboor

12

Datum: 15-6-2007



Zand, matig grof, zwak siltig, zwak ijzerhoudend, bruin, Edelmanboor

13

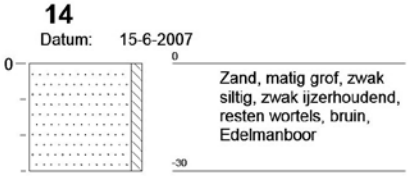
Datum: 15-6-2007



Zand, matig fijn, matig siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, donkergrijs, Edelmanboor

14

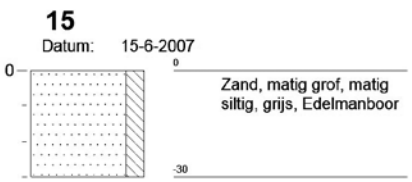
Datum: 15-6-2007



Zand, matig grof, zwak siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, bruin, Edelmanboor

15

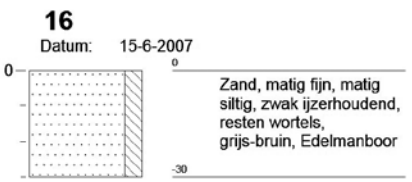
Datum: 15-6-2007



Zand, matig grof, matig siltig, grijs, Edelmanboor

16

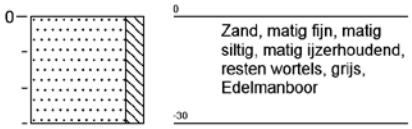
Datum: 15-6-2007



Zand, matig fijn, matig siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, grijs-bruin, Edelmanboor

17

Datum: 15-6-2007



Zand, matig fijn, matig siltig, matig ijzerhoudend, resten wortels, grijs, Edelmanboor

18

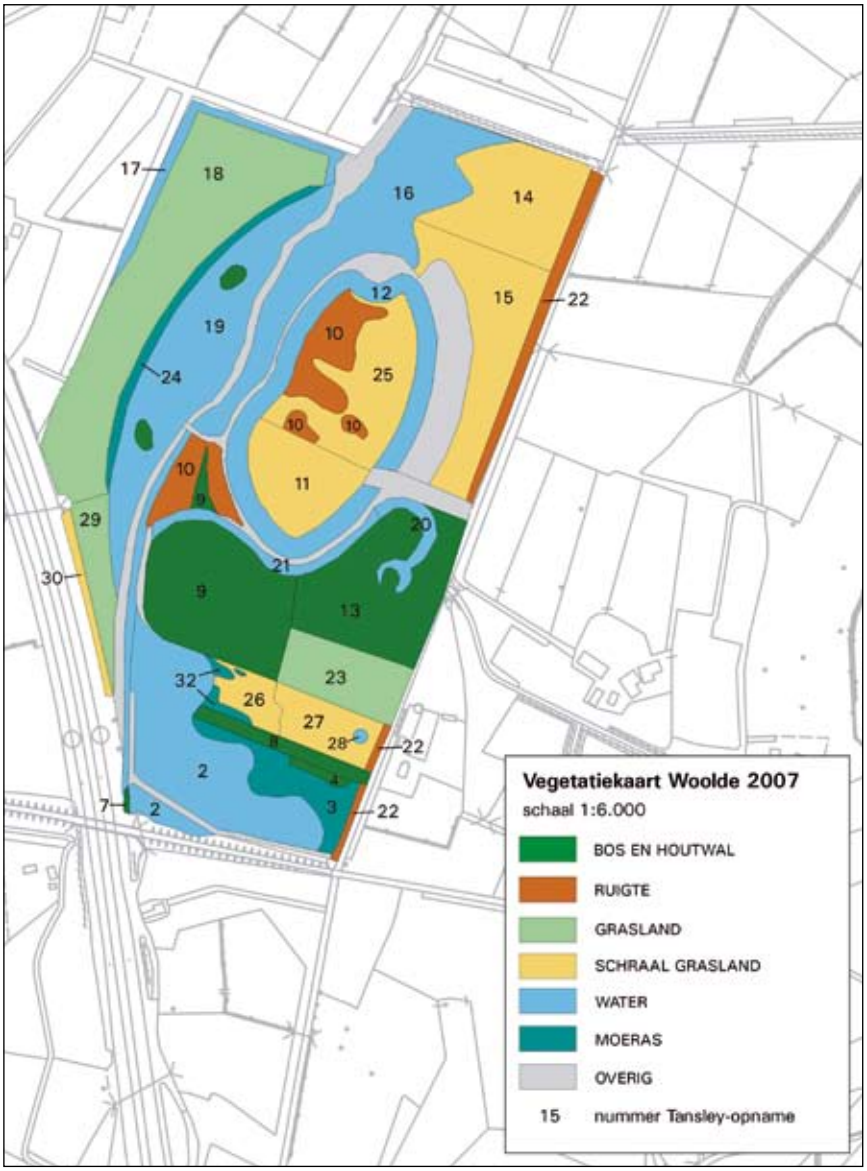
Datum: 15-6-2007



Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak ijzerhoudend, resten wortels, grijs-bruin, Edelmanboor

