Evaluatie van het hydrologisch meetnet Witte Veen

- *Functioneren van het hydrologisch systeem in relatie tot natuurdoeltypen*
- *Effecten van herstelmaatregelen en mogelijkheden voor verder herstel*
- *Technische staat van het meetnet en optimalisatie-mogelijkheden*

Zwolle, juni 2002

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau
Schellerweg 112, 8017 AK Zwolle
tel 038-4774559 fax 038-4774574
E-mail hullenaar@wxs.nl

in opdracht van

Vereniging
Natuurmonumenten

Noordereinde 60, 1243 JJ 's-Graveland, 035 - 655 99 33

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau
Schellerweg 112
8017 AK Zwolle
Telefoon: 038 – 4774559
E-mail: hullenaar@wxs.nl

Projecttitel:	Evaluatie van het hydrologisch meetnet Witte Veen
Opdrachtgever:	Vereniging Natuurmonumenten
Auteur:	Ir. J.W. van 't Hullenaar & Msc. J.S. Bell

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoud

1	**Inleiding**	1
2	**Gebiedsbeschrijving**	2
2.1	Ligging en begrenzing van het natuurgebied	2
2.2	Geologie en geohydrologie	3
2.3	Geomorfologie	4
2.4	Bodem	5
2.5	Waterhuishouding	6
2.6	Waterkwaliteit	7
2.7	Vegetatie en flora	8
3	**Hydrologie**	10
3.1	Technische gegevens van het hydrologische meetnet	10
3.2	Grondwaterstromingspatronen	12
3.3	(Grond)waterstandsverloop in relatie tot natuurdoeltypen	13
3.3.1	Interpretatie-methodiek	13
3.3.2	Behandeling per deelgebied	16
3.4	Mogelijkheden voor optimalisatie van het hydrologisch meetnet	19
4	**Synthese, conclusies en aanbevelingen**	20
	Literatuur	
	Bijlagen	

1 Inleiding

In het zuidoosten van Twente ligt natuurgebied Witte Veen. Om inzicht te krijgen in het hydrologische systeem van het natuurgebied is in 1980 een monitoringsproject gestart. Na ruim 20 jaar waarneming van de waterstanden wil Vereniging Natuurmonumenten het meetnet evalueren. De meetnetevaluatie moet antwoord geven op de volgende vragen:

- Hoe functioneert het hydrologische systeem ?
- Hoe is de relatie tussen de nagestreefde natuurdoelen en (grond)water ?
- Wat zijn de effecten van reeds uitgevoerde herstelmaatregelen en zijn er mogelijkheden voor verder herstel ?
- Hoe is de technische staat van het meetnet ?
- Wat zijn de aanbevelingen ten aanzien van meetnetoptimalisatie ?

Om tot een goed onderbouwde en bruikbare evaluatie te komen is voor een multidisciplinaire aanpak gekozen. Door koppeling van de resultaten van de evaluatie met gegevens ten aanzien van de geologie, geomorfologie, geohydrologische opbouw, waterhuishouding, waterkwaliteit, vegetatie en flora ontstaat een goed inzicht in het functioneren van het hydrologisch systeem in relatie tot de natuurdoelen, de effecten van herstelmaatregelen en de mogelijkheden voor aanpak van nog aanwezige knelpunten.

In hoofdstuk twee worden de resultaten van de gebiedsbeschrijving weergegeven. Eerst wordt de ligging en begrenzing van het natuurgebied aangegeven (paragraaf 2.1). Vervolgens worden aan de hand van kaarten en profielen de geologie, geomorfologie, geohydrologische opbouw, waterhuishouding, waterkwaliteit, vegetatie en flora beschreven (paragraaf 2.2 t/m 2.7).

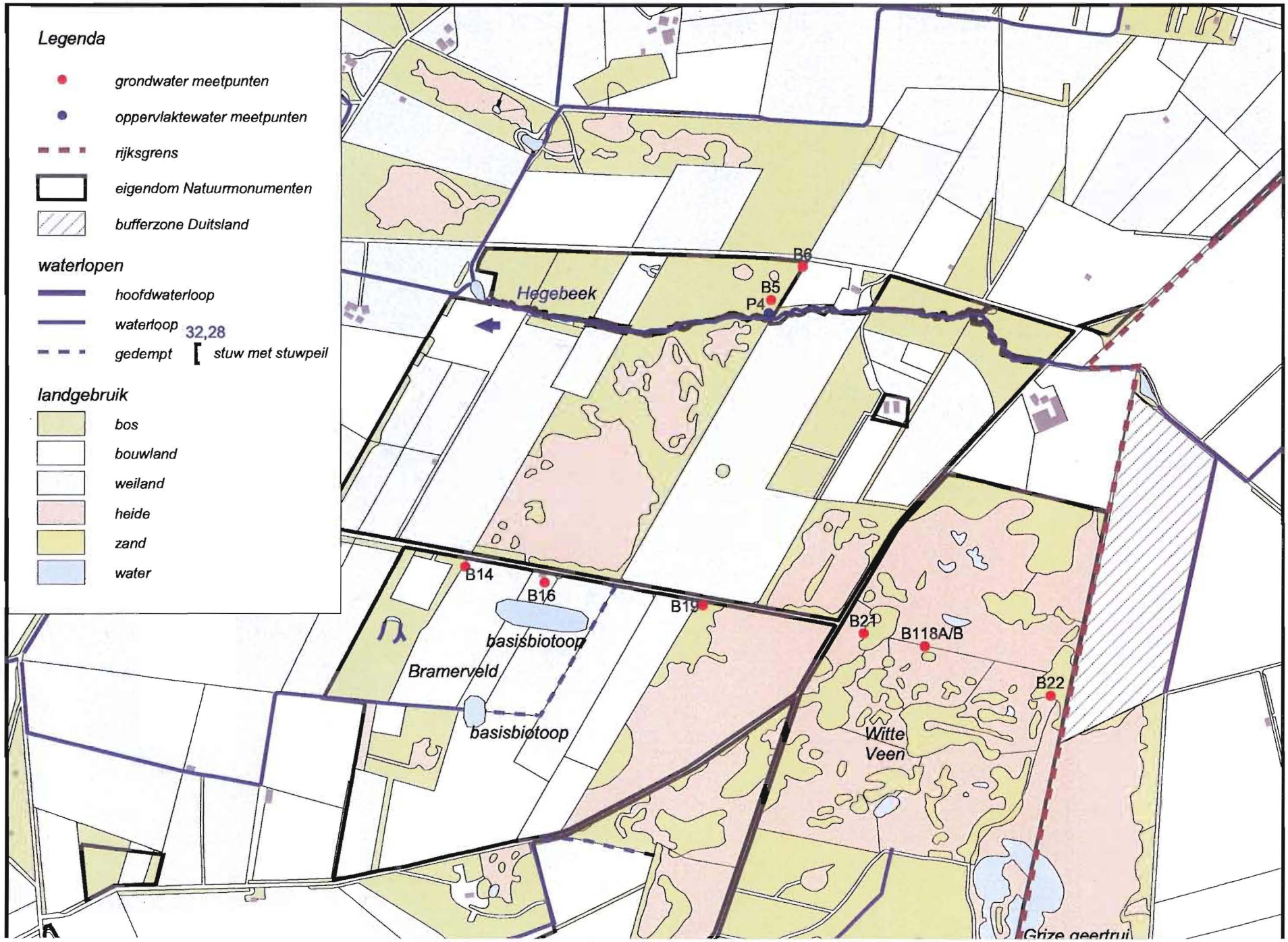
In hoofdstuk 3 wordt de hydrologie behandeld. Aan de hand van de resultaten van een controle-meting wordt daarbij eerst de technische staat van het hydrologische meetnet weergegeven (paragraaf 3.1). Aan de hand van de meetresultaten worden vervolgens de grondwaterstromings-patronen in beeld gebracht (paragraaf 3.2). In paragraaf 3.3 wordt ingegaan op het grondwaterstandsverloop in relatie tot de natuurdoeltypen. De waterstandsgegevens zijn daarvoor verwerkt tot tijd-stijghoogtelijnen en duurlijnenbundels. In paragraaf 3.4 worden de mogelijkheden voor optimalisatie van het meetnet weergegeven.

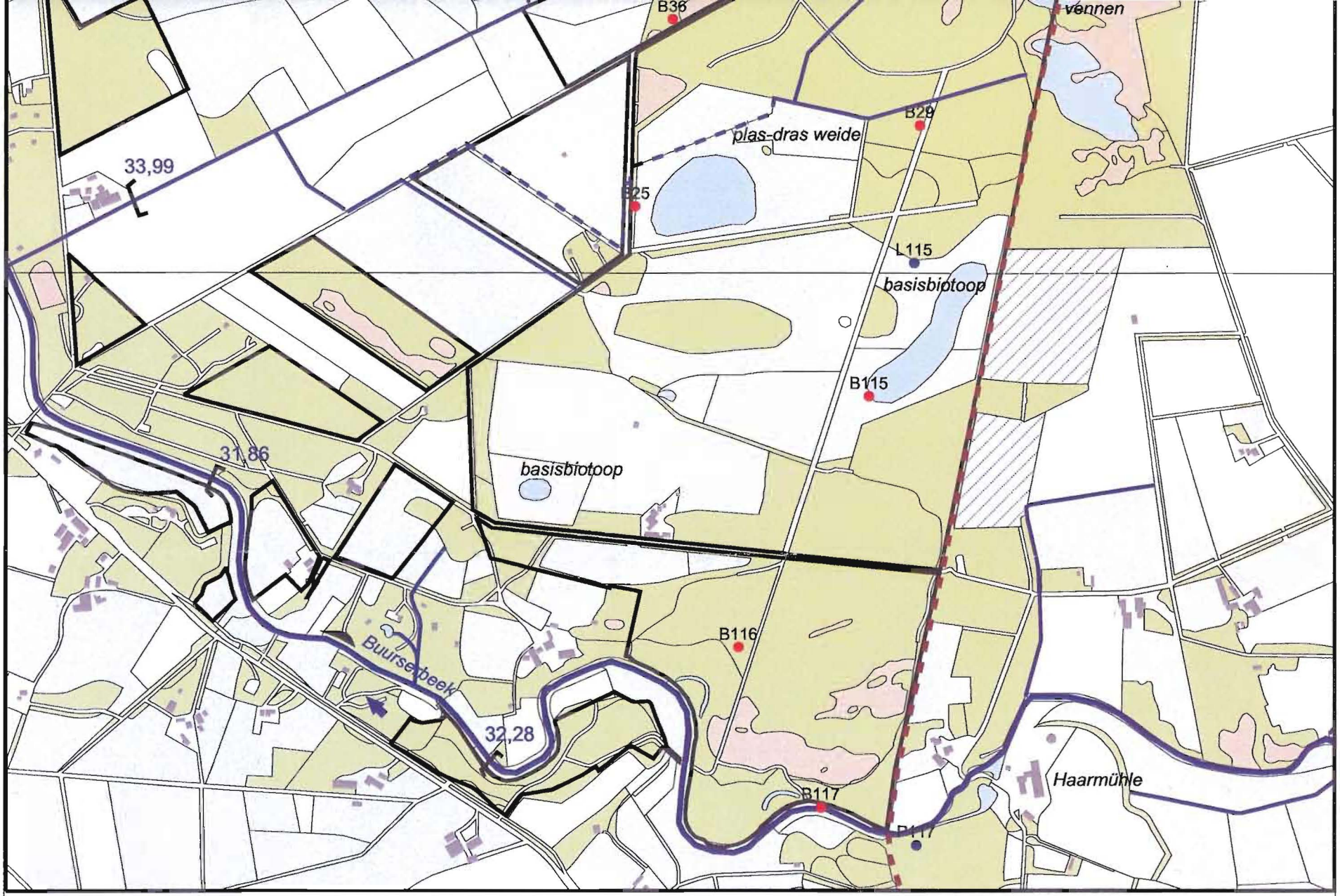
In hoofdstuk 4 worden de conclusies van de meetnetevaluatie weergegeven. Door integratie van de verworven inzichten uit de gebiedsbeschrijving en de hydrologische analyse wordt eerst het functioneren van het hydrologische systeem van het Witte Veen in hoofdlijnen inzichtelijk gemaakt en worden de conclusies ten aanzien van de relatie tussen de nagestreefde natuurdoelen en de grondwatersituatie per deelgebied beschreven. Daarbij worden ook de effecten van herstelmaatregelen en eventuele mogelijkheden voor verbetering van de hydrologische situatie naar voren gebracht. Besloten wordt met de conclusies ten aanzien van de technische staat van het meetnet en mogelijkheden ten aanzien van meetnet-optimalisatie.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Ligging en begrenzing van het natuurgebied

Het natuurgebied ligt in het zuidoosten van Twente, langs de grens met Duitsland, even ten oosten van het plaatsje Buurse en ongeveer zeven kilometer ten zuiden van Enschede. De huidige omgrenzing is weergegeven in figuur 2.1. De oppervlakte van het gebied bedraagt circa 290 ha. Het is een gevarieerd gebied met natte tot droge heide, ruige graslanden, poelen en structuurrijke bossen. Op de grens met Duitsland liggen twee vennen en nabij de grens ligt een hoogveen-restant. In het kader van de relatienota is het natuurgebied de afgelopen jaren uitgebreid. Aan de west- en zuidzijden zijn veel landbouwgronden door Natuurmonumenten verworven en in beheer gekomen. Aan de oostzijde zijn door de Duitse natuurbescherming landbouwgronden aangekocht waarmee een bufferzone voor het Nederlandse deel tot stand is gebracht.


Legenda
grondwater meetpunten
oppervlaktewater meetpunten
rijksgrens
eigendom Natuurmonumenten
bufferzone Duitsland
waterlopen
hoofdwaterloop
waterloop
32,28
gedempt
stuw met stuwpeil
landgebruik
bos
bouwland
weiland
heide
zand
water
Hegebeek
B6
B5
P4
B14
B16
B19
B21
B118A/B
B22
basisbiotoop
Bramerveld
basisbiotoop
Witte
Veen
Grize geertrui



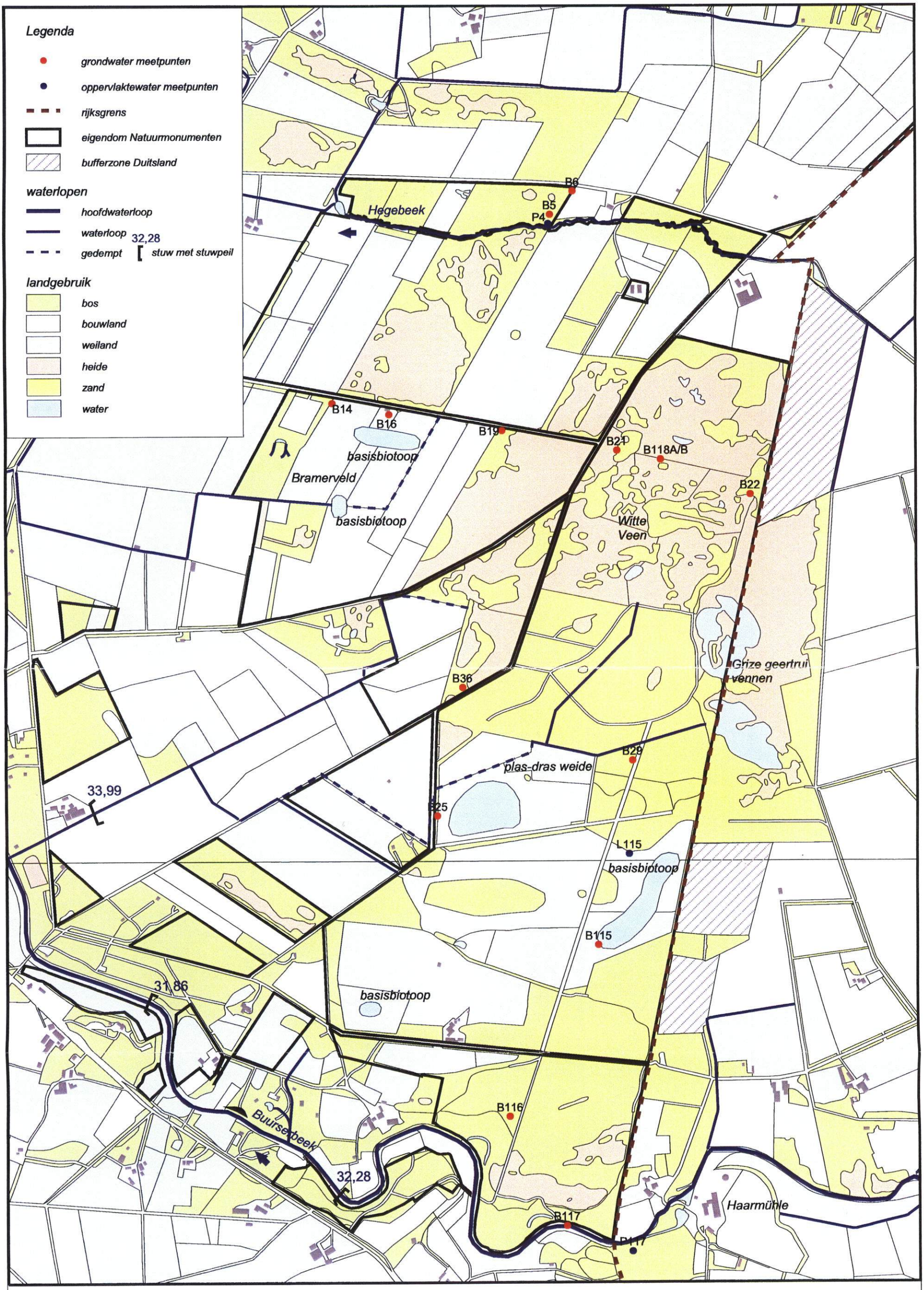
Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 2.1 : Topografische kaart met huidig hydrologisch meetnet

Datum: 28 mei 2002
Schaal 1 : 10.000

© Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland
© Topografische Dienst, Emmen
© Kadaster, Apeldoorn



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 2.1 : Topografische kaart met huidig hydrologisch meetnet

Datum: 28 mei 2002
Schaal 1 : 10.000

© Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland
© Topografische Dienst, Emmen
© Kadaster, Apeldoorn

2.2 Geologie en geohydrologie

De geologie van het gebied wordt geïllustreerd aan de hand van de geologische kaart van de ondiepe ondergrond (figuur 2.2a), de kaart van de bovenkant van de tertiaire ondergrond (figuur 2.2b) en een geologische dwarsdoorsnede (figuur 2.3). De ligging van de raai van de dwarsdoorsnede is weergegeven op de kaart van figuur 2.2a.

Het Witte Veen ligt op het Oost-Nederlandse plateau, een rijzingsgebied. Oude afzettingen liggen hierdoor dicht onder het aardoppervlak. De oudste afzettingen die in de omgeving van het Witte Veen nabij de oppervlakte liggen stammen uit het Mesozoïcum (zie dwarsdoorsnede figuur 2.3). In het dal van de Buurserbeek dagzoomt net over de grens bij Haarmühle een grijze kalksteen uit de Trias (Muschel Formatie). Gedurende het Eoceen is in een kustmilieu een kleïig sediment afgezet (tertiaire klei van de Formatie van Dongen). In het Pleistoceen is gedurende de Saale-ijstijd keileem als grondmorene afgezet. De keileem bestaat uit een stugge klei, vermengd met zand en grind. In de afsmeltingsfase van het landijs is met name in het westelijke deel van het natuurgebied de keileem echter opgeruimd. Als gevolg hiervan liggen de tertiaire afzettingen van de Formatie van Dongen hier dicht nabij de oppervlakte (zie geologische kaart, figuur 2.2a).

In het Weichselien werden op de keileem of op de tertiaire klei fluvioperiglaciale zanden en dekzand afgezet (Formatie van Twente). Plaatselijk is het dekzand nadien weer verstoven of weggespoeld. In hooggelegen terreindepressies trad in uitblazingsbekkens in het Holoceen hoogveengroei op. Door vervening is een groot deel van het hoogveen verdwenen: in de huidige situatie resteert alleen een netwerk van hoogveenputjes en enkele vennetjes. In de beekdalen ontwikkelde zich broekveen: dit veen ontstond onder voedselrijke omstandigheden in het bereik van grond- en oppervlaktewater (Formatie van Singraven).

Geohydrologische opbouw

De geohydrologische opbouw is weergegeven in de dwarsdoorsnede van figuur 2.4. De stugge keileem en de tertiaire kleïige afzettingen vormen de ondoorlatende hydrologische basis van het gebied. Deze basis in ligt in het Witte Veen over het algemeen slechts één tot hooguit vier meter onder de oppervlakte. De fijne tot hooguit matig grove zanden van de Formatie van Twente vormen het zeer dunne eerste watervoerende pakket (dikte 1 tot hooguit 4 meter).

LEGENDA *LEGEND*

KWARTAIR *QUATERNARY*

HOLOCEEN *HOLOCENE*

Formatie van Kootwijk *Kootwijk Formation*

S — Stuifzand (matig fijn zand) op oudere afzettingen (zie code).
Inland dune sand (moderately fine sand) on older deposits (see code).

Formatie van Singraven *Singraven Formation*

Sjb — Beekafzettingen (matig fijn-, matig grof- en zeer grof zand, plaatselijk met leem of veen), dikker dan 1m.
Brook deposits (moderately fine, moderately coarse and very coarse sand, locally with loam or peat), > 1m

Formatie van Griendtsveen *Griendtsveen Formation*

Veen (oligotroof) dikker dan 1m.
Peat (oligotrophic) > 1m

PLEISTOCEEN *PLEISTOCENE*

Formatie van Twente *Twente Formation*

Tw3 — Dekzand (zeer fijn- en matig fijn zand, vaak iets lemig) dikker dan 2m
Coversand (very fine and moderately fine, sometimes loamy) > 2m

Tw4 — Fluvioperiglaciale afzettingen (zeer fijn-, matig fijn- en matig grof zand, plaatselijk met leem- en/of veenlagen) dikker dan 2m.
Fluvioperiglacial deposits (very fine, moderately fine and moderately coarse sand, locally with loam or peat layers) > 2m

Formatie van Drente *Drente Formation*

Grondmorene (meestal keileem, grindhoudend lemig zand en leem, met stenen en blokken)
Till (mostly boulderclay, gravelly, loamy sand and loam, with cobbles and boulders)

Fluvioglaciale afzettingen (grindhoudend matig grof- en zeer grof zand)
Glaciofluvial deposits (gravelly, moderately coarse and very coarse sand)

Formatie van Sterksel *Sterksel Formation*

Br — Grind en sterk grindhoudend zand
Gravel and very gravelly sand

TERTIAIR *TERTIARY*

MIOCEEN *MIOCENE*

Formatie van Breda *Breda Formation*

Br — Zand en leem, vaak rijk aan glauconiet, lichte klei en matig zware, glimmerrijke klei
Sand and loam, often very glauconitic, sandy clay and moderately heavy, micaceous clay

OLIGOCEEN *OLIGOCENE*

Rupel Formatie *Rupel Formation*

Ru — Zware klei, aan de basis zand en zandige klei, aan de top fijnzandige klei
Heavy clay, at the basis sand and sandy clay, at the top clay with fine-grained sand

EOCEEN *EOCENE*

Formatie van Dongen *Dongen Formation*

Do — Klei, groengrijs en zand, grijsgroen tot wit, fijn tot matig grof
Clay, greenish gray and sand, grayish green to white, fine to moderately coarse

KRIJT *CRETACEOUS*

Vlieland Zandsteen Formatie *Vlieland Sandstone Formation*

Vl — Gildehaus Zandsteen (zandsteen en mergel)
Gildehaus Sandstone (sandstone and marl)

Vlieland Kleisteen Formatie *Vlieland Claystone Formation*

Vl — Westerbork Laagpakket (kleisteen)
Westerbork Member (claystone)

TRIAS *TRIASSIC*

Muschelkalk Formatie *Muschelkalk Formation*

Mu — Onder Muschelkalk Laagpakket (kalksteen, bekend als Wellenkalk)
Lower Muschelkalk Member (limestone, known as Wellenkalk)

GESTUWDE FORMATIES *ICE-PUSHED FORMATIONS*

Gmo — Aan de oppervlakte hoofdzakelijk Midden en Onder Pleistocene formaties
Mainly Middle and Lower Pleistocene formations at the surface

Gt — Aan de oppervlakte hoofzakelijk Tertiaire formaties
Mainly Tertiary formations at the surface

BEDEKKINGEN DUNNER DAN 2M *COVERAGE < 2M*

Beekafzettingen (F. v. Singraven) dunner dan 1m.
Brook deposits (Singraven F.) < 1m

Veen (F. v. Griendtsveen) dunner dan 1m.
Peat (Griendtsveen F.) < 1m

Zand (F. v. Twente, dekzand) dunner dan 2m. b.v.
Sand (Twente F., coversand) <2m

Zand (F. v. Twente, fluvioperiglaciale afzettingen) dunner dan 2m. b.v.
Sand (Twente F., fluvioperiglacial deposits) <2m

DIVERSEN *MISCELLANEOUS*

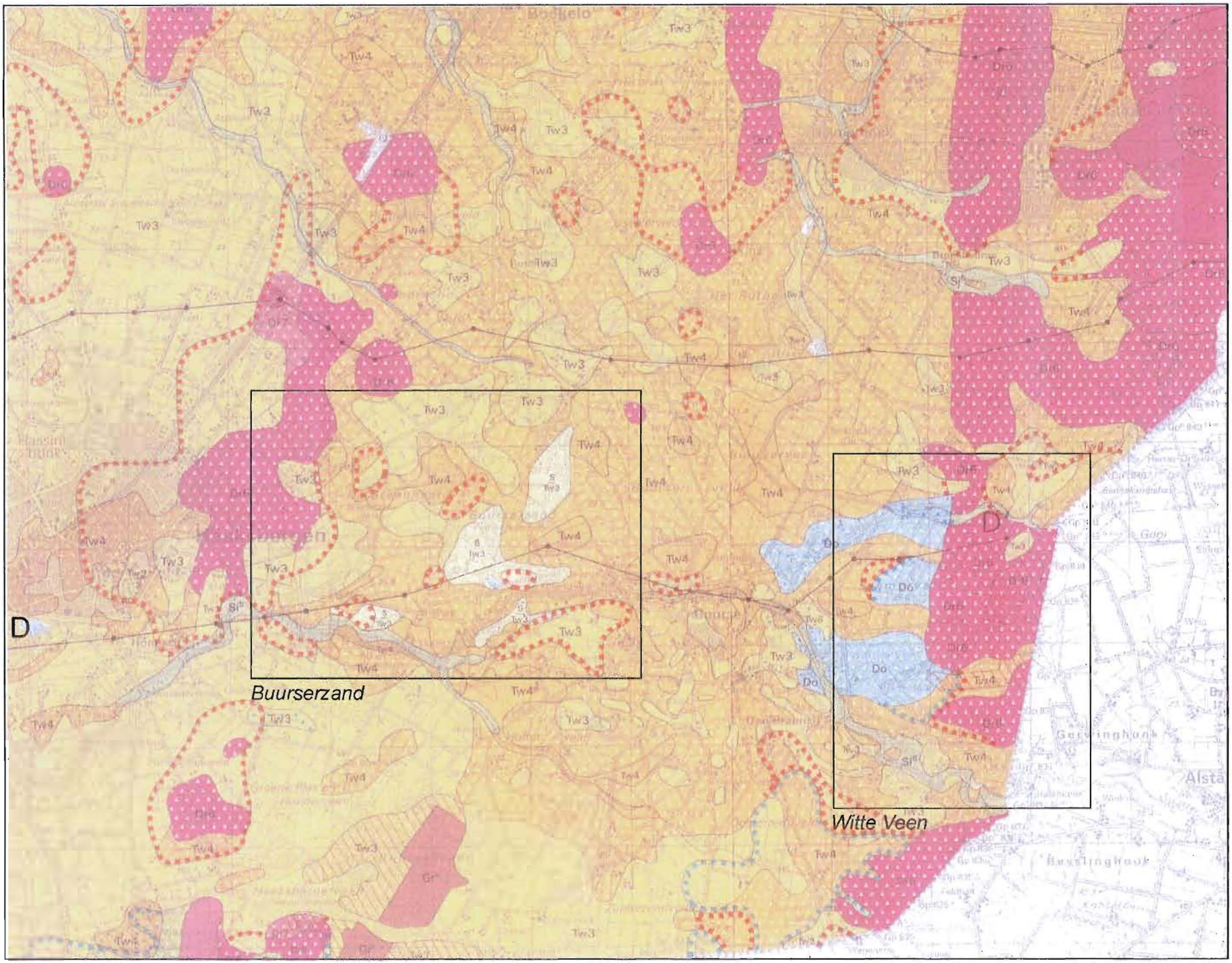
Opgehoogd, afgegraven of omgewerkt
Raised, excavated or reworked

Water
Water

Profiellijn met boorpunt
Line of section with borehole location

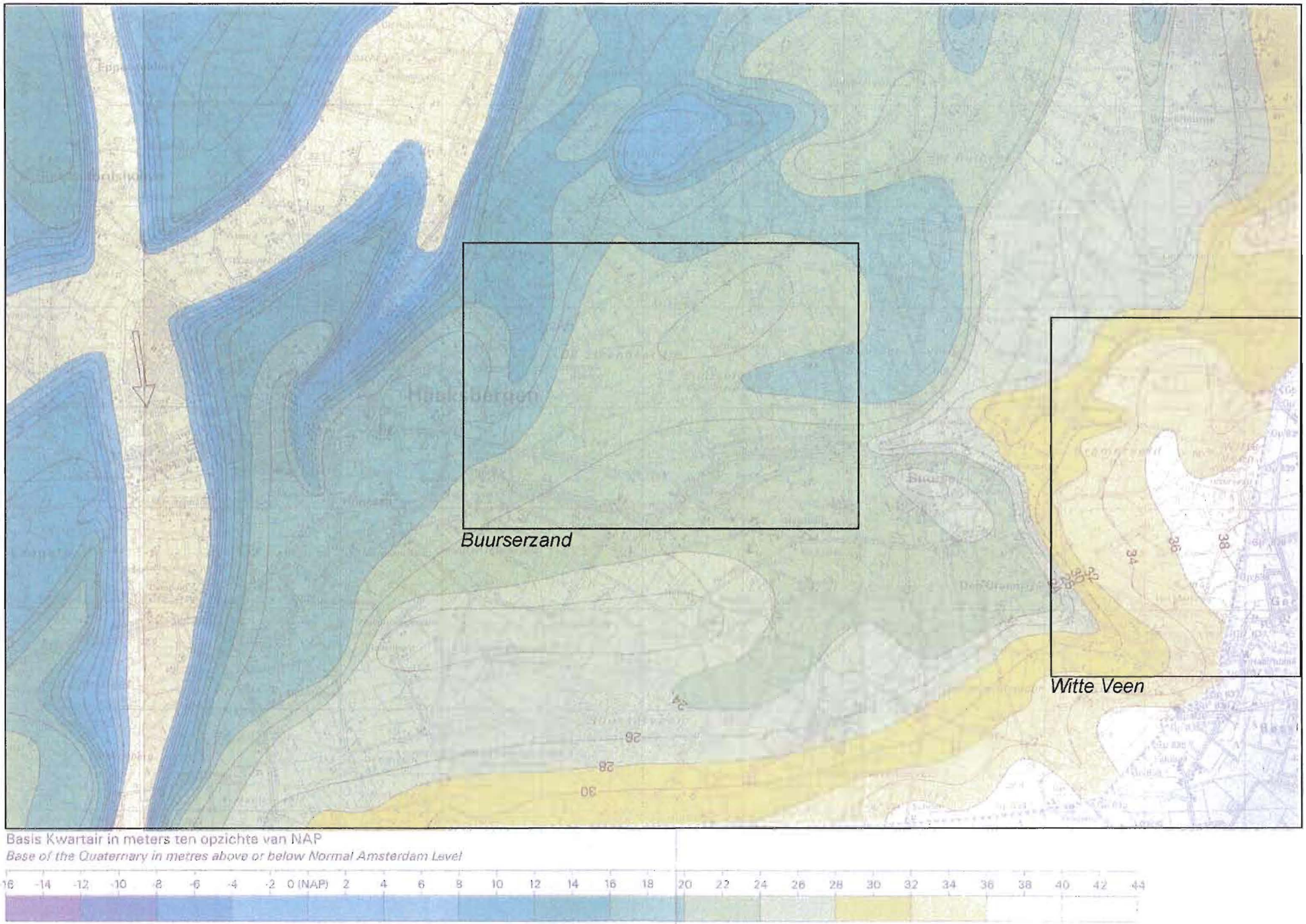
Grondmorene (Formatie van Drente), dieptelijn 4m. onder het maaiveld
Till (Drente Formation), 4m minus surface depth contour

Afzettingen uit het Tertiair, dieptelijn 4m. onder het maaiveld
Tertiary deposits, 4m minus surface depth contour



Figuur 2.2a Geologische kaart (NITG TNO, 2000)

Schaal 1: 50.000



Figuur 2.2b Bovenkant Tertiar = Basis Kwartair (NITG TNO, 2000)

Schaal 1:50.000

LEGENDA STRATIGRAFIE
LEGEND STRATIGRAPHY

KWARTAIR
QUATERNARY

HOLOCEEN
HOLOCENE

Formatie van Singraven
Singraven Formation

Sl — Beekafzettingen (matig fijn-, matig grof- en zeer grof zand, plaatselijk met klei, leem of veen)
Brook deposits (moderately fine, moderately coarse to very coarse-grained sand, locally with clay, loam or peat)

PLEISTOCEEN
PLEISTOCENE

Formatie van Twente
Twente Formation

Tw — Zand, zeer fijn en matig fijn, soms matig grof, plaatselijk met leem of veen
Sand, very fine and moderately fine, sometimes moderately coarse, locally with loam or peat

Formatie van Asten
Asten Formation

As — Klei, leem, veen, met dunne matig fijn- en matig grof zandlagen
Clay, loam, peat, with thin layers of fine and moderately coarse sand

Formatie van Eindhoven
Eindhoven Formation

Eh — Matig fijn- en grof zand, plaatselijk met leem of veen
Moderately fine and coarse grained sand, locally with loam or peat

Formatie van Drente
Drente Formation

Dr — Grondmorane (grindhoudend lemig zand en zandige keem (kalkrijk), soms grof, grindhoudend zand. Met stenen en blokken)
Till (gravelly, loamy sand and sandy loam (boulder clay), sometimes coarse, gravelly sand. Cobbles and boulders)

Dr2 — Fluvioglaciale afzettingen (grindhoudend matig grof tot uiterst grof zand, met klei- of leemlagen)
Glaciofluvial deposits (gravelly, moderately coarse to very coarse sand, with clay or loam layers)

Dr1 — Fluvioglaciale afzettingen, grindig (grind en sterk grindig zand)
Glaciofluvial deposits, gravelly (gravel and very gravelly sand)

Dr0 — Fluvioglaciale afzettingen, Zanden van Lonneker (grindhoudend grof zand)
Glaciofluvial deposits, Lonneker Sands (gravelly, coarse sand)

Drl — Lacustroglaciale afzettingen (matig fijn- tot matig grof zand, met kleilagen)
Glaciolacustrine deposits (moderately fine to moderately coarse sand, with clay layers)

Formatie van Urk
Urk Formation

Ur2 — Formatie van Urk2, (yper, grindrijk zand, met grindlagen)
Urk 2 Formation (loose, gravelly sand, with gravel layers)

Formatie van Sterksel
Sterksel Formation

St — Grind en sterk grindhoudend zand
Gravel and very gravelly sand

Formatie van Enschede
Enschede Formation

En — Zand, matig grof tot uiterst grof, grindhoudend
Sand, moderately coarse to very coarse, gravelly

Formatie van Harderwijk
Harderwijk Formation

Ha — Zand, zeer grof tot uiterst grof, grindarm
Sand, very coarse, some gravel

TERTIAIR
TERTIARY

Plioceen
Pliocene

Formatie van Scheemda
Scheemda Formation

Sch-We — Afzettingen van Weerselo, (zand, fijn tot grof, met grindarme laagjes)
Weerselo Member (fine to coarse sand, some gravel in layers)

Sch-Li — Afzettingen van Lievelde, (zand, fijn, tot grof, met glauconiet)
Lievelde Member (sand, fine, with glauconite)

MIOCEEN
MIOCENE

Formatie van Breda
Breda Formation

Br-De — Afzettingen van Delden (zand, matig fijn tot matig grof, Zandige klei. Sterk glauconiethoudend, soms met veel goethiet)
Delden Member (sand, moderately fine to moderately coarse grained. Sandy clay. Very glauconitic, sometimes with abundant goethite)

Br-Ze — Afzettingen van Zenderen (zand, fijn, lemig, sterk glauconiethoudend, iets schelpgruis)
Zenderen Member (sand, fine, loamy, very glauconitic, some shell fragments)

Br-Ei — Afzettingen van Eibergen (zware klei, bruin, rijk aan glimmer)
Eibergen Member (heavy clay, brown, very micaceous)

Br-Aa — Afzettingen van Aalten (zandige klei en kleiig zand)
Aalten Member (sandy clay and clayey sand)

Br-AaSt — Afzettingen van Aalten, Laag van Stamendonk (klei, zandig)
Aalten Member, Stamendonk Bed (clay, sandy)

Br-AaMs — Afzettingen van Aalten, Laag van Mieks (zand, lemig, veel glauconiet en schelpen)
Aalten Member, Mieks Bed (sand, loamy, very glauconitic, many shells)

OLIGOCEEN
OLIGOCENE

Rupel Formatie
Rupel Formation

Ru-Wl — Afzettingen van Winterswijk (zware of lemige klei, met laagjes fijn zand)
Winterswijk Member (heavy or loamy clay, with thin fine grained sand layers)

Ru-Bh — Afzettingen van Brinkheurne (zware, harde klei, met septariën)
Brinkheurne Member (heavy, stiff clay, with septarian nodules)

Ru-BhW — Afzettingen van Brinkheurne, Klei van Woold (zware, harde klei, met septariën)
Brinkheurne Member, Woold Clay (heavy, stiff clay, with septarian nodules)

Ru-BhK — Afzettingen van Brinkheurne, Klei van Kosten (zware, harde klei, met septariën)
Brinkheurne Member, Kosten Clay (heavy, stiff clay, with septarian nodules)

Ru-Re — Afzettingen van Reusel (fijn tot matig grof zand, kleiig zand)
Reusel Member (fine to moderately coarse sand, clayey sand)

EOCEEN
EOCENE

Formatie van Dongen
Dongen Formation

Do — Klei, fijn zand en zandsteen
Clay, fine grained sand and sandstone

Do-A — Klei van Asse (lichte tot zware klei)
Asse Clay (mainly to heavy clay)

Do-B — Zand van Brussel (fijn tot matig grof zand, zandsteen)
Brussels Sand (fine to moderately coarse sand, sandstone)

Do-L — Klei van Ieper (zandige klei en kleiig fijn zand)
Ieper Clay (sandy clay and clayey, fine grained sand)

MESOZOÏCUM
MESOZOIC

Mesoz — Mesozoïsche formaties
Mesozoic formations

GESTUWDE FORMATIES
ICE-PUSHED FORMATIONS

Qmpt — Midden en Onder Pleistocene formaties en Tertiaire formaties
Middle and Lower Pleistocene formations and Tertiary formations