Bijlage VIII Vegetatie

Vegetatiekaart met nummers Tansley-opnamen



Vegetatiesamenstelling en bedekking

Proefvlak	**1**		**2**		**3**		**4**		
Opnamenummer	29	33	30	34	31	35	32	36	
Jaar	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007	
Opp. proefvlak (m^2)	25	25	25	25	25	25	25	25	
Bedekking totaal (%)	25	70	35	35	97	97	20	40	
Bedekking kruidlaag (%)	15	40	25	35	97	97	10	30	
Bedekking moslaag (%)	10	30	15	1	0	0	10	10	
Gem. hoogte (hoge) kruidl (cm)	10	20	5	5	10	50	15	10	
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	30	100	50	40	150	100	50	70	
Aantal soorten	30	35	34	27	13	18	35	28	
Hogere planten									
Agrostis capillaris	+	2a	.	.	.	2m	.	+	Gewoon struisgras
Ajuga reptans	r	.	r	.	.	.	.	.	Kruipend zenegroen
Alnus glutinosa	.	.	.	.	.	.	r	r	Zwarte els
Alopecurus geniculatus	.	.	2a	2a	+	+	1	+	Geknikte vossenstaart
Betula pendula	r	+	.	.	.	.	r	.	Ruwe berk
Betula pubescens	+	+	.	.	.	.	.	.	Zachte berk
Bidens frondosa	.	.	.	.	.	.	r	+	Zwart tandzaad
Bidens tripartita	.	.	+	.	.	.	.	r	Veerdelig tandzaad
Carex oederi ssp. oedocarpa	r	1	+	1	.	r	r	+	Geelgroene zegge
Carex panicea	1	2m	.	.	.	.	.	+	Blauwe zegge
Carex species	.	.	.	.	r	.	.	.	Zegge
Carex vesicaria	.	.	.	.	+	+	.	.	Blaaszegge
Cirsium arvense	r	.	1	.	1	+	.	.	Akkerdistel
Cirsium palustre	+	.	+	.	.	.	.	.	Kale jonker
Echinochloa crus-galli	.	.	.	r	.	.	.	.	Hanenpoot
Elytrigia repens	.	.	r	.	.	.	.	.	Kweek
Epilobium ciliatum	.	.	r	.	.	.	r	.	Beklierde basterdwederik
Epilobium hirsutum	.	.	.	.	.	.	+	+	Harig wilgenroosje
Epilobium parviflorum	.	.	+	.	.	.	+	.	Viltige basterdwederik
Epilobium tetragonum	.	.	.	.	.	.	r	.	Kantige basterdwederik
Eupatorium cannabinum	.	.	+	.	.	.	r	.	Koninginnenkruid
Festuca rubra	2b	2a	.	.	.	.	.	.	Rood zwenkgras
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	+	Moeraswalstro
Glyceria notata	.	.	.	1	.	.	.	.	Stomp vlotgras
Holcus lanatus	1	1	+	.	3	2a	r	1	Gestreepte witbol
Hypericum tetrapterum	.	r	+	.	.	.	.	.	Gevleugeld hertshooi
Isolepis setacea	.	+	.	+	.	.	1	r	Borstelbies
Juncus articulatus	r	1	.	1	.	.	1	2m	Zomprus
Juncus bufonius	1	2m	+	+	.	.	1	.	Greppelrus
Juncus effusus	1	2a	1	1	1	2b	1	2m	Pitrus
Juncus tenuis	.	1	.	+	.	.	.	1	Tengere rus
Leontodon saxatilis	1	2m	+	+	.	r	.	.	Kleine leeuwentand
Lolium perenne	.	.	.	.	.	r	.	.	Engels raaigras
Lotus pedunculatus	.	2m	+	+	1	2a	1	2m	Moerasrolklaver
Luzula multiflora	.	+	.	.	.	.	.	.	Veelbloemige veldbies
Luzula species	r	.	.	.	.	.	.	.	Veldbies
Lychnis flos-cuculi	r	1	.	.	.	.	.	.	Echte koekoeksbloem
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	+	+	Wolfspoot
Myosotis laxa ssp. cespitosa	.	.	.	+	.	.	.	.	Zompvergeet-mij-nietje
Myosotis species	.	.	.	.	.	.	.	r	Vergeet-mij-nietje
Persicaria hydropiper	.	.	r	+	.	.	.	.	Waterpeper
Persicaria maculosa	.	.	.	.	.	.	r	.	Perzikkruid
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	.	+	.	.	Rietgras
Phleum pratense ssp. pratense	.	.	.	.	.	+	.	.	Timoteegras
Phragmites australis	.	.	.	.	.	.	.	1	Riet