DIVERSEN
MISCELLANEOUS

Water
Water

Grens onzeker
Boundary not certain

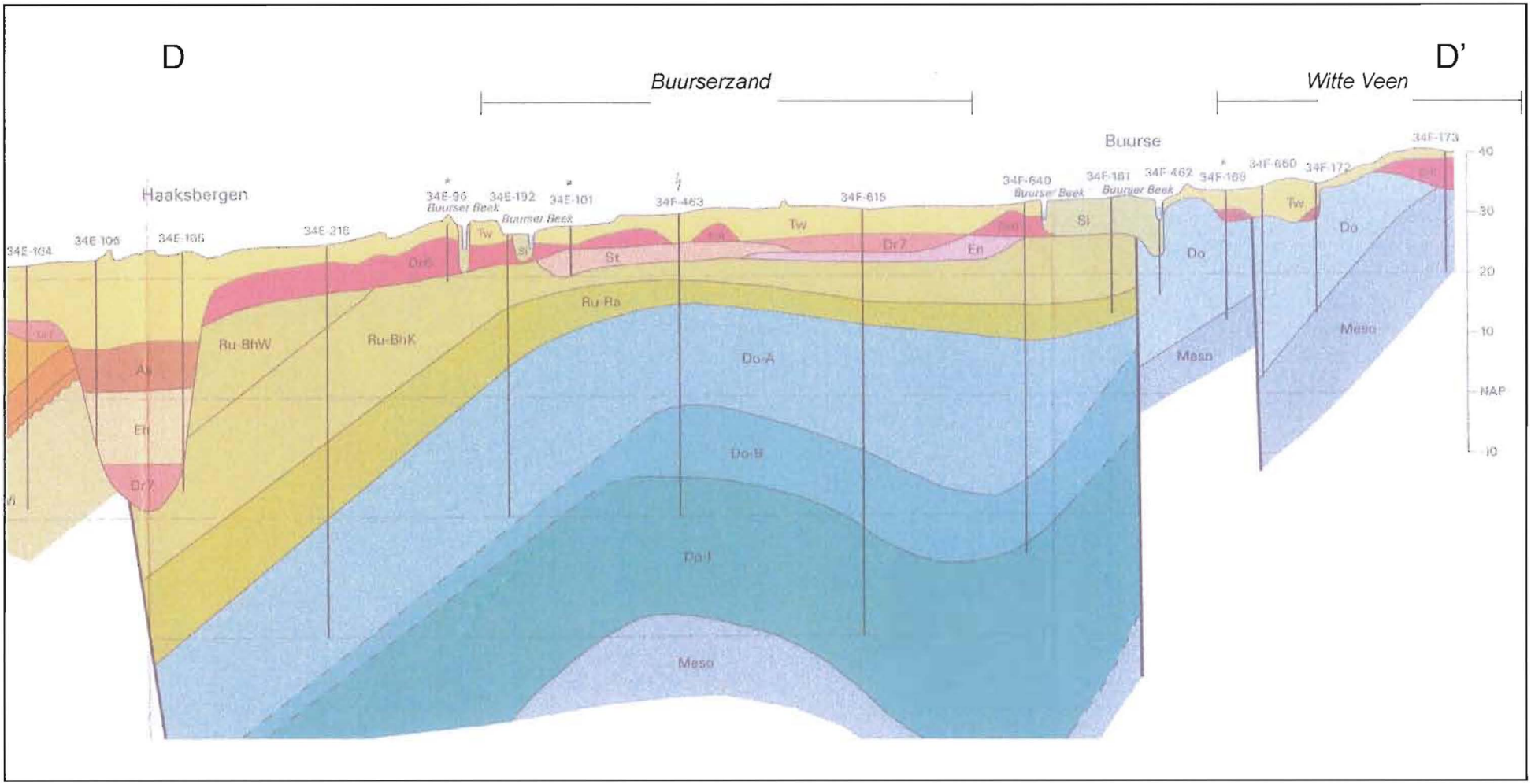
Discordantie
Unconformity

Breuk
Fault

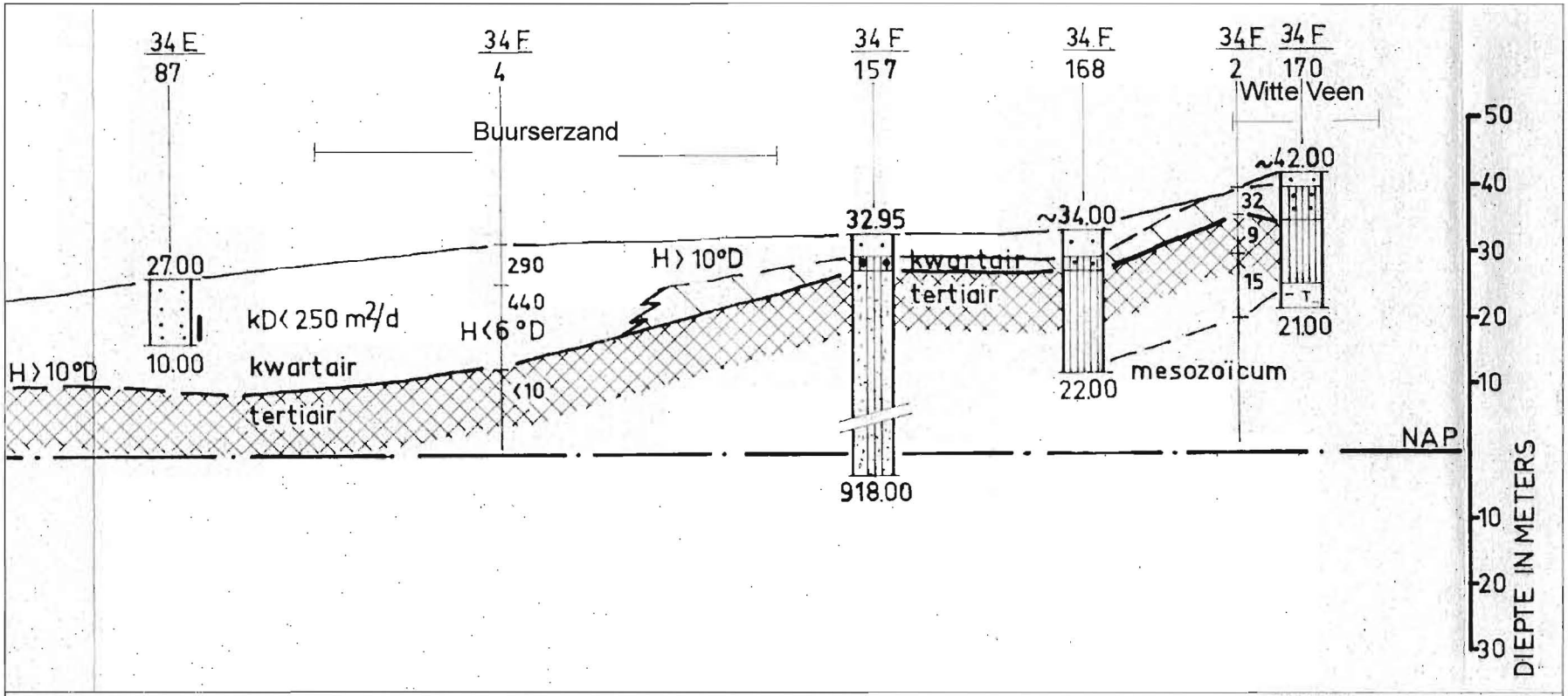
34D-215 — Boring - NITG arctiefnummer
Borehole - NITG file number

Geprojecteerde boring
Projected borehole

Geofysische boorgatmeting
Geophysical well log



Figuur 2.3 Geologische dwarsdoorsnede (NITG TNO, 2000)



Figuur 2.4 Geohydrologische dwarsprofiel Buurserzand en Witte Veen

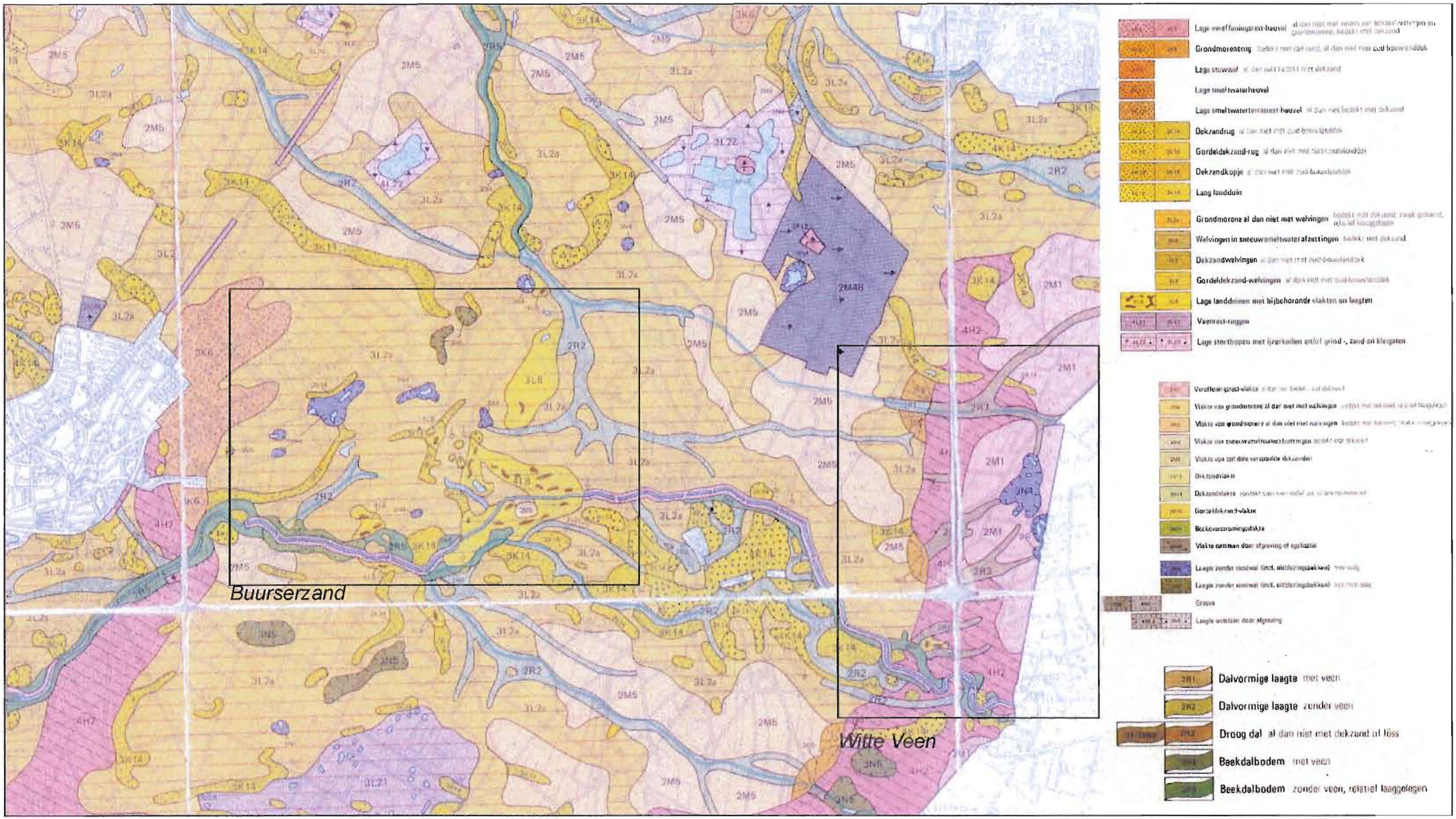
2.3 Geomorfologie

In figuur 2.5 is de geomorfologische kaart weergegeven en in figuur 2.6 de hoogtekaart. De ver opgeheven en oude afzettingen uit het Mesozoïcum en het Tertiair hebben al vroeg in de geologische geschiedenis lange tijd blootgestaan aan denundatie (= afslijting), wat geresulteerd heeft in een vereffeningsrest-landschap, waarbij onderscheid gemaakt wordt in een vereffeningsrest-vlakte (2M1) in het hooggelegen deel langs de grens en een vereffeningsrest-glooiing (4H2) op de helling aan de westzijde. Later is dit landschap bedekt geraakt met grondmorene. Deze grondmorene in de vorm van keileem is in het oostelijke deel van het gebied nog aanwezig (zie geologische kaart, figuur 2.2a). In het westelijke deel is de keileem echter door smeltwater geheel opgeruimd.

Door (sneeuw)smeltwater zijn ook een aantal dalen gevormd (2R3 en 2R5), niet alleen in het zuidelijke en noordelijke deel van het gebied (dalen Hegebeek en Buurserbeek) maar ook in het middendeel. Zo zijn vanaf de veenkern van het Witte veen in zuidwestelijke richting twee dalen uitgesleten die doorlopen tot aan de voet van de helling van het opgeheven gebied. Hier werd het geërodeerde materiaal uit de dalen weer afgezet als daluitspoelingswaaiers (3G5). Verder naar het westen komt een vlak tot gewelfd grondmorene-landschap (2M5 en 3L2a).

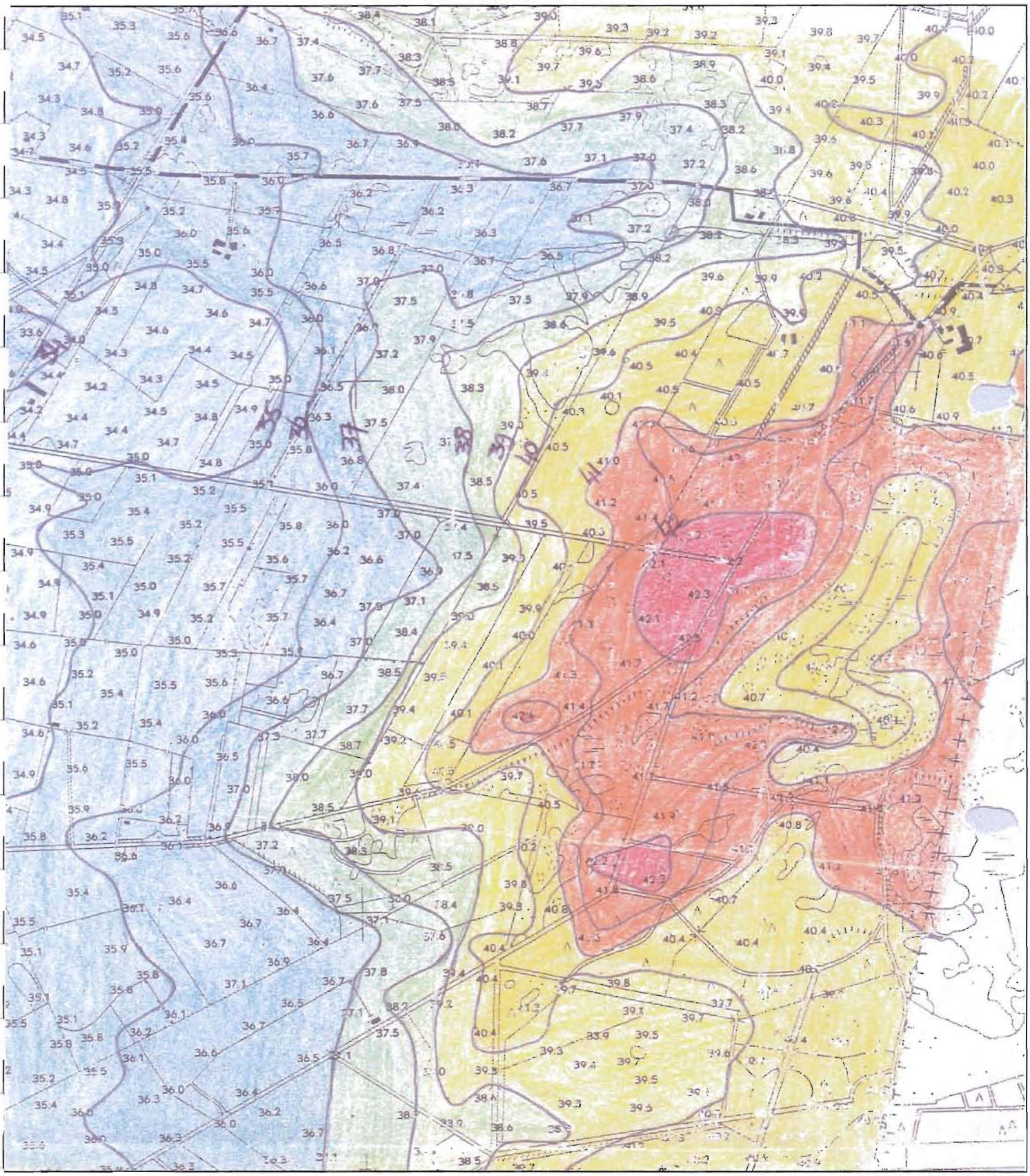
Het gehele landschap is in de laatste ijstijd overdekt met een dunne laag dekzand en op enkele plekken komen dekzandruggen voor (3K14). Het Witte Veen ligt in een laagte waar het dekzand door de wind verstoven is: het is gesitueerd in een zogenaamd uitblazingsbekken. Door stagnatie van de oppervlakkige afvoer en de slecht doorlatende ondergrond kon hier in het Holoceen hoogveengroei optreden.

De hooggelegen vlakte langs de grens ligt op 40 à 42 m +NAP. Over een afstand van 500 meter daalt het maaiveld aan de westzijde naar circa 36 m +NAP. Het maaiveld van het veen in de kom in het hooggelegen deel ligt op circa 40,8 m +NAP, terwijl de zandondergrond hier op ongeveer 40,0 à 40,3 m +NAP ligt.



Figuur 2.5 Gemorfologische kaart (Stiboka 1977)

Schaal 1 : 50.000



Figuur 2.6 Hoogtekaart

Schaal 1:10.000

2.4 Bodem

In figuur 2.7 is de bodemkaart opgenomen (Stiboka, 1972). In het gebied liggen hoofdzakelijk zandgronden, veelal veldpodzolgronden. In de beekdalen van de Buurserbeek en de Hegebeek en in laagten van het dekzandgebied liggen beekeeerd- en gooreerdgronden. In het centrum van het hoogveenrestant en rondom de vennen liggen veengronden. In de natste delen betreft het vlietveengronden. De bodem bestaat hier uit een waterrijke, gereduceerde, ongerijpte, slappe veenmassa. Het veen bestaat uit veenmosveen en ander slap organisch materiaal. In delen die iets periodiek iets oppervlakkig uitdrogen zijn vlierveengronden aanwezig: de bovenste 10 à 15 cm is hier veraard. Op de overgangen van de veengronden naar de zandgronden liggen moerige (podzol) gronden.

LEGENDA VAN DE BODEMKAART

ZANDGRONDEN

moderpodzolgronden			humuspodzolgronden					eerdgronden		vaaggronden	
holtpodzolgronden	loopodzolgronden		haarpodzolgronden	veldpodzolgronden		laarpodzolgronden	enkeerdgronden	gooreerdgronden	beekeerdgronden	duinvaaggronden	vlakvaaggronden
organische stofklasse van de bovenste 20 à 30 cm										organische stofklasse van het stuifzanddek	
matig humeus			humeus	humeus en humusrijk		humeus			humeus en humusrijk	uitersten zeer humusarm	zeer en matig humusarm	uitersten zeer humusarm	zeer en matig humusarm
dikte van de humushoudende bovengrond (A1) in cm										dikte van het stuifzanddek in cm				tex zandg
< 15	15 - 30	30 - 50	< 15	15 - 30	< 15	15 - 30	30 - 50	> 50	< 15	15 - 30	30 - 50	< 15	15 - 30	30 - 50	40 - 120	40 -> 120	< 40	40 - 120	

hoog en middelhoog; GHG dieper dan 40 cm - maaiveld

tY74 | nHd52 | tHd52 | nHn52 | tHn52 | tZn52 | aZd51 | bZd51 | matig g

matig f

matig f

nY53 | tY53 | cY53 | cHn53 | EZ53 | cZn53 | nZg53 | cZg53 | matig f

aZna51 | bZna51 | matig f

nHna52 | tHna52 | nZna52 | tZna52 | matig f

cHna53 | EZa53 | cZna53 | matig f

tHna44 | nZna44 | tZna44 | cZna44 | nZga44 | tZga44 | cZga44 | zeer er matig f

tZga46 | zeer er matig f

laag en zeer laag; GHG ondieper dan 40 cm - maaiveld

MOERIGE GRONDEN

moerige podzolgronden moerpodzolgronden		moerige eerdgronden broekeerdgronden			
aard van de bovenste 15 à 40 cm (dek)					
kleiarme moerige eerdlaag	zanddek zonder minerale eerdlaag	kleiige moerige eerdlaag	kleiarme moerige eerdlaag	zanddek zonder minerale eerdlaag	aard van de ondergrond
aWp	zWp				zand met humuspodzol - B
		hWz	aWz	zWz	zand zonder humuspodzol - B

VEENGRONDEN

rauwveengronden: meerveengronden	rauwveengronden: vlierveengronden	rauwveengronden: vlietveengronden			
aard van de bovenste laag (dek)					
zanddek (15 à 40 cm) overwegend zonder eerdlaag	weinig veraard veen (max. 10 à 15 cm)	ongerijpt vanaf maaiveld	begindiepte van de minerale ondergrond in cm	aard van de minerale ondergrond of veensoort
	Vp	Vop	40 - 120	zand met humuspodzol - B
zVz	Vz	Voz	40 - 120	zand zonder humuspodzol - B
	Vs	Vos	> 120	veenmosveen
zVc		Voc	> 120	broekzeggeveen

KLEIGRONDEN

oude kleigronden

tKk kalkloze kleigronden met een dunne minerale eerdlaag

TOEVOEGINGEN

signatuur op de kaart	omschrijving	voorkomend binnen kaartvlakken van:
(1)	stuifzanddek dunner dan 40 cm	nHd52, tHd52, nHn52, tHn52, nHna52, tHna52
(2)	keileem beginnend tussen 40 en 120 cm	tHn52, EZ53, nHna52, tHna52, tHna44, cHna53 EZa53, nZna52, tZna52, tZna44, cZna44 tZga44, cZga44, aWp, zWp, aWz, Vp
(3)	veenlaag, 40 à 80 cm dik, beginnend tussen 40 en 120 cm	EZa53, bZd51, bZna51, tZga44
(4)	podzolprofiel in de ondergrond beginnend tussen 40 en 120 cm	bZd51, bZna51

VERGRAVEN GRONDEN

afzonderlijke kaarteenheden	toevoegingen bij de kaarteenheden	omschrijving	
(aa)	(a)	afgegraven	tenminste 20 à 40 cm
(hh)	(h)	opgehoogd	
(qq)	(q)	vergraven	
	(e)	geegaliseerd	
	(r)	rabatten	

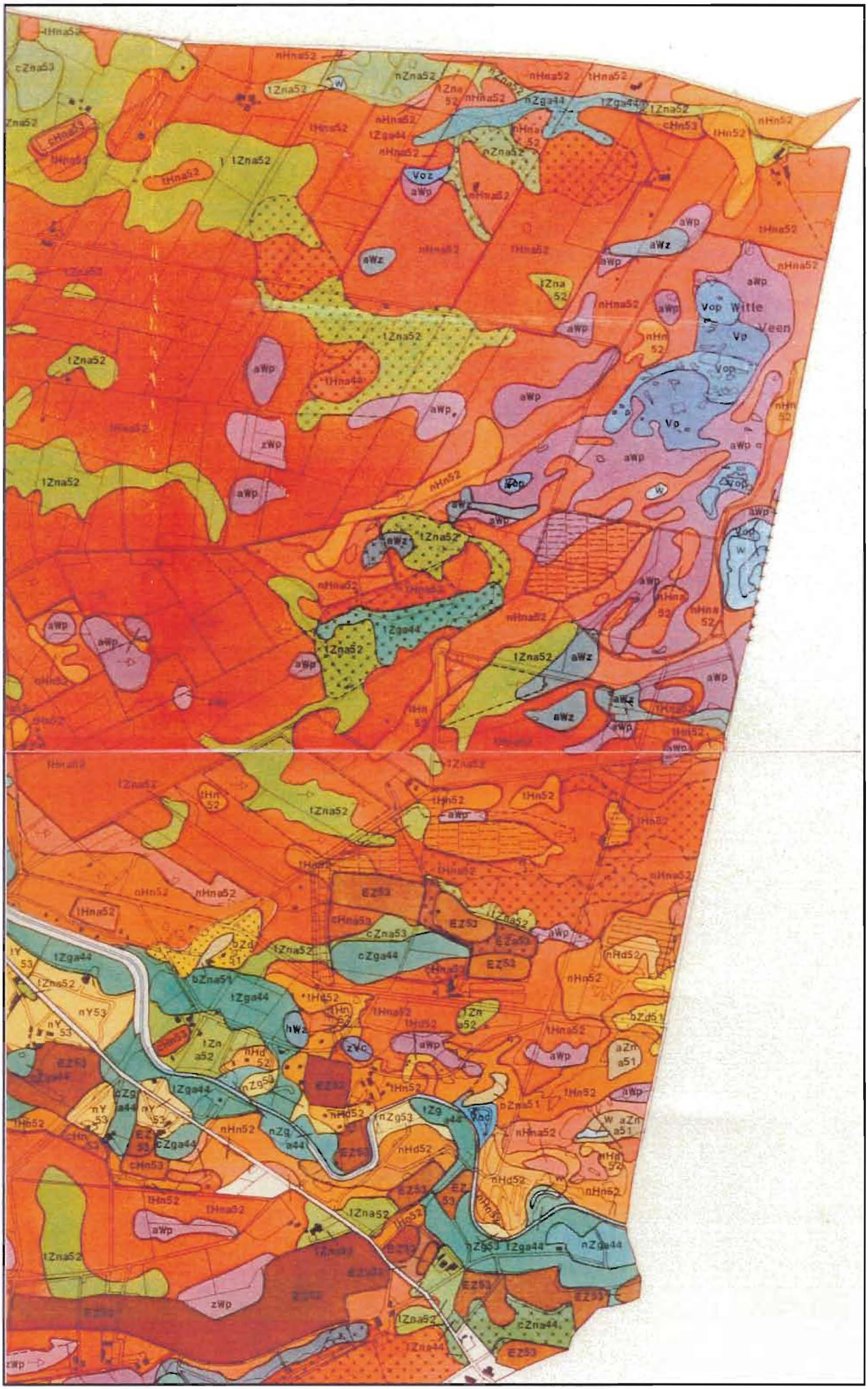
(...) cijfer of letter in het rapport (s) waarmee de betreffende toevoegingen en vergraven gronden zijn aangegeven

OVERIGE ONDERSC

w water

niet geka

1 cm²



Figuur 2.7 Bodemkaart Witte Veen (Stiboka 1977)

2.5 Waterhuishouding

Op de kaart van figuur 2.1 is ook het waterlopenstelsel aangegeven. Het Witte Veen ligt op de waterscheiding van de stroomgebieden van de Buurserbeek in het zuiden en de Hegebeek in het noorden. Langs de Buurserbeek traden door toegenomen piekafvoeren als gevolg van grootschalige ontginningen verder bovenstrooms aan het einde van de 19^{e} en begin van de 20^{e} eeuw vaak overstromingen op. Om de overstromingen tegen te gaan is de beek in de jaren dertig rigoureus genormaliseerd: het profiel werd sterk verruimd en de bochten werden verflauwd. Sinds de normalisering is in de beek een groot aantal stuwen aangebracht. Hiermee wordt de erosie van de rechtgetrokken beek in dit hellende gebied tegengegaan en wordt ervoor gezorgd dat de laaggelegen gronden in het dal voldoende drooglegging hebben voor landbouwkundig gebruik. Door toename van piekafvoeren heeft de Hegebeek zich in de loop der tijd steeds verder ingesneden. Eind jaren negentig zijn ter bestrijding van de erosie drempels in de loop aangebracht.

In en rondom het natuurgebied liggen een aantal zijlopen die op de hoofdlopen afwateren. Deze waterlopen zijn met name aangelegd voor de ontwatering en afwatering van landbouwgronden. In het kader van de relatienota zijn veel landbouwgronden door Natuurmonumenten verworven. In de nieuw verworven delen zijn de afgelopen jaren veel waterlopen afgedamd en gedempt. Het doel hiervan was behalve het vernatten van de gronden zelf ook het vormen van een hydrologische bufferzone rondom de hoogveen-kern. Recentelijk zijn door de Duitse natuurbescherming ook aan de oostzijde van het gebied gronden verworven. Met name verwerving van de akker direct ten oosten van het hoogveen is hierbij van groot belang. In het voorjaar van 2002 zijn hier inrichtingsmaatregelen getroffen: de drainage is verwijderd en de voedselrijke bouwvoor is afgegraven.

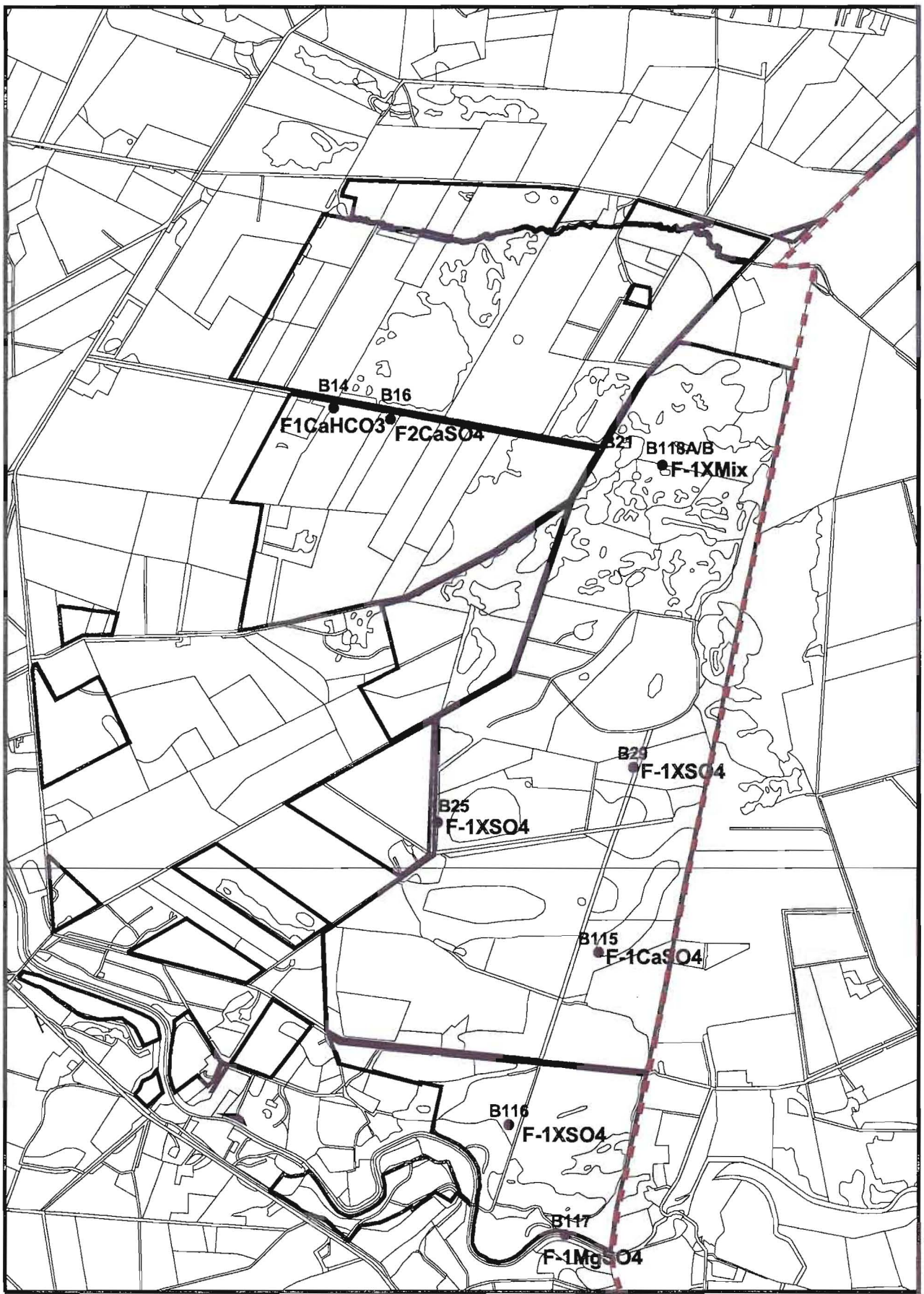
Ten behoeve van de waterconservering in het hoogveengebied is in 2000 aan de noordzijde een keileemdam aangebracht. De waterhuishoudkundige inrichting van het Witte Veen en de directe omgeving is echter nog steeds niet geheel geoptimaliseerd. In het bosgebied ten zuiden van het Witte Veen zijn op enkele plekken nog trajecten van waterlopen blijven liggen. Hoewel deze waterlopen verder benedenstrooms gedempt zijn oefenen ze als gevolg van de sterke helling die in het gebied aanwezig is nog steeds een drainerende invloed uit. Deze invloed werk door tot in het zuidelijke deel van het hoogveen-gebied van het Witte Veen: als gevolg van deze verdroging is hier een soortenarme Pijpestrootje-vegetatie aanwezig (zie vegetatiekaart, figuur 2.9). Het wordt niet uitgesloten dat ook op andere plekken nog lekkages aanwezig zijn (zuidwesthoek).

2.6 Waterkwaliteit

In maart 1993 is in het Witte Veen een waterkwaliteits-onderzoek uitgevoerd. De analyse-resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in bijlage 1. In het onderzoek zijn verspreid over het gehele natuurgebied 12 grond- en oppervlaktewatermonsters genomen. Alle watermonsters zijn getypeerd volgens de Stuyfzand-classificatie. Deze watertypen zijn op de kaart van figuur 2.8 weergegeven. De uitleg van de Stuyfzandclassificatie wordt in bijlage 1 gegeven.

Het grondwater is over het algemeen atmoclien en zuur (watertype F-1XSO4 / F-1CaSO4 en pH-waarde van circa 5). Het watertype is kenmerkend voor infiltratie in kalkloze zandgronden. Ook het (grond)water in het dal van de Buurserbeek (B116, B117 en oppervlaktewater van de meander) heeft dit karakter: dit wijst erop dat er zelfs in het dal sprake is van infiltratie.

De chloride-concentraties, ammonium en nitraatconcentraties zijn over het algemeen vrij laag (chloride < 20 mg/l, ammonium < 1 mg/l en nitraat afwezig). Alleen bij B16 en in de Buurserbeek zijn verhoogde chloride- en nitraatwaarden geconstateerd (chloride circa 40 mg/l en nitraat 3 à 9 mg/l), hetgeen wijst op bemestingsinvloeden. De enige plekken waar basenrijk, gebufferd water is aangetroffen zijn peilbuizen B14, B16 en de Buurserbeek. De basenrijkdom hangt hier samen met landbouwkundige beïnvloeding (bekalking). Het water van de Buurserbeek wordt echter ook op natuurlijke wijze aangerijkt: verder bovenstrooms bij de Haarmühle wordt een laag Wellen- of Rimpelkalk (afzetting uit het Trias) aangesneden.



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 2.8 : Watertypen volgens Stuyfzand (zie bijlage 1 voor verklaring en volledige waterkwaliteitsgegevens)

Datum: 28 mei 2002
Schaal 1 : 10.000

2.7 Vegetatie en flora

De vegetatietypen die in het natuurgebied en de omgeving voorkomen zijn weergegeven in figuur 2.9. Op de kaart is de verspreiding van alle hoofdtypen volgens de kartering van de Provincie Overijssel weergegeven. De beschrijving in de tekst is gebaseerd op informatie uit het beheerplan van Natuurmonumenten. Hoewel in grote lijnen de beschreven typen in het beheerplan en de weergegeven typen op de kaart van de Provincie overeenstemmen zijn er in een aantal gevallen wel verschillen in interpretatie aanwezig. Daarnaast is de beschrijving van de voorkomende typen in het beheerplan soms gedetailleerder dan de weergave van de typen op de vegetatiekaart van de Provincie.

Witte Veen

Op de vlietveengronden (GT I) van de venoevers en in de veenputten zijn verlandings- en venoevervegetaties van Veenpluis en Waterveenmos aanwezig (Scheuchzerietea, aangegeven als trilveenachtige venvegetatie op de vegetatiekaart). Hierin kunnen ook de volgende soorten voorkomen: Eénarig wollegras, Witte snavelbies en Kleine zonnedauw. Het eerste stadium van verlanding bestaat uit drijvende tapijten van Waterveenmos. In een later stadium komen hier ook Knolrus en Vensikkelmos in voor. In een nog later successiestadium treedt Witte snavelbies op samen met onder andere Lavendelheide (Sphagno-Rhynchosporetum albae). Lavendelheide is op één plekje in het Witte Veen aanwezig.

In het Witte veen zijn op grote schaal Dopheide-vegetaties aanwezig. Daarbij kunnen een aantal subtypen onderscheiden worden (niet aangegeven op vegetatiekaart). Op de moerpodzolgronden (GT II en III) groeien met name dopheide-veenpluis vegetaties (Ericetum tetralicis subass. sphagnetosum). Karakteristieke soorten zijn hier: dopheide, veenpluis, Sphagnum tenellum en S. papillosum. Andere voorkomende soorten zijn: Witte snavelbies, Eénarig wollegras, Kleine zonnedauw en Waterveenmos. Voor een deel groeit deze vegetatie op gedegenereerd hoogveen. Op de Veldpodzolgronden (GT V) groeien typische dopheide-vegetaties (Ericetum tetralicis typicum). Dominante soort is dopheide en plaatselijk treedt vergrassing op met Pijpestrootje. In de vegetatie komen soorten als Veenbies, Klokjesgentiaan en Heidekartelblad voor.

Ten zuiden van het open heidegebied is een groot grove dennenbos aanwezig. In dit dennenbos zijn nog trajecten van waterlopen aanwezig. Hoewel deze waterlopen verder benedenstrooms gedempt zijn oefenen ze als gevolg van de sterke helling die in het gebied aanwezig is nog steeds een drainerende invloed uit. Deze invloed werk door tot in het zuidelijke deel van het hoogveen-gebied van het Witte Veen: als gevolg van deze verdroging is hier een soortenarme Pijpestrootje-vegetatie aanwezig.

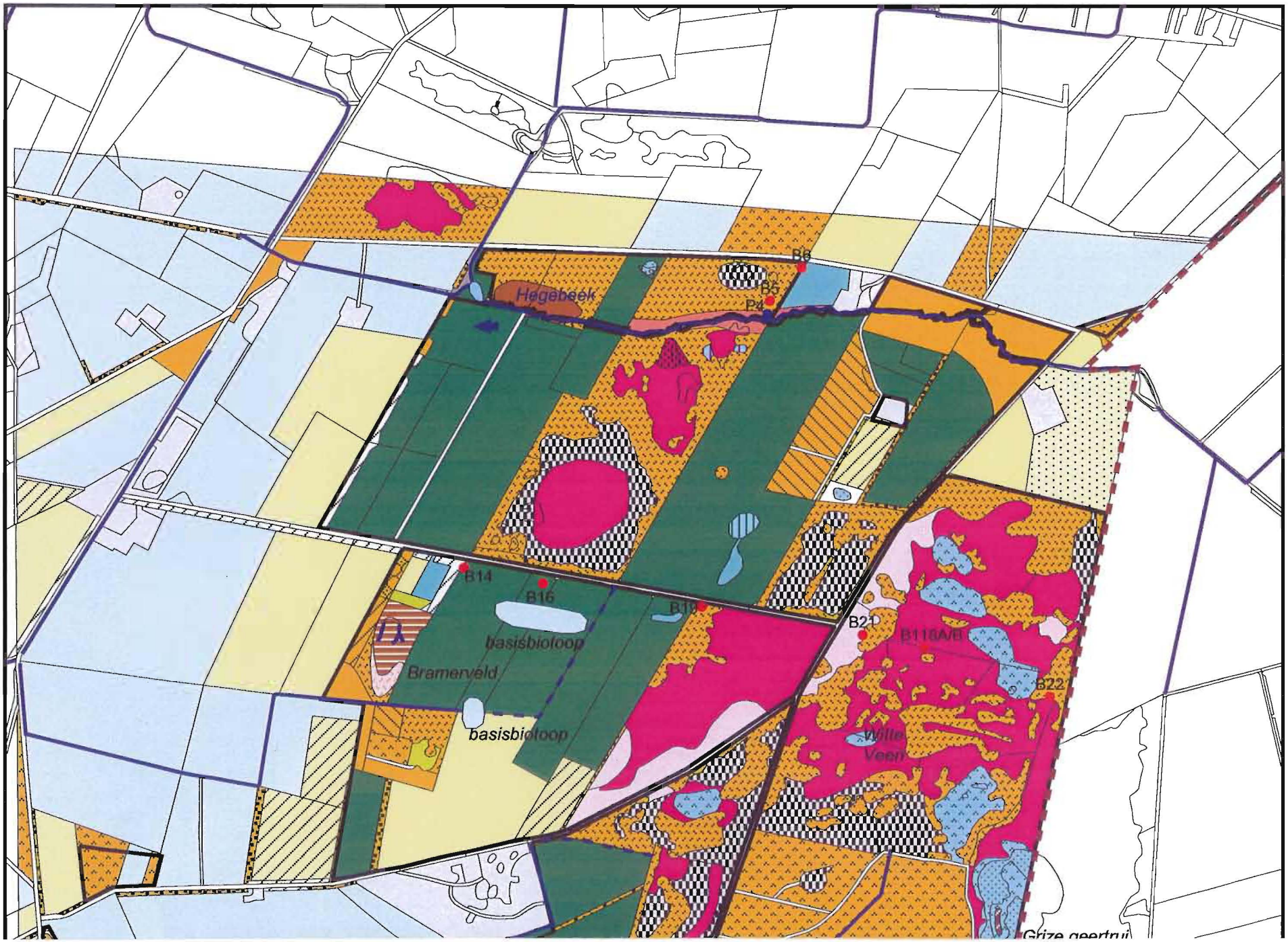
In het veengebied komt op veel plekken bosopslag voor. Het betreft meestal opslag van Berk en aan de zuidzijde groeit ook Grove den. De bosopslag is de afgelopen decennia met name in de centrale delen toegenomen. In de Dopheide vegetaties is ook Pijpestrootje veelvuldig aanwezig. De bosopslag en de aanwezigheid van Pijpestrootje zorgen door extra verdamping ook voor verdroging van het veengebied.

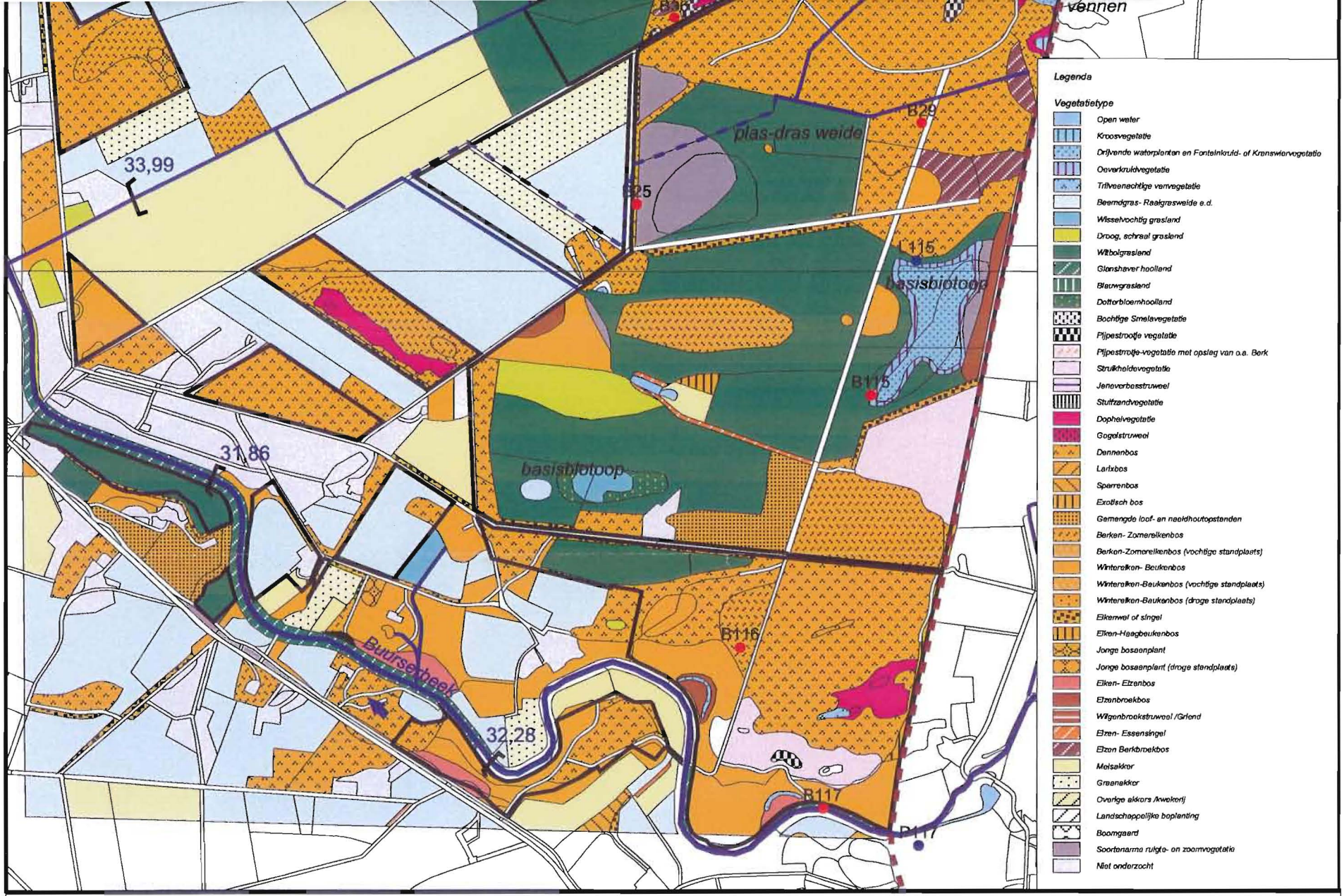
Graslanden en basisbiotopen

De graslanden die al wat langer in beheer zijn worden voor het grootste deel gekenmerkt door een dominantie van Gestreepte witbol, die genmerkend is voor verschraling. In deze graslanden worden soorten als Tormentil, Blauwe zegge en Margriet gevonden. De meer soortenrijke graslanden kunnen tot de kamgrasweiden gerekend worden. Soorten die hier voorkomen zijn: Ruw beemdgras, Witte klaver, Moerasrolklaver, Kruipend zenegroen, Kleine egelskop, Schapezuring en Vogelmuur. Het voorkomen van Schapezuring duidt op een afname van voedselrijkdom. In een zone rond het meest zuidelijk gesitueerde basisbiotoop wordt op de vegetatiekaart een zone met Dotterbloem-hooiland onderscheiden.

In de oeverzone van het basisbiotoop bij L115 en B115 komen een aantal bijzondere soorten voor. Zo is daar Duizendknoopfonteinkruid, Dwergzegge, Pilvaren, Moerashertshooi, Schildereprijs, Vlottende bies en het zeer zeldzame Waterlepeltje gevonden. De vegetatie wordt hier gerekend tot het Oeverkruid-verbond.