Proefvlak	**1**		**2**		**3**		**4**		
Opnamenummer	29	33	30	34	31	35	32	36	
Jaar	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007	
Opp. proefvlak (m^2)	25	25	25	25	25	25	25	25	
Bedekking totaal (%)	25	70	35	35	97	97	20	40	
Bedekking kruidlaag (%)	15	40	25	35	97	97	10	30	
Bedekking moslaag (%)	10	30	15	1	0	0	10	10	
Gem. hoogte (hoge) kruidl (cm)	10	20	5	5	10	50	15	10	
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	30	100	50	40	150	100	50	70	
Aantal soorten	30	35	34	27	13	18	35	28	
Pinus sylvestris	.	.	.	.	.	.	r	.	Grove den
Plantago major ssp. intermedia	.	.	+	1	.	.	r	.	Getande weegbree
Poa annua	.	.	1	1	.	.	1	.	Straatgras
Poa pratensis	.	.	.	.	r	.	.	.	Veldbeemdgras
Poa trivialis	.	.	1	.	2a	3	.	.	Ruw beemdgras
Polygonum aviculare	.	.	.	+	.	.	.	.	Gewoon varkensgras
Populus species	.	.	.	.	.	.	r	.	Populier
Populus tremula	.	+	.	.	.	.	+	.	Ratelpopulier
Potentilla anserina	+	+	.	.	.	.	.	.	Zilverschoon
Pulicaria dysenterica	.	.	r	r	.	.	.	.	Heelblaadjes
Ranunculus flammula	.	.	r	.	r	.	r	r	Egelboterbloem
Ranunculus repens	+	+	1	2a	2a	2a	+	1	Kruipende boterbloem
Rorippa palustris	.	.	.	+	.	.	.	.	Moeraskers
Rumex acetosa	r	r	.	.	r	r	.	.	Veldzuring
Rumex conglomeratus	.	.	.	+	.	.	.	.	Kluwenzuring
Rumex cripsus x obtusifolius	.	.	+	.	.	r	.	.	Bermzuring
Rumex crispus	.	.	.	r	.	.	.	.	Krulzuring
Rumex obtusifolius	.	.	.	r	.	.	.	.	Ridderzuring
Rumex species	.	.	.	.	.	.	r	.	Zuring
Sagina procumbens	2m	2m	1	1	.	.	1	1	Liggende vetmuur
Salix alba	+	+	.	.	.	.	2a	2m	Schietwilg
Salix caprea	.	+	r	.	.	.	.	.	Boswilg
Salix cinerea	1	2m	+	.	.	.	1	1	Grauwe wilg
Salix viminalis	.	.	+	.	.	.	.	.	Katwilg
Samolus valerandi	.	.	r	.	.	.	.	.	Waterpunge
Sonchus asper	.	.	.	.	.	.	r	.	Gekroesde melkdistel
Taraxacum species	.	.	+	+	.	r	.	.	Paardenbloem
Trifolium dubium	r	r	.	.	.	.	.	r	Kleine klaver
Trifolium pratense	.	+	r	.	.	.	.	.	Rode klaver
Trifolium repens	+	2m	2b	2b	3	2b	+	2b	Witte klaver
Tussilago farfara	.	.	.	.	.	.	+	+	Klein hoefblad
Veronica serpyllifolia	.	.	+	1	.	.	.	.	Tijmereprijs
Mossen									
Aulacomnium palustre	.	.	.	.	.	.	+	.	Roodviltmos
Barbula convoluta	.	1	.	.	.	.	.	.	Gewoon smaragdsteeltje
Brachythecium rutabulum	.	1	.	.	.	.	.	.	Gewoon dikkopmos
Bryum caespiticium	.	2m	.	.	.	.	.	.	Zodeknikmos
Calliergonella cuspidata	.	1	.	.	.	.	.	.	Gewoon puntmos
Campylopus flexuosus	.	2m	.	.	.	.	.	.	Boskronkelsteeltje
Levermossen	r	.	.	.	.	.	.	.	Levermossen
Marchantia polymorpha	+	.	.	.	.	.	1	1	Parapluutjesmos
Mossen	2a	.	2b	2m	.	.	2a	2a	Mossen
Polytrichum commune	.	2m	.	.	.	.	.	.	Gewoon haarmos
Polytrichum juniperinum	2m	2b	.	.	.	.	.	.	Zandhaarmos
Polytrichum species	+	.	.	.	.	.	.	.	Haarmos
Racomitrium canescens	+	.	.	.	.	.	.	.	Grijze bisschopsmuts

Foto's van de vier proefvlakken in 2004 (links) en 2007 (rechts)




Proefvlak 1: afgeplagd en ingezaaid; in het begrazingsgebied (ten zuiden van peilbuis 1)




Proefvlak 2: afgeplagd; in het begrazingsgebied (bij peilbuis 1)




Proefvlak 3: niet afgeplagd; in het begrazingsgebied (ten noorden van peilbuis 1)




Proefvlak 4: afgeplagd; niet begraasd, maar geklepeld (bij peilbuis 2)

ISBN nr. 978-90-369-1417-8