In laaggelegen delen langs de Buurserbeek komt plaatselijk elzenbroekbos voor. Op enkele plekken is Bosbies en Beekpunge aanwezig: deze soorten indiceren het voorkomen van kalkrijk (kwel)water. Langs de Hegebeek zijn beekbegeleidende bossen aanwezig met soorten als Bleeksporig bosviooltje, Geschubde mannetjesvaren, Wijfjesvaren, IJle zegge en Dolle kervel.


B6
B5
P4
Hegebeek
B14
B16
basisbiotoop
Bramerveld
basisbiotoop
B22
Witte
Veen

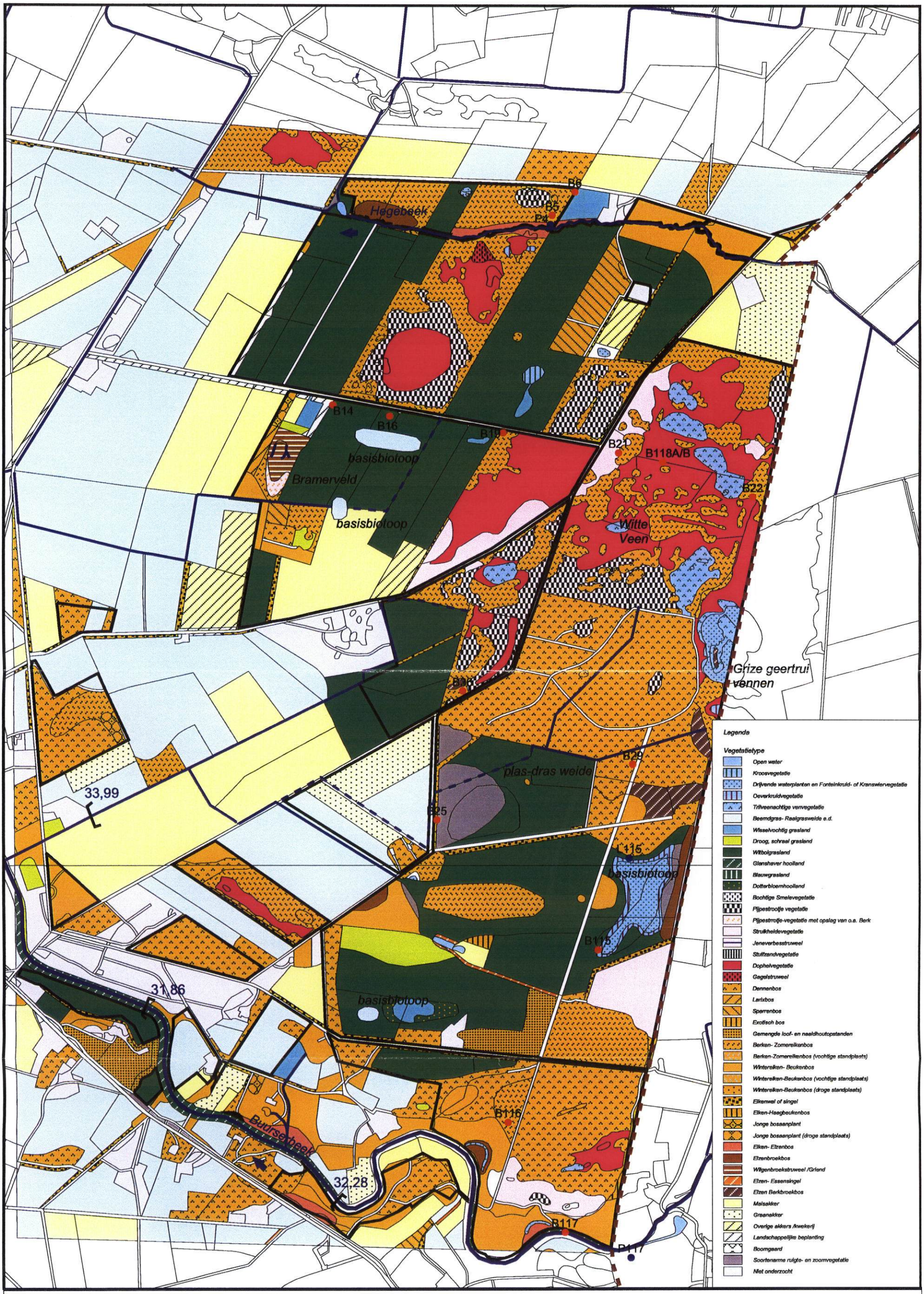


Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 2.9 : Vegetatiekaart

Datum 28 mei 2002
Schaal 1:10.000



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 2.9 : Vegetatiekaart

Datum 28 mei 2002
Schaal 1:10.000

3 Hydrologie

3.1 Technische gegevens van het hydrologisch meetnet

Van oorsprong is het meetnet van het Witte Veen in 1980 in het kader van de ruilverkaveling Haaksbergen geplaatst. Het oorspronkelijke meetnet is bij een eerdere revisie in 1993 behoorlijk uitgedund. Voor de monitoring van het (grond)waterstandsverloop van een aantal waardevolle terreindelen en het verkrijgen van inzicht in de hydrologische samenhang van het natuurgebied met de Buurserbeek is toen ook een aantal meetpunten toegevoegd (Meetpunten B115, L115, B 116, B117, B118A en B118B). Het meetnet zoals dat in de huidige situatie aanwezig is weergegeven op de kaart van figuur 2.1. In bijlage 2 wordt een volledig overzicht van de stamgegevens van de meetpunten gegeven.

De technische staat van het meetnet is bepaald aan de hand van een controle-meting in het veld en de analyse van de waterstands-meetreeksen. Bij de nameting zijn middels een landmeting de referentie-hoogten van de meetpunten gecontroleerd en is de lengte van de buizen opnieuw gemeten. Tevens zijn de buizen schoongepompt, waarmee verstopping van de filters wordt tegengegaan zodat toestroming van water naar het filter ongehinderd kan plaatsvinden.

In tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de controle-meting die in het kader van deze revisie werd uitgevoerd. De technische staat van het meetnet is redelijk goed. Bij de controle-meting bleken de referentie-hoogten bij benadering allemaal nog te kloppen (afwijking van 0 tot 4 cm, alleen bij B5 een afwijking van 7 cm, maar dit is een verdachte buis, zie hieronder). Sommige peilbuizen waren waarschijnlijk als gevolg van een lekkend filter onderin wat zandig, maar dit is niet nadelig voor de accurate waarneming van de grondwaterstanden.

Bij de controle-meting in het veld en bij de analyse van de waterstandsreeksen zijn verder de volgende onvolkomenheden naar voren gekomen:

- Peilschaal L115 wordt op opnameformulieren vermeld als P115: gegevens worden niet of niet correct verwerkt in DINO.
- B115 en L115 staan in natte wintersituatie periodiek onder water.
- Nadat B118B in juli 2000 is hersteld is het verloop van de grondwaterstand geheel identiek aan dat van B118A: de grondwaterstand in het veen is altijd gelijk aan die in de zandondergrond. Van 1993 tot en met april 1995 zijn de buizen B118A en B118B bij de opname met elkaar verwisseld: hierdoor lijkt het alsof er een waterstandsverschil van 14 cm aanwezig is. Bij correctie zal de reeks van B118A zeven cm hoger liggen en die van B118B zeven cm lager.
- B5 valt vanaf omstreeks 1994 in de zomer vaak droog. De buis lijkt volgens de reeks al droog te vallen op circa 40 cm boven het niveau van de onderkant van de buis volgens de stamgegevens in DINO (35,59 m +NAP). Bij het nameten van de buizen tijdens deze evaluatie wordt voor de onderkant van de buis een hoogte van 39,93 vastgesteld: er is dus inderdaad iets mis met de buis. Bij het schoonpompen is echter geen verstopping door zand geconstateerd. Wellicht is er een tak of iets dergelijks in de buis terecht gekomen.
- B25 staat periodiek onder water door waterconservering in plas-dras weide.
- B14 staat in natte perioden ook periodiek onder water.

Tabel 3.1 *Resultaten van de controle-meting naar de technische staat van het hydrologisch meetnet Witte Veen*

	Bovenkant meetpunt in m NAP			Bk meetp.	Maaiveld	Tot.lengte	Filterlengte	Bov. filter	Ond. Filter	Diameter	
Meetpunt	oud	nieuw	verschil (cm)	in cm mv	in m NAP	in m	in m	in m NAP	in m NAP	(mm)	Opmerking
B5	37.52	37.45	-7	4	37.41	1.52	0.5	36.43	35.93	32	
B6	37.43	37.44	1	-8	37.52	2.19	0.75	36.00	35.25	25	
B14	35.47	35.48	1	-2	35.50	1.85	0.75	34.38	33.63	25	zandig, (onder water)
B19	40.25	40.26	1	-4	40.30	1.92	0.75	39.09	38.34	25	
B21	41.69	41.70	1	-9	41.79	2.23	0.75	40.22	39.47	25	
B22	41.70	niet opnieuw ingemeten		-9	41.79	2.20	0.75	40.25	39.50	25	moeilijk bereikbaar
B25	38.85	38.83	-2	-4	38.87	2.16	0.75	37.42	36.67	25	onder water
B29	40.04	40.00	-4	-3	40.03	2.41	0.5	38.09	37.59	32	
B36	40.38	40.34	-4	-3	40.37	1.44	0.5	39.4	38.9	32	
B115	40.56	40.53	-3	8	40.45	1.24	0.5	39.79	39.29	32	onder water
B116	38.57	38.54	-3	11	38.43	3.89	0.5	35.15	34.65	32	
B117	34.25	34.21	-4	-3	34.24	2.24	0.5	32.47	31.97	32	
B118B	40.95	40.96	1	12	40.84	0.95	0.4	40.41	40.01	32	
B118A	41.07	41.07	0	23	40.84	1.45	0.5	40.12	39.62	32	
P4	36.62	36.63	1								
P117	35.20	35.17	-3								
L115	39.63	niet opnieuw ingemeten									onder water, niet bereikbaar

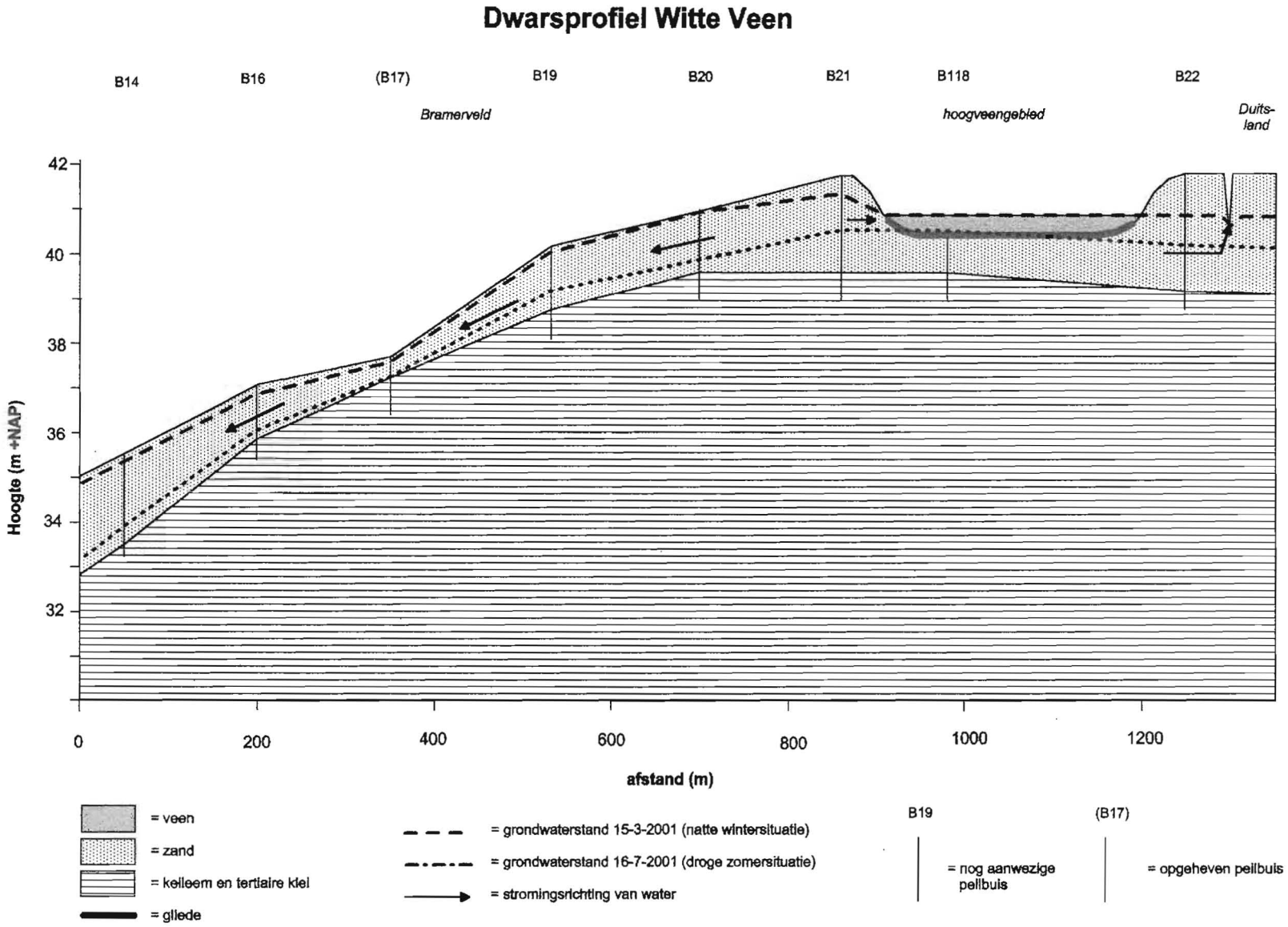
3.2 Grondwaterstromingspatronen

In figuur 3.1 is een hydrologisch dwarsprofiel van het Witte Veen opgenomen. Stroming van grondwater vindt alleen plaats in de zeer dunne, oppervlakkig gelegen dekzandlaag. Als gevolg van de aanwezigheid van stugge keileem en tertiaire klei treedt (nagenoeg) geen infiltratie van water naar de ondergrond op. Dit geldt niet alleen voor het gebied waar de raai van het dwarsprofiel gesitueerd is maar is typerend voor het gehele natuurgebied: ook bij alle andere meetpunten van het hydrologisch meetnet wordt binnen een diepte van 1 à 4 meter beneden maaiveld de slecht doorlatende keileem aangetroffen en direct hieronder ligt de tertiaire klei. Alleen in het diep uitgesleten dal van de Buurserbeek ontbreekt de keileem plaatselijk en begint de slecht doorlatende ondergrond van de tertiaire klei pas op een diepe van circa 8 meter (TNO, 1973).

In het Bramerveld (B14 tot B20) is als gevolg van de steile helling van nature een relatief sterke grondwaterstroming aanwezig. In het vlakke, hooggelegen deel met het Witte Veen (B21 tot B22) is de grondwaterstroming van nature veel zwakker. Als gevolg van de drainerende werking van de waterlopen in de akker aan de oostzijde van het Witte Veen (op Duits grondgebied) verliest het zandpakket onder het Witte Veen echter grondwater.

Infiltratie van water vanuit een intact hoogveen naar het zandpakket wordt bemoeilijkt door de aanwezigheid van een slecht doorlatende gliede-laag aan de basis van het veenpakket. Bij B118 is deze laag ook aangetroffen. De waterstand in het hoogveen (B118B) is echter het gehele jaar door precies gelijk aan de grondwaterstand in de zandondergrond (B118A): dit geeft aan dat er sprake is van (sterke) lekkage van de gliede. De verlaging van de grondwaterstand in de zandondergrond leidt zodoende tot waterverlies vanuit het hoogveengebied.

In de wintersituatie is het peil in de zandgrond aan de westzijde (B21) hoger dan het peil in het veen: de rand van het hoogveen worden gevoed met lateraal toestromend grondwater. Gezien de overeenkomstige geohydrologische opbouw mag in een natuurlijke situatie aan de oostkant dezelfde toestroming verwacht worden. Deze toestroming wordt in de huidige situatie echter ongedaan gemaakt door de drainerende werking van de waterlopen. Nu dat de akker aan de Duitse zijde is aangekocht zijn er goede perspectieven om het waterverlies aan de oostzijde tegen te gaan en de laterale toestroming in natte perioden te herstellen.



Figuur 3.1 Hydrologisch dwarsprofiel Witte Veen

3.3 (Grond)waterstandsverloop in relatie tot natuurdoeltypen

3.3.1 Interpretatie-methodiek

Tijd-stijghoogte lijnen

In bijlage 3 zijn voor alle meetpunten van het Witte Veen grafieken van het grondwaterstandsverloop opgenomen: dit zijn de zogenaamde tijd-stijghoogte lijnen. In elke grafiek is tevens het maaiveldsniveau, de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) aangegeven.

Omdat de grondwaterstanden niet altijd twee keer per maand maar soms ook één keer per maand of zelfs één keer per drie maanden zijn opgenomen zijn de GHG's en GLG-'s op simpele, visuele wijze uit de tijd-stijghoogte grafieken afgeleid: de punten met de jaarlijks hoogste, respectievelijk laagste grondwaterstand zijn met elkaar verbonden en van deze krommen zijn de gemiddelden bepaald. Van de volledige meetreeksen van een aantal punten waarvan duurlijnbundels vervaardigd zijn (zie verderop in deze paragraaf en bijlage 4) zijn ter controle op nauwkeurige wijze de GHG's en GLG's bepaald: van elk jaar zijn de drie hoogste, respectievelijk laagste waarnemingen geselecteerd en op grond hiervan zijn de gemiddelden berekend (resultaten: zie bijlage 4). Bij de controle bleek dat de afgeleide waarden via de simpele methode bij benadering goed klopten: de afwijkingen bedroegen hooguit 5 à 10 cm.

Bij sommige meetpunten wijkt het maaiveldsniveau van de plek van het meetpunt af van het maaiveldsniveau van de relevante (grondwatergebonden) vegetatie in de directe omgeving. In die gevallen is het maaiveldsniveau van de interessante vegetatie in de omgeving in de grafiek weergegeven (en dus niet de maaiveldshoogte uit de stamgegevens).

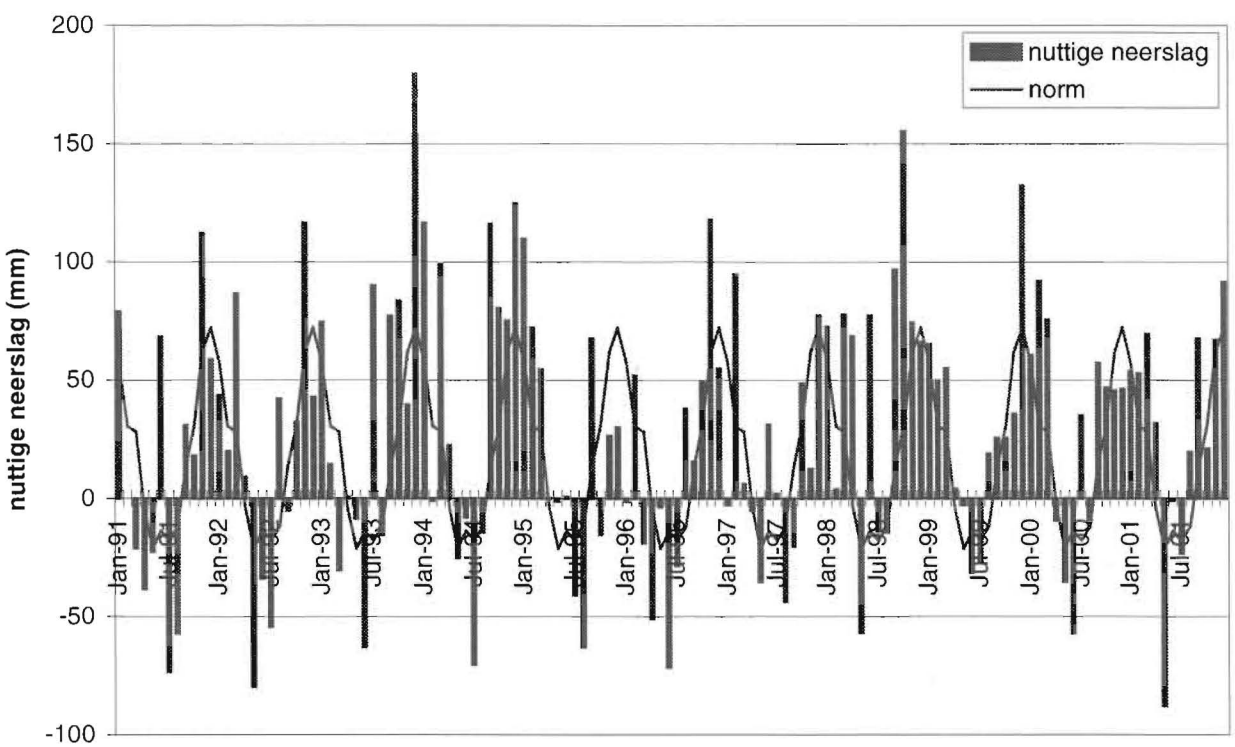
Variatie in neerslagoverschot

Bij de interpretatie van de waterstandsfluctuatie-grafieken moet rekening gehouden worden met de variatie in neerslagoverschotten in de verschillende perioden. Dit geldt met name voor interpretatie van nog korte meetreeksen of voor interpretatie van effecten van recentelijk uitgevoerde maatregelen. In figuur 3.2 wordt daarom ook het verloop van het maandelijks neerslagoverschot in de periode 1991 – 2001 weergegeven. In de grafiek zijn tevens de normale maandwaarden weergegeven. De neerslagcijfers zijn afkomstig van KNMI-station Enschede. Omdat de afstand van het station tot het natuurgebied redelijk groot is (10 km) en met name in de zomer grote lokale verschillen aanwezig kunnen zijn in neerslaghoeveelheden moet niet blindelings vertrouwd worden op de absolute waarden van het neerslagoverschot.

Referentiebuizen

Als tweede hulpmiddel voor de interpretatie wordt daarom gebruik gemaakt van grondwaterstandsmeetpunten in het Witte Veen die beschouwd kunnen worden als referentie-buizen. Dit zijn buizen in het hooggelegen centrale deel van het natuurgebied die buiten de invloedsfeer van waterlopen vallen en waar het verloop alleen of hoofdzakelijk verklaard wordt door het neerslag- en verdampingspatroon. Het betreft hier buizen B6 en B21.

Uit de grafieken van de referentie-buizen blijkt dat zowel de jaarlijkse hoogste grondwaterstanden als de jaarlijkse laagste grondwaterstanden behoorlijk kunnen variëren. Belangrijke constatering voor interpretatie van korte reeksen is dat de zomersituaties van 1998 en 2001 bij benadering overeenkomen met GLG-situatie. De wintersituatie van 2000/2001 komt overeen met de GHG-situatie. De jaren 1989, 1992, 1994, 1995 en 1996 waren droog tot zeer droog. De zomers van 1999, 2000 en de winter van 1998/1999 waren nat.



Figuur 3.2 *Verloop van het maandelijkse neerslagoverschot in de periode 1991-2001 (KNMI-neerslagstation Enschede)*

Duurlijnen

De grondwaterstandsgegevens van een aantal peilbuizen zijn verwerkt tot duurlijnen. Een duurlijn is een cumulatief diagram van grondwaterstanden van één jaar, waarbij de duur wordt aangegeven dat een bepaalde grondwaterstand wordt overschreden. Om een goed beeld van de gemiddelde situatie te krijgen zijn daarbij telkens van een aantal jaren duurlijnen vervaardigd. Tezamen vormen ze een duurlijnenbundel waarvan de gemiddelde duurlijn bepaald is.

De overschrijdingsduur van bepaalde grondwaterstanden (bijvoorbeeld de inundatieduur of de periode met grondwaterstanden dicht onder maaiveld) is sterk bepalend voor de soortensamenstelling van de vegetatie. Voordeel van de duurlijn ten opzichte van de tijd-stijghoogtelijn is dat zo veel eenvoudiger de duur bepaald kan worden dat een bepaalde waterstand wordt overschreden.

Voor het afleiden van duurlijnen zijn goede meetreeksen zonder al te veel onderbrekingen noodzakelijk. Verder heeft de afleiding van een duurlijn alleen toegevoegde waarde ten opzichte van de gewone tijd-stijghoogte grafiek voor de karakterisering van het grondwaterstandsverloop bij meer kritische, grondwatergebonden vegetaties. Op grond van deze criteria zijn voor het Witte Veen de volgende meetpunten duurlijnenbundels vervaardigd: B118A (hoogveen-restant) en B16 (aangrenzende natte heide).

Relatie grondwaterstandsverloop met vegetatie en flora

Per deelgebied wordt een relatie gelegd tussen het grondwaterstandsverloop en de actuele vegetatie en flora. Tevens wordt ingegaan op de gewenste ecologische situatie en het hiervoor vereiste grondwaterstandsverloop. Hierbij is gebruik gemaakt van de gegevens van het onderzoek "De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatie-typen van pleistoceen Nederland" (KIWA, 1998). De standplaatseisen die voor de verschillende vegetatie-typen van het Witte Veen ten aanzien van het (grond)waterstandsverloop gelden zijn in tabel 3.2 weergegeven.

Tabel 3.2 Gewenste waterstandregime per vegetatietype (KIWA, 1998)

Waterstandsregime	Mediane waterstand (cm -mv)	Hoogste waterstand (cm –mv)	Laagste waterstand (cm –mv)	Inundatie duur (%)
Scheuchzerietea (Klasse der hoogveenslenken)				
Sceuchzerietalia (orde van de hoogveenslenken), Rhynchosporion albae (verbond van Veenmos en Snavelbies)				
Sphagnetum cuspidati-obesi (Waterveenmos-associatie)	-43; -118/-1	-63; -124/-20	-10;-95/>0	88; 50/100
Sphagno-Rhynchosporetum (associatie van Veenmos en Snavelbies)	-14; -37/1	-21; -41/-6	4; -32/55	86; 33/100
RG Sphagnum cuspidatum	-48; -78/-19	-59; -89/-36	-30; -61/>0	100; 90/100
RG Eriophorum augustifolium-Sphagnum	-30; -57/9	-40; -61/5	-7; -52/48	77; 0/100
RG Eleocharis multicaulis-Sphagnum	9; -9/39	-18; -46/0	74; 12/123	43; 0/80
RG Juncus bulbosus-Sphagnum		"diep water tot matig nat"		
RG Molinia caerulea-Sphagnum		"nat tot matig nat"		
RG Juncus effusus-Sphagnum	-30; -78/0	-43; -84/-9	-5; -55/>0	80; 50/100
Oxycocco-sphagnetea (Klasse der hoogveenbulten en natte heiden)				
Ericetalia-tetralicis (Dopheide-orde), Ericion tetralicis (Dopheide-verbond)				
Lycopodio-rhynchosporetum (Ass. van moeraswolfsklauw en Snavelbies)		"nat tot vochtig"		
Erecitum tetralicis op minerale bodem (Ass. van Gewone dophei)	57; 12/85	11; -25/106	116; 41/250	8; 0/70
Erecitum tetralicis op veenbodem (Ass. van Gewone dophei)	30; 3/77	20; -28/72	57; 29/108	3; 0/65
Erecitum tetralicis sphagnetosum op minerale bodem (Ass. van Gewone dophei)	34; 13/78	4; -4/51	84; 41/133	13; 0/70
Erecitum tetralicis sphagnetosum op veenbodem (Ass. van Gewone dophei)	21; 3/57	11; -28/51	49; 32/75	5; 0/65
Erecitum tetralicis typicum op minerale bodem (Ass. van Gewone dophei)	59; 12/92	6; -25/31	126; 71/188	6; 0/35
Erecitum tetralicis typicum op veenbodem (Ass. van Gewone dophei)	39; 9/77	30; 1/72	65; 29/108	0; 0/0
Sphagnetalia magellanici (Hoogveenmos-orde), Oxycco-ericion (Hoogveenmos-verbond)				
Erico-sphagnetum magellanici (Ass. van Gewone dophei en Veenmos)	8; -16/57	1; -20/38	23; -4/100	22; 0/100
RG Eriophorum vaginatum		"zeer nat tot nat"		
RG Molinia caerulea		"matig nat tot vochtig"		
RG Myrica gale	15; 9/25	-5; -15/6	75; 28/99	7; 0/10

3.3.2 Behandeling per deelgebied

Witte Veen

De tijd-stijghoogte lijn van B118 geeft het verloop van de grondwaterstand in het Witte Veen weer. B118B geeft het verloop van de ondiepe waterstand in het veen zelf weer en B118A dat van de grondwaterstand in de zandondergrond. Bij de interpretatie van de reeksen moet er rekening mee gehouden worden dat het eerste deel van de reeksen fout opgenomen is (zie paragraaf 3.1, technische staat van het meetnet). In paragraaf 3.2 (grondwaterstromingspatronen) is aangegeven waarom het verloop van beide meetpunten geheel overeen komt. Bij de analyse van het waterstandsverloop wordt alleen B118A behandeld, omdat alleen deze meetreeks volledig is.

De grondwaterstandsgegevens zijn ook verwerkt tot een duurlijnenbundel (hiervoor zijn gecorrigeerde gegevens gebruikt). Uit zowel de tijd-stijghoogte lijn als de duurlijnenbundel blijkt dat de GHG aan maaiveld ligt terwijl de GLG 30 à 35 cm beneden maaiveld ligt. Alleen in droge jaren zakt het peil verder weg (1995 en 1996). In de zomer van 2001 zakt de waterstand minder ver weg dan in de zomer van 1998, terwijl bij de referentie-buizen (B6 en B21) het omgekeerde het geval is: dit wijst erop dat het gebied natter geworden is. De vernatting is waarschijnlijk te danken aan de aanleg van een dam in 2000 aan de noordzijde van het Witte Veen, waardoor het water beter in het veengebied geconserveerd blijft. Hoewel een absolute waarde voor de stijging pas over enkele jaren goed afgeleid kan worden lijkt het erop dat de GLG met circa 5 à 10 cm gestegen is.

Door de vernatting worden de mogelijkheden voor hoogveenherstel in het Witte Veen steeds beter. Onder de huidige omstandigheden (fluctuatie-bereik van circa 30 cm) kunnen soorten als Witte Snavelbies, Eenarige wollegras en Sphagnum papillosum zich verder uitbreiden. Indien ook aan de Duitse zijde waterconserveringsmaatregelen getroffen worden (dempen sloten) dan mag verwacht worden dat het fluctuatie-bereik nog verder vermindert waarmee de omstandigheden optimaal worden voor hoogveenherstel (fluctuatie-bereik van 25 cm). Dan is vestiging van soorten als Kleine veenbes en Lavendelheide mogelijk. Op termijn zullen door vorming van een voldoende dik veenmosdek de waterstandsfluctuaties nog verder afnemen, waarmee vestiging van S. Magellanicum mogelijk wordt en het climax-stadium van een levend hoogveen binnen bereik komt.

Bramerveld

De tijd-stijghoogte lijnen van de peilbuizen in het Bramerveld laten zien dat in het centrum van het gebied (B16 en B19) een stijging van de grondwaterstanden is opgetreden. Zowel bij B16 als bij B19 treedt omstreeks 1995 een verhoging van de GLG op. Bij B16 is de verhoging het meest spectaculair: de GLG stijgt met 60 cm (van 140 naar 80 cm -mv). In de duurlijnenbundel is mooi te zien dat de verhoging optreedt in de gehele droge helft van het jaar en dat in de nieuwe situatie de periode met grondwaterstanden nabij maaiveld zeer langdurig is (70 % van de tijd ligt de grondwaterstand minder dan 30 cm onder maaiveld). Bij B19 treedt een verhoging in de GLG op van 20 cm (van 100 naar 80 cm –mv). De verhogingen zijn te danken aan het dempen van een waterloop in nieuw verworven landbouwgronden.

In de nieuw verworven gebieden zijn nu goede ontwikkelings-mogelijkheden voor vochtige graslandvegetaties ontstaan terwijl in de heide-gebieden van het Bramerveld de ontwikkelingsmogelijkheden van meer kritische, grondwatergebonden dopheide-vegetaties zijn toegenomen. Terwijl onder de omstandigheden in verleden hooguit geschikt waren voor vochtige heide (Ericetum tetralicis typicum) zijn de omstandigheden nu geschikt voor veenmosrijke natte heide (Ericetum tetralicis sphagnetosum).

Uit de tijd-stijghoogte lijn van B14 blijkt dat in de overgangszone van het Bramerveld naar de verder westelijk gelegen landbouwgronden een daling van de GLG is opgetreden: vanaf begin jaren negentig is de GLG met circa 30 cm verlaagd (van 120 naar 150 cm - mv). Vermoedelijk heeft dit te maken met verlaging van het drainage-niveau in het landbouwgebied door aanleg en of verdieping van sloten in het kader van de ruilverkaveling.

Dal Hegebeek

Het drainageniveau in de Hegebeek (P4) is door de aanleg van drempels vanaf 1997 met circa 10 à 20 cm verhoogd. Het drainageniveau ligt overigens ook nu nog bijzonder laag (1,0 à 1,4 m –mv). Als gevolg van de aanleg van de drempels mag verwacht worden dat in het dal (B5) ook de GLG verhoogd is. Op grond van de grafiek is dit echter niet af te leiden omdat de laagste grondwaterstanden in de periode 1994 – heden niet goed geregistreerd worden omdat de buis droog valt (zie technische staat van het meetnet, paragraaf 3.2). Vanaf 1997 lijkt bij B5 tegelijkertijd een verlaging van het GHG-niveau op te treden (van 50 naar 70 cm –mv). Wellicht is de verlaging veroorzaakt door de vergroting van de afvoercapaciteit van de Hegebeek of door het uitvoeren van retentie-maatregelen voor afvlakking van afvoerpieken. Bij B6 treedt geen verandering op: deze buis staat in de hogere gronden aan de noordzijde en is te ver van de beek verwijderd om effect te ondervinden van de kleine peilveranderingen in de beek.

Voor goed herstel van beekbegeleidende bossen en herstel van maaiveldskwel in de lage plekken van het dal is een verregaande verhoging van het drainageniveau noodzakelijk (verhoging van circa 60 cm). Dit zou wellicht gecombineerd kunnen worden met herstel van de inundatie van de laaggelegen gronden in het dal. Zonder dat het gebied hierbij op kunstmatige wijze als retentie-bekken wordt gebruikt kan met het herstel van de natuurlijke overstroming ook een bijdrage aan de retentie geleverd worden. Probleem is echter wel dat de waterkwaliteit van het beekwater niet optimaal is. De huidige sterk verdroogde toestand van het dal is echter ook verre van optimaal. Voor een verregaande verhoging van het drainageniveau is het wellicht ook noodzakelijk tot een functie-verandering te komen van (het lager gelegen deel van) de landbouwgronden ten noordoosten van P4.

Basisbiotoop

In het gebied van het basisbiotoop voor boomkikkers treedt in 1999 een verhoging van het GLG niveau op. Door het treffen van waterconserveringsmaatregelen stijgt de GLG van 110 cm –mv naar 60 cm –mv. Waarschijnlijk wordt het gegraven ven door een zekere toevoer van grondwater enigszins gebufferd. Op grond van de beschikbare gegevens is hierin echter onvoldoende inzicht. De natte omstandigheden, het gedempte waterstandsverloop, de (waarschijnlijke) toevoer het gebufferd grondwater en het verwijderen van de voedselrijke bovengrond hebben hier de ontwikkeling van een bijzondere vegetatie mogelijk gemaakt met soorten als Duizendknoopfonteinkruid, Pilvaren, Moerashertshooi, Vlottende bies, Dwergzegge en het zeer zeldzame Waterlepeltje.

Recentelijk is de akker die direct ten oosten van het basisbiotoop ligt aangekocht door de Duitse natuurbescherming en zijn waterconserveringsmaatregelen getroffen. Hierdoor lijkt de GLG in het gebied nog iets gestegen te zijn: in 2001 ligt het GLG-niveau nog iets hoger dan dat in 1998 (bij de referentie-buizen is dit omgekeerd). Wellicht is door de maatregelen ook de toestroming van grondwater naar het ven verbeterd.

Plas-dras weide

In de plas-dras weide (B25) en het verder bovenstrooms gelegen bosgebied (B29) is de grondwaterstand in twee fasen verhoogd. De verhogingen zijn de danken aan de demping van een afvoersloot in 1991 en de inrichting van de plas-dras weide enkele jaren geleden. Bij B25 stijgt het GHG niveau van 50 cm –mv in de jaren tachtig naar 30 cm in de jaren negentig en plas-dras vanaf 2000. De GLG stijgt van 130 cm –mv in de jaren tachtig naar 70 cm –mv in de jaren negentig en 45 cm –mv vanaf 2000. Het laagste deel van het gebied staat in de huidige situatie onder water: hier is een ven ontstaan. Dit betekent dat er in het gebied uitstekende hydrologische omstandigheden gecreëerd zijn voor venvegetaties en grondwatergebonden graslandvegetaties. Bij B29 is de GLG verhoogd van 120 cm –mv in de jaren tachtig naar 100 cm –mv in de jaren negentig en 80 cm –mv vanaf 2000. Hierdoor zijn goede omstandigheden ontstaan voor herstel van natte bostypen.

Dal van de Buurserbeek

Het drainageniveau van de Buurserbeek ligt op circa 33,2 m +NAP, ofwel 110 cm beneden het niveau van de laagst gelegen gronden in het dal. Als gevolg van het lage drainageniveau zijn ook de grondwaterstanden in het dal laag (GHG 40 cm –mv en GLG 80 cm –mv) en treedt infiltratie op in plaats van kwel (zie waterkwaliteit, paragraaf 2.6). Al het kwelwater wordt gedraineerd door de Buurserbeek. Door de lage ligging van het dal ten opzichte van de omgeving zijn er goede mogelijkheden voor herstel van natte natuurwaarden in combinatie met berging van afvoerpieken. Voor een goed herstel van kwelafhankelijke, grondwatergebonden natuurwaarden moet de drainagebasis minimaal met circa 50 cm verhoogd worden.

B116 staat in de hoge grond direct ten noorden van het beekdal (maaiveldshoogte = 38,45 m +NAP). Omdat het hoogteverschil met het beekdal groot is (meer dan 4 meter) is de grondwaterstand in dit gebied niet afhankelijk van het peil in de Buurserbeek. Het gebied vormt daarentegen wel een belangrijk infiltratie-gebied voor het beekdal. De grondwaterstand ligt bij B116 in de huidige situatie het gehele jaar door ver onder maaiveld (GHG = 100 cm en GLG = 200 cm). Vanaf 1995 is een structurele verlaging van de grondwaterstand opgetreden: voorheen waren zowel de GHG als de GLG circa 40 cm hoger. De oorzaak hiervan is onbekend.

3.4 Mogelijkheden voor optimalisatie van het meetnet

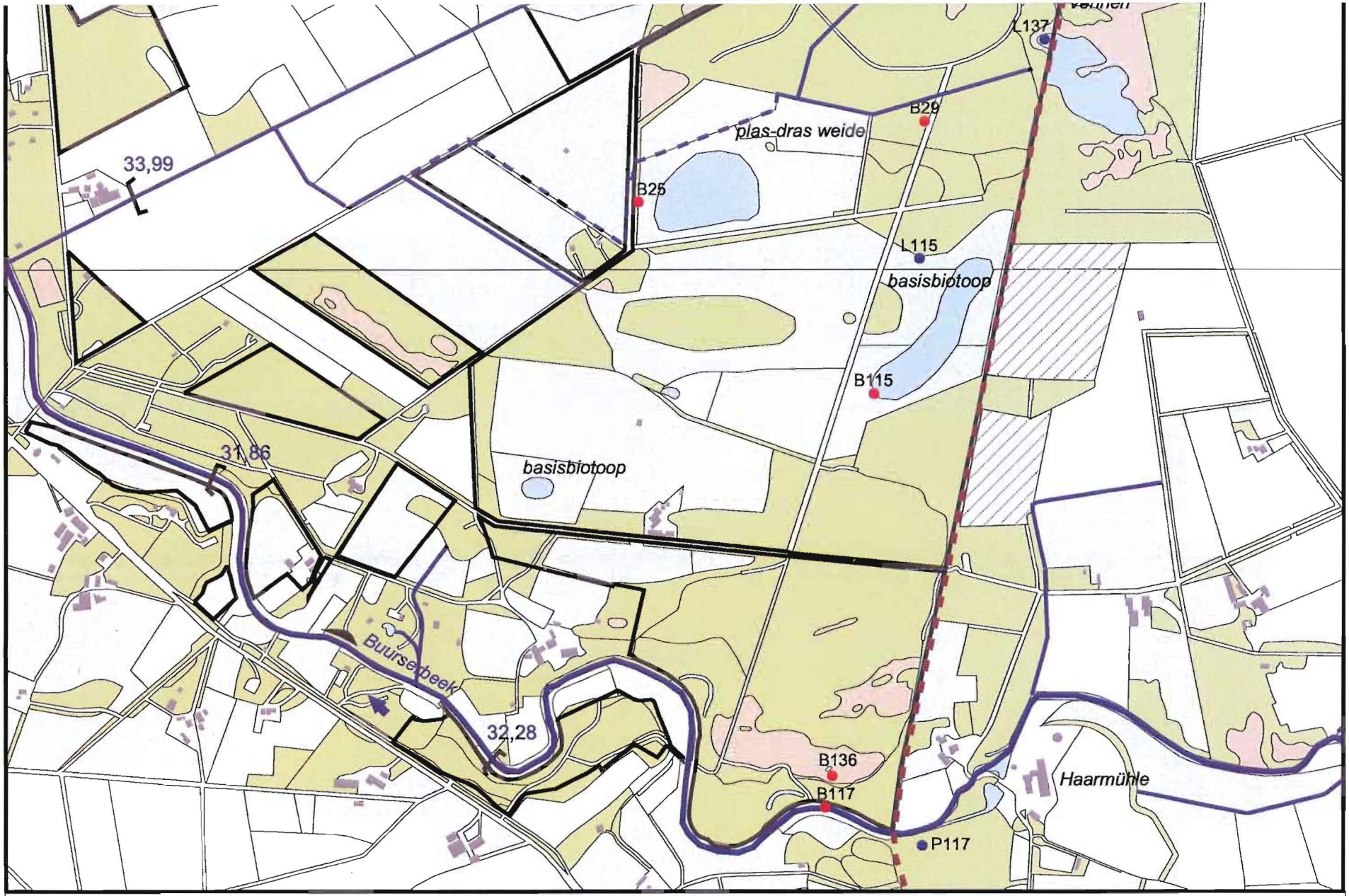
Het meetnet is al sterk uitgedund bij de revisie in 1993. Het is gewenst om het resterende deel van het hydrologisch meetnet te handhaven en daar waar nodig te optimaliseren. Enerzijds kunnen in enkele deelgebieden een aantal meetpunten opgeheven worden terwijl elders toevoeging van meetpunten gewenst is. De opname-frequentie van 1 x per maand kan gehandhaafd worden.

De voortzetting en optimalisatie is van belang voor:

- Monitoring van de effecten van nog aanwezige bedreigingen (Buurserbeek, Hegebeek, externe waterlopen aan de westzijde).
- Bepaling van effecten van recentelijk uitgevoerde en nog uit te voeren herstelmaatregelen (dam aan noordzijde Witte Veen, verwijdering van drainage in aangrenzende Duitse deel).
- Nagaan of de gewenste waterstandsregimes van de beoogde natuurdoelen ook gerealiseerd worden (met name de hoogveen- en dopheide-vegetaties).
- Vinger aan de pols houden in delen waar de gewenste situatie al wel gerealiseerd is.
- Daarnaast is uitbreiding van het meetnet noodzakelijk voor het verwerven van nader inzicht in het hydrologisch functioneren van het hoogveengebied van het Witte Veen, zodat op basis hiervan afgeleid kan worden op welke manier de waterhuishoudkundige inrichting ter bestrijding van de verdroging verder geoptimaliseerd kan worden.

Op de kaart van figuur 3.3 is het nieuwe meetnet zoals het na deze revisie eruit moet zien weergegeven. Voor een goed functionerend meetnet is het verder van belang enkele kleine aanpassingen en herstelwerkzaamheden uit te voeren. In de onderstaande wordt een nadere specificatie van het toekomstige meetnet en de noodzakelijke aanpassingen:

- Handhaving van meetpunten P4, B6, B14, B19, B21, B118A/B, B22, B25, B29, B115, L115, B117 en P117.
- Verlengen van peilbuizen B14, B25, B115 en peilschaal L115. Deze meetpunten staan nu in natte perioden periodiek onder water.
- Herstellen van peilbuis B5: herplaatsen.
- Uitbreiding van het meetnet in en nabij het hoogveengebied van het Witte veen. Toevoeging van peilbuizen aan de noord- en zuidzijde van het hoogveengebied (B133 en B134) en in het verdroogde bosgebied ten zuiden hiervan (B135). In de twee grensoverschrijdende vennen worden peilschalen geplaatst (L136 en L137).
- Verspreid over het gebied worden enkele meetpunten opgeheven. In de raai van het Bramerveld heeft B16 geen toegevoegde waarde meer: met behulp van B14 en B19 worden de ontwikkelingen in dit gebied op voldoende wijze gemonitoord. Ook B36 wordt opgeheven: deze buis is een overblijfsel van het ruilverkavelings-meetnet in een ecologisch minder interessant gebied.
- Tenslotte wordt ook B116 opgeheven: deze buis staat in een ecologisch niet interessant bosgebied. In plaats van dit meetpunt wordt in het verder oostelijk gelegen waardevolle natte heide gebied een nieuwe peilbuis geplaatst (B136).



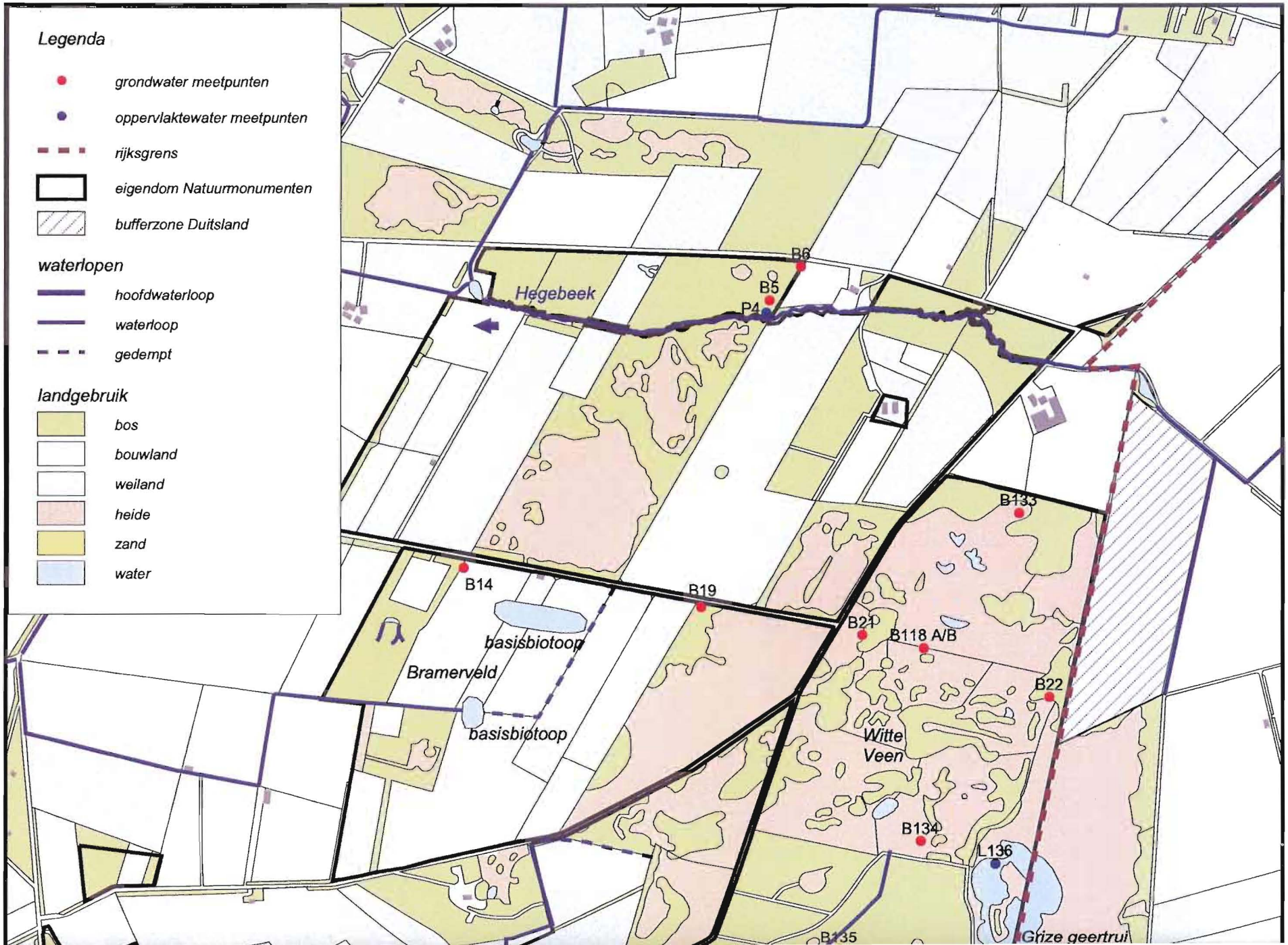
Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 3.3 : Nieuw hydrologisch meetnet

Datum: 28 mei 2002
Schaal 1 : 10.000

© Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland
© Topografische Dienst, Emmen
© Kadaster, Apeldoorn


Legenda
grondwater meetpunten
oppervlaktewater meetpunten
rijksgrens
eigendom Natuurmonumenten
bufferzone Duitsland
waterlopen
hoofdwaterloop
waterloop
gedempt
landgebruik
bos
bouwland
weiland
heide
zand
water
B6
B5
P4
Hegebeek
B133
B14
B19
B21
B118 A/B
B22
basisbiotoop
Bramerveld
basisbiotoop
Witte
Veen
B134
L136
B135
Grize geertrui

Legenda

grondwater meetpunten

oppervlaktewater meetpunten

rijksgrens

eigendom Natuurmonumenten

bufferzone Duitsland

waterlopen

hoofdwaterloop

waterloop

gedempt

landgebruik

bos

bouwland

weiland

heide

zand

water

B6

B5

P4

Hegebeek

B14

B19

B21

B118 A/B

B22

basisbiotoop

Bramerveld

basisbiotoop

Witte Veen

B133

B134

L136

B135

Grize geertrui vennen

L137

B29

plas-dras weide

33,99

B25

L115

basisbiotoop

B115

31,86

basisbiotoop

Buursebeek

32,28

B136

B117

P117

Haarmühle

Bell Hullenaar

Ecohydrologisch Adviesbureau

Evaluatie van het hydrologische meetnet Witte Veen

Figuur 3.3 : Nieuw hydrologisch meetnet

Datum: 28 mei 2002
Schaal 1 : 10.000

© Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland
© Topografische Dienst, Emmen
© Kadaster, Apeldoorn

4 Conclusies en aanbevelingen

Functioneren van het hydrologisch systeem

Het Witte Veen maakt deel uit van een rijzingsgebied waardoor oude, tertiaire klei omhoog is gekomen en nu dicht onder het aardoppervlak (5 à 7 meter) aanwezig is. Direct aansluitend op de tertiaire klei ligt vrijwel overal in het natuurgebied een laag stugge keileem, die in de Saale-ijstijd als grondmorene afgezet is. Door smeltwater zijn in de keileem de erosiedalen van de Hegebeek en de Buurserbeek en enkele zijdalen uitgesleten. De erosiedalen zijn opgevuld met fluvio-periglaciale smeltwaterafzettingen terwijl in de hoge delen van het gebied een dunne laag dekzand afgezet is, die later plaatselijk weer verstoven of weggespoeld is.

Het hydrologische systeem van het Witte Veen is als gevolg van deze geologische processen zeer ondiep: de grondwaterstroming vindt uitsluitend plaats via de dunne oppervlakkige zandlaag (dikte 1 à 4 meter) en wegzijging naar de diepe ondergrond is (nagenoeg) afwezig. Door de hoge ligging is het Witte Veen grotendeels een infiltratie-gebied met zuur, atmoclien water. Dankzij de ondiepe aanwezigheid van de slecht doorlatende keileem die aansluit op de tertiaire klei in de ondergrond komen ondanks de hoge ligging van nature natte omstandigheden voor.

In het hoogst gelegen vlakke deel komen de natste omstandigheden voor: hier ligt het hoogveengebied van het Witte Veen. Het veen ligt in een uitblazingsbekken: een laagte die ontstaan is door verstuiving van zand door de wind. Door stagnatie van de oppervlakkige afvoer en afwezigheid van wegzijging van water naar de ondergrond kon hier hoogveengroei optreden. Door vervening en waterverlies via de zandlaag naar drainerende sloten in landbouw- en bosgebieden in de omgeving is het hoogveen afgetakeld.

Op de flank van het plateau ligt de tertiaire klei zeer ondiep (circa 1 m beneden maaiveld). Hierdoor zijn op de flank ondanks de wat sterkere laterale grondwaterbeweging van nature vochtige tot natte omstandigheden aanwezig. Dit geldt in nog sterkere mate voor de smeltwaterdalen die op de flank van het plateau zijn uitgesleten, waar lokaal ook ondiepe kwel op kan treden. In het verleden waren met name op deze flank veel landbouwgronden aanwezig. Door ontginning en ontwatering van landbouwgronden verdroogde de geïsoleerd gelegen delen van het natuurgebied. In het kader van de relatienota zijn veel landbouwgronden door Natuurmonumenten verworven waardoor weer een aaneengesloten natuurgebied gevormd is. Mede dankzij de gunstige hydrologische uitgangssituatie is door het treffen van lokale waterconserverings-maatregelen met name in de hoger gelegen delen inmiddels een verregaand herstel van natte omstandigheden gerealiseerd.

In de diepe dalen van de Hegebeek in het noorden en de Buurserbeek in het zuiden treedt van nature kwel op. Het kwelwater wordt echter afgevangen door de diepe waterlopen en is niet in staat de wortelzone van de beekbegeleidende vegetaties te bereiken.

Relatie van hydrologie met natuurdoeltypen, effecten van herstelmaatregelen en mogelijkheden voor verder herstel

Ondanks de aantastingen van het hydrologische systeem door vervening en ontwatering in de omgeving zijn de omstandigheden in het hoogveengebied van het Witte Veen geschikt gebleven voor veenmosrijke natte heide vegetaties en veenpluis-waterveenmos vegetaties en konden hoogveensoorten als Eenarige Wollegras, Witte snavelbies en Sphagnum papillosum zich handhaven. Inmiddels is door aanleg van een dam (in 2000) aan de noordzijde van het veen het waterstandsfluctuatie-bereik teruggebracht van 35 à 40 naar circa 30 cm. Door verwijdering van de drainage in het aangrenzende gebied in Duitsland is het de verwachting dat de situatie op korte termijn verder zal verbeteren.

De waterhuishoudkundige inrichting van het Witte Veen en de directe omgeving is dan echter nog steeds niet optimaal. In het bosgebied ten zuiden van het Witte Veen zijn op enkele plekken nog trajecten van waterlopen blijven liggen. Hoewel deze waterlopen verder benedenstrooms gedempt zijn oefenen ze als gevolg van de sterke helling die in het gebied aanwezig is nog steeds een drainerende invloed uit. Deze invloed werkt door tot in het zuidelijke deel van het hoogveen-gebied van het Witte Veen: in deze verdroogde zone is een soortenarme Pijpestrootje-vegetatie aanwezig. Het wordt niet uitgesloten dat ook op andere plekken nog lekkages aanwezig zijn (zuidwesthoek). Daarnaast treedt verdroging op als gevolg van opslag van berk en vergrassing met Pijpestrootje: deze soorten zorgen door extra verdamping voor het verder wegzakken van de waterstand in de zomer.

Om tot een verder hoogveenherstel en ecologisch herstel van het Grove dennenbos te komen is een integraal grensoverschrijdend herstelplan gewenst. Om af te kunnen leiden welke maatregelen het meest effectief zijn om het gebied succesvol te herstellen moet daarbij eerst nader onderzoek uitgevoerd worden naar de hydrologie van het gebied en de samenhang hiervan met de ecologische waarden. Als voorbereiding hierop wordt het hydrologisch meetnet in en nabij het Witte Veen met een aantal meetpunten uitgebreid.

Door het dempen van een waterloop, de aanleg van een dam en het plaatselijk afplaggen van de bovengrond is in het graslandgebied ten zuiden van het hoogveen een plas-dras weide met ven gecreëerd. Door de ligging van de weide in een erosiedal is de hydrologische uitgangssituatie van de weide extra gunstig: in de zomer zakken de grondwaterstanden gemiddeld slechts circa 45 cm beneden maaiveld weg. Daarnaast mag verwacht worden dat de laagte met name aan de noordoostzijde gevoed wordt met ondiep kwelwater waardoor mogelijk enige natuurlijke buffering van grondwater en venwater optreedt.

Iets verder naar het oosten is een basisbiotoop voor boomkikkers uitgegraven. Hoewel het ven niet zo laag ligt als de plas-dras weide is ook hier een mooi gedempt fluctuatie-bereik (van circa 60 cm) aanwezig. Door aansnijding van de kalkhoudende ondergrond bij aanleg van het ven treedt naar verwachting buffering van het venwater op. Dankzij deze gunstige omstandigheden is op de minerale bodem van de oevers van het ven een waardevolle vegetatie van het Oeverkruid-verbond tot ontwikkeling gekomen.

Het Bramerveld heeft als gevolg van de relatief sterke terreinhelling van nature een wat sterker lateraal waterverlies. Toch zijn hier door het dempen van sloten in voormalige landbouwgebieden vochtige tot natte omstandigheden ontstaan. Met name de jaarlijkse laagste grondwaterstanden zijn sterk verhoogd (GLG van 140 à 100 cm naar 80 cm – mv). Hierdoor zijn goede ontwikkelingskansen voor vochtige graslandvegetaties en herstelmogelijkheden voor veenmosrijke dopheide vegetaties gecreëerd.

De Hegebeek en de Buurserbeek hebben als gevolg van hun zeer lage drainageniveau een sterk drainerende werking op het grondwater in beide beekdalen. Hierdoor zijn de grondwaterstanden veel te laag en treedt in de dalen infiltratie in plaats van kwel op waardoor geen goede ontwikkelingsmogelijkheden aanwezig zijn voor beekbegeleidende levensgemeenschappen. Door hun diepe ligging en behoorlijk steile verhang bieden de dalen echter wel perspectief voor herstel: de invloedsferen van eventuele vernattingsmaatregelen in de trajecten binnen de natuurgebieden hoeven niet door te werken naar de aangrenzende hogere gronden en de verder stroomopwaarts gelegen delen. Herstel van natte natuurwaarden kan daarbij goed gecombineerd worden met berging van afvoerpieken door herstel van inundatie van de dalen.

In het kader van het herstel van een meer natuurlijk beekdal worden momenteel door het waterschap plannen voorbereid voor het treffen van herstelmaatregelen in en langs de Buurserbeek. Daarnaast zijn ook maatregelen gewenst in het dal van de Hegebeek. Uitwerking van maatregelen kan het best geschieden in samenhang met de opstelling van een herstelplan voor het Witte Veen en omgeving.

Toekomst en technische staat van het meetnet en mogelijkheden voor meetnet-optimalisatie

Het is gewenst om het hydrologische meetnet te handhaven en te optimaliseren. Enerzijds kunnen in enkele deelgebieden een aantal meetpunten opgeheven worden terwijl elders toevoeging van enkele meetpunten gewenst is. Het meetnet is van belang voor monitoring van effecten van recentelijk uitgevoerde en nog uit te voeren herstelmaatregelen en om na te gaan of de gewenste waterstandsregimes van de beoogde natuurdoelen ook gerealiseerd worden. Verder is het ook wenselijk een vinger aan de pols te houden in delen waar de gewenste situatie al wel gerealiseerd is. Uitbreiding van het meetnet is gewenst voor het verwerven van nader inzicht in het hydrologisch functioneren van het hoogveengebied ten behoeve van het afleiden van goede herstelmaatregelen. De huidige opname-frequentie van eens per maand kan gehandhaafd worden. Hoewel de technische staat van het bestaande meetnet redelijk goed is moeten plaatselijk enkele aanpassingen en herstelwerkzaamheden uitgevoerd worden (zie paragraaf 3.4).

Literatuur

AELMANS, 1974. Grondwaterkaart van Nederland, blad 34 oost. Dienst grondwaterverkenning TNO, Delft.

AGGENBACH, C.J.S., MH JALINK, A.J.M. JANSEN EN W. VAN BOSSCHINGA, 1998. De gewenste grondwatersituatie voor terrestriche vegetatietypen van pleistoceen Nederland. KIWA, Nieuwegein.

BERG, M.W. VAN DEN, C.J. VAN HOUTEN EN C. DEN OTTER, 2000. Geologische kaart van Nederland, blad 34-oost. Nederland instituut voor toegepaste geowetenschappen TNO, Utrecht.

DIRKS, P.H.A.M., 1998. Bouwstenen voor een meer natuurlijke Buurserbeek. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

HENDRIKS, C.M.A & R. LENSINK, 1986. Beheersplan Witte Veen 1987 – 1996. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

PLOEG, N. VAN DER & J. RIJNTJEN, 1997 Beheerplan – Beheervisie & documentatie. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

PLOEG, N. VAN DER & J. RIJNTJEN, 1997 Beheerplan – Middellange termijnplan 1998-2003. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

PROVINCIE OVERIJSSEL, 1997. Vegetatie-kartering van het Witte Veen en omgeving. Provincie Overijssel, Zwolle.

PROVINCIE OVERIJSSEL, 1997. Kartering van aandachtssoorten in het Witte Veen en omgeving. Provincie Overijssel, Zwolle.

SCHAMINÉE, J.H.J., A.H.F. STORTELDER & E.J. WEEDA, 1995. De vegetatie van Nederland, deel 2 – wateren, moerassen & natte heiden.

SCHAMINÉE, J.H.J., A.H.F. STORTELDER & E.J. WEEDA, 1996. De vegetatie van Nederland, deel 3 – graslanden, zomen & droge heiden.

STIBOKA, 1972. De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Haaksbergen. Schaal 1 : 10.000. Rapportnr. 958, Stiboka, Wageningen.

STIBOKA, 1979. Bodemkaart van Nederland, blad 34 oost, Enschede. Stiboka, Wageningen.

STIBOKA, 1979. Geomorfologische kaart van Nederland, blad 34. Stiboka, Wageningen.

Bijlagen

1 Analyse-resultaten waterkwaliteitsonderzoek Witte Veen 1993

2 Stamgegevens van het hydrologisch meetnet Witte Veen

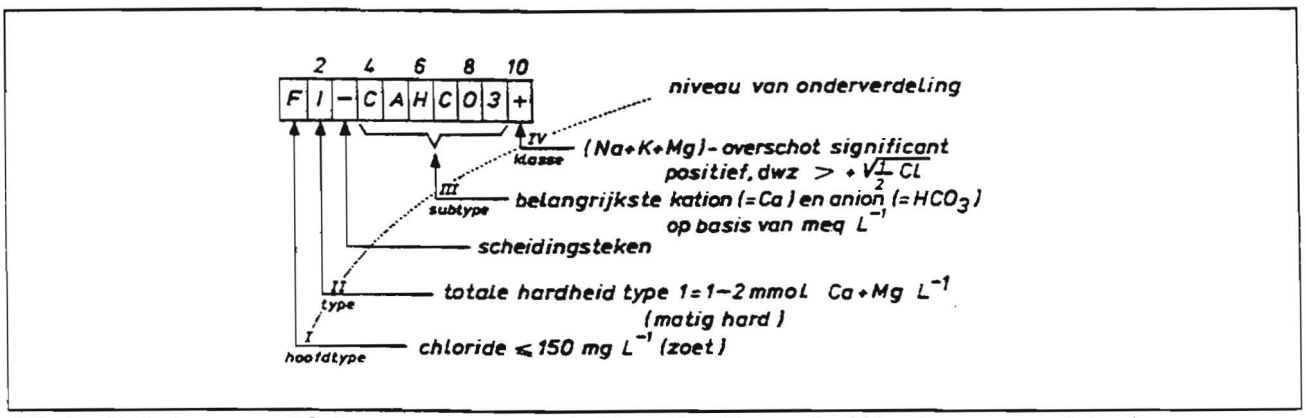
3 Tijd-stijghoogte lijnen van de hydrologische meetpunten in het Witte Veen

4 Duurlijnenbundels van enkele meetpunten in het Witte Veen

Bijlage 1 Analyse-resultaten waterkwaliteitsonderzoek Witte Veen 1993

Monsternr.	Temp	EGV	pH	HCO3-	Cl-	NO3-	SO4-- (*)	TH	Ca++	Mg++ (*)	NH4+	PO4--	Fe++	Na+ & K+ (	log(PCO2) (*)	Stuyfzand (*)				
	Celsius	µS/cm		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mmol/l	classificatie				
B25	7.3	354	4.75	0.2	24	0	128	0.2	12	-2	0.0	-	1.0	3.1	-0.65	F	-1	-	X	SO4
B117	9.3	380	5.21	-	-	0	183	1.6	-	39	0.0	-	-	0.6	#GETAL!	F	-1	-	Mg	SO4
B116	6.7	95	5.03	0.0	6	0	37	0.2	0	5	0.0	-	1.0	0.5	#GETAL!	F	-1	-	X	SO4
B115	8.1	299	5.30	0.3	19	0	103	0.9	21	9	0.0	-	4.0	1.1	-1.02	F	-1	-	Ca	SO4
B16	5	827	5.56	2.8	40	9	202	2.7	75	20	0.0	-	1.0	2.9	-0.31	F	2	-	Ca	SO4
B14	8	178	5.44	1.0	22	0	8	1.0	22	11	0.0	-	2.0	-0.3	-0.64	F	1	-	Ca	HCO3
B118A	6.6	183	5.64	0.3	25	0	40	0.4	16	0	0.0	-	5.0	0.9	-1.36	F	-1	-	X	Mix
B29	7.4	222	5.20	0.3	20	0	65	0.5	14	4	1.0	-	5.0	1.1	-0.92	F	-1	-	X	SO4
Ven	6.4	197	5.70	0.0	12	0	78	0.5	1	12	1.0	-	0.0	0.9	#GETAL!	F	-1	-	Mg	SO4
Meander	7.6	195	5.01	0.0	10	0	80	0.5	13	4	0.0	-	0.0	0.9	#GETAL!	F	-1	-	Ca	SO4
Buurserbe	7.3	670	5.22	3.7	42	3	85	2.5	80	12	0.0	-	1.0	1.7	0.15	F	2	-	Ca	HCO3
Kikkerpoel	6.6	148	5.65	0.7	14	0	18	0.5	11	5	0.0	-	1.0	0.5	-1.00	F	0	-	Ca	Mix

Verklaring van de Stuyfzandclassificatie



Afb. 3 - Codering en ontcijfering van een watertype in 10 posities. Het voorbeeld heet 'een zoet, matig hard calciumbicarbonaat water met [Na + K + Mg]-overschot'. Dit surplus wijst vaak op een (voormalige) zoet-waterintrusie.

TABEL I – *Indeling in hoofdtypen op basis van het chloride-gehalte met de gebruikte codering en enkele typische voorbeelden uit Nederland.*

Hoofdtype	Code	Cl^- (mg L^{-1})	Typische voorbeelden uit Nederland
Zoet water	F	≦ 150	Grond- en oppervlaktewater in zanderige infiltratiegebieden, regenwater.
Zoet-brak water	f	150-300	(Voorgezuiverd) water uit Lek en Haringvliet in de duinen. Recent grondwater langs de infiltrerende benedenloop van Lek, Waal en IJssel.
Brak-zoet water	b	$300\text{-}10^3$	Veel grond- en oppervlaktewater in poldergebieden.
Brak-zout water	B	$10^3\text{-}10^4$	
Zout water	S	$10^4\text{-}2.10^4$	Zeewater en geïntrudeerd zeewater langs huidige kust.
Hyperhalien water	H	$> 2.10^4$	Grondwater in contact met zouthorsten in Oost-Nederland.

F = fresh; B = brackish; S = salt; H = hyperhaline

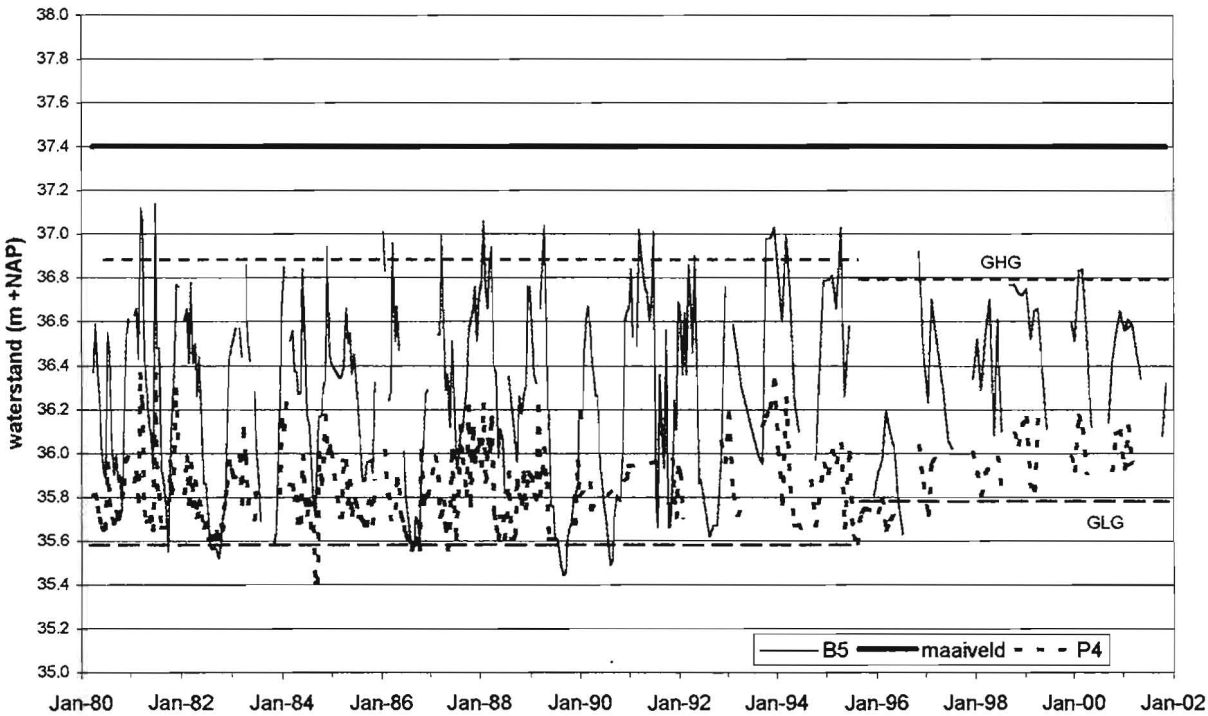
TABEL II – *Onderverdeling van hoofdtypen in typen op basis van de totale hardheid (voornamelijk Ca + Mg).*

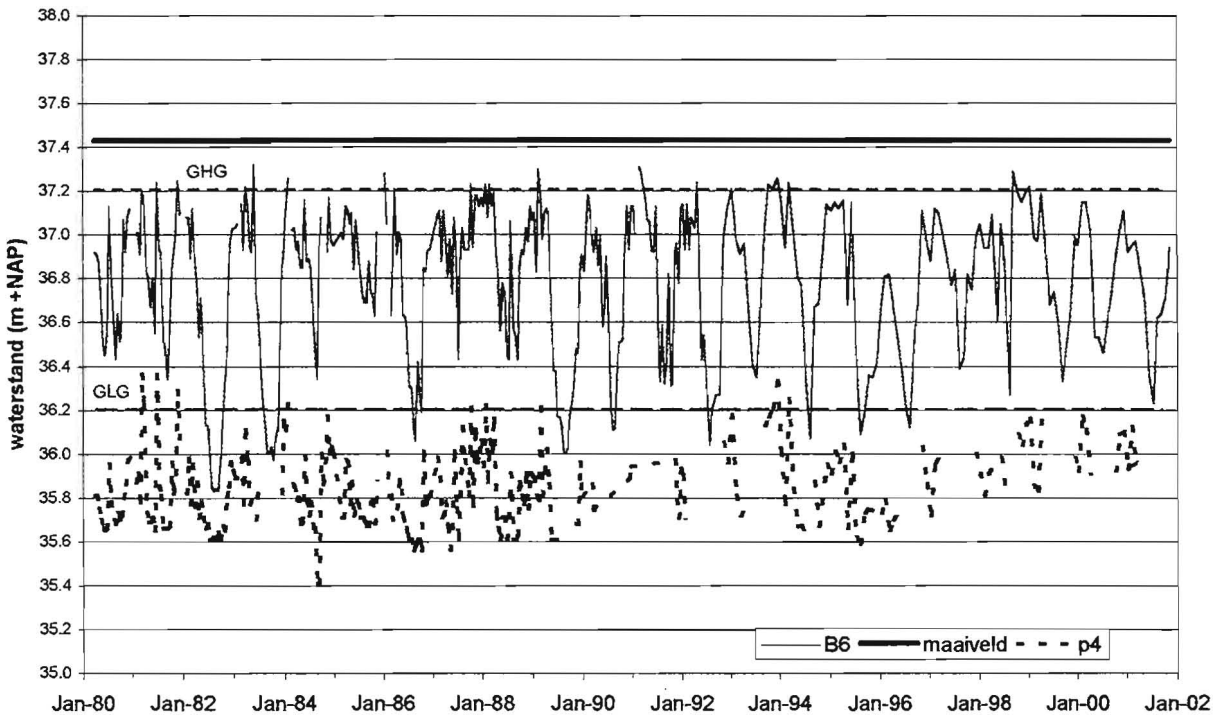
Type nr.	Type naam	Code	Totale hardheid mmol L^{-1}	Natuurlijk voorkomen in hoofdtypen					
–1	zeer zacht	*	0 – ½	F					
0	zacht	0	½ – 1	F	f	b			
1	matig hard	1	1 – 2	F	f	b	B		
2	hard	2	2 – 4	F	f	b	B		
3	zeer hard	3	4 – 8	F	f	b	B		
4	extreem hard	4	8 – 16		f	b	B	S	
5	extreem hard	5	16 – 32				B	S	H
6	extreem hard	6	32 – 64				B	S	H
7	extreem hard	7	64 – 128					S	H
8	extreem hard	8	128 – 256						H
9	extreem hard	9	≧ 256						H

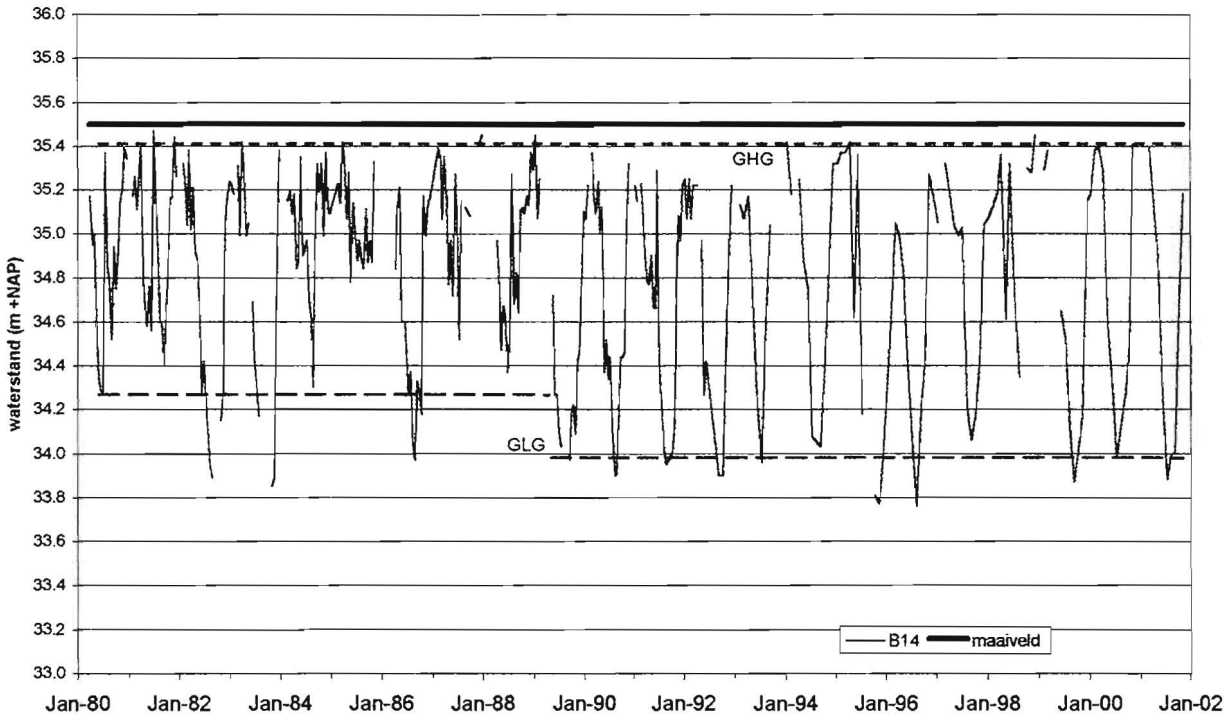
Bijlage 2: Stamgegevens van het hydrologische meetnet Witte Veen

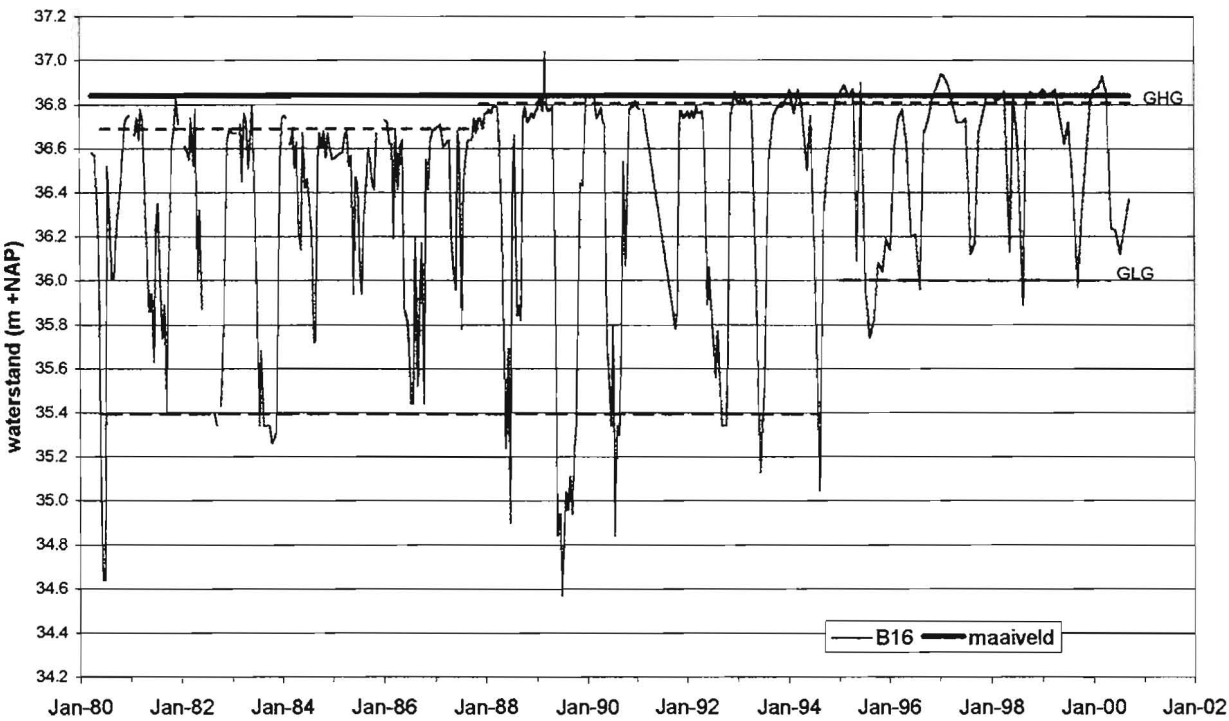
LOCATIE	FILTERNUMMER	EXTERNE AANDUIDING	X_COORDINAAT	Y_COORDINAAT	MAAIVELD_NAP	GESCHAT	MEETPUNT_NAP	MEETPUNT_MV	BOVENKANT FILTER	ONDERKANT_ FILTER	STIJGBUIS + FILTER	START_DATUM	EIND_DATUM
34FP7804	1	14250590B005	256590	464265	3723		3716	-7	3601	3526	190	3/28/80	9/13/95
34FP7804	1	14250590B005	256568	464275	3740		3752	12	3609	3559	193	9/13/95	
34FP7805	1	14250590B006	256630	464340	3743		3743	0	3598	3523	220	3/28/80	
34FP7812	1	14250590B014	255970	463755	3550		3547	-3	3432	3357	190	3/28/80	3/29/80
34FP7812	1	14250590B014	255970	463755	3550		3547	-3	3432	3357	190	3/29/80	
34FP7814	1	14250590B016	256125	463725	3684		3734	50				3/28/80	
34FP7816	1	14250590B019	256435	463680	4029		4025	-4	3900	3825	200	3/28/80	
34FP7818	1	14250590B021	256750	463625	4174		4169	-5	4024	3949	220	3/28/80	
34FP7819	1	14250590B022	257115	463505	4179		4170	-9	4025	3950	220	3/28/80	
34FP7821	1	14250590B025	256255	462625	3891		3885	-6	3750	3675	210	3/28/80	
34FP7825	1	14250590B029	256800	462775	4007		4001	-6	3856	3781	220	3/28/80	3/14/89
34FP7825	1	14250590B029	256800	462775	4012		4017	5	3880	3830	187	3/14/89	9/13/95
34FP7825	1	14250590B029	256790	462776	4009		4004	-5	3814	3764	240	9/13/95	
34FP7900	1	14250590B118B	256870	463600	4087		4114	27	4086	4047	67	3/14/93	9/16/95
34FP7900	2	14250590B118A	256870	463600	4087		4107	20	4012	3962	145	3/14/93	
34FP7916	1	14250590B036	256335	462970	4039		4033	-6	3948	3873	160	3/28/80	9/13/95
34FP7916	1	14250590B036	256325	462975	4043		4038	-5	3944	3894	144	9/13/95	
34FS7891	1	14250590P004	256560	464240	3551		3641	90				3/28/80	9/13/95
34FS7891	1	14250590P004	256563	464250			3662					9/13/95	
34FS7908	1	14250590L115	256780	462520	3956		3963	7				2/16/93	
34HP7801	1	14250590B115	256695	462270	4050		4056	6	3982	3932	124	2/16/93	
34HP7802	1	14250590B116	256505	461850	3847		3869	22	3722	3672	197	3/14/93	9/13/95
34HP7802	1	14250590B116	256450	461800	3846		3857	11	3529	3479	378	9/13/95	
34HP7803	1	14250590B117	256610	461505	3425		3438	13	3298	3248	190	2/16/93	4/9/97
34HP7803	1	14250590B117	256605	461500	3430		3425	-5	3250	3200	225	4/9/97	
34HS7804	1	14250590P117	256785	461430			3520					3/14/92	

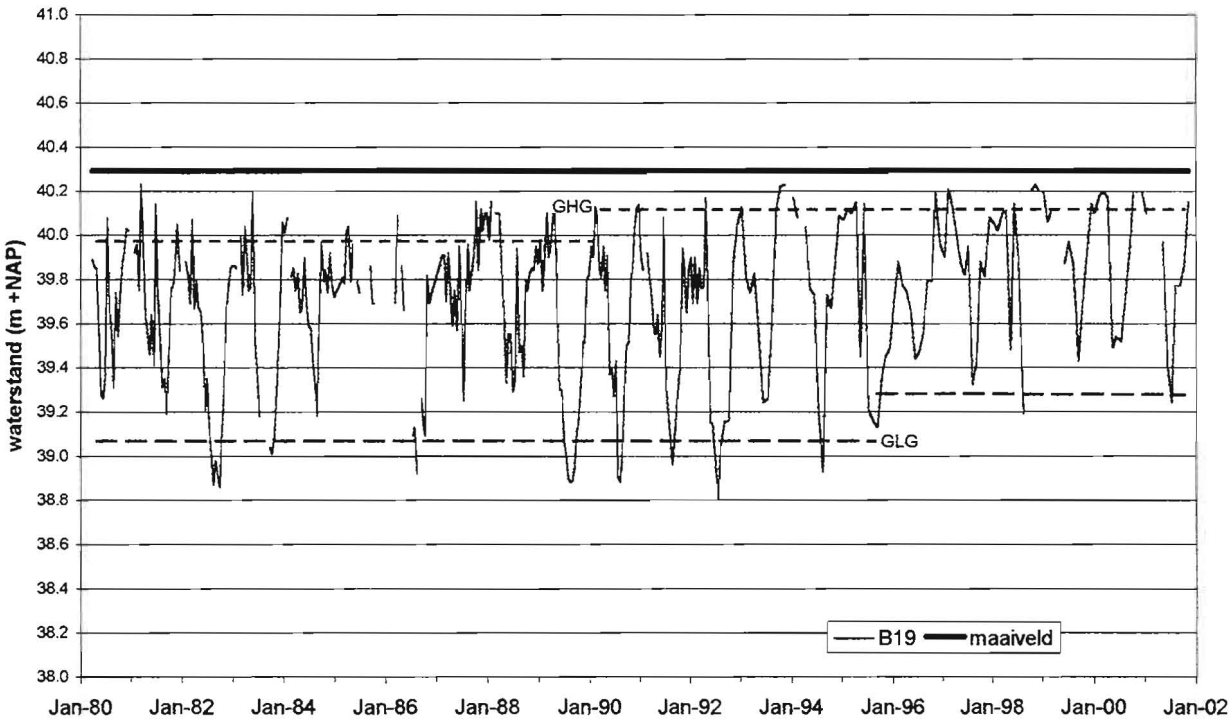
Bijlage 3 Tijd-stijghoogtelijnen van de hydrologische meetpunten in het Witte Veen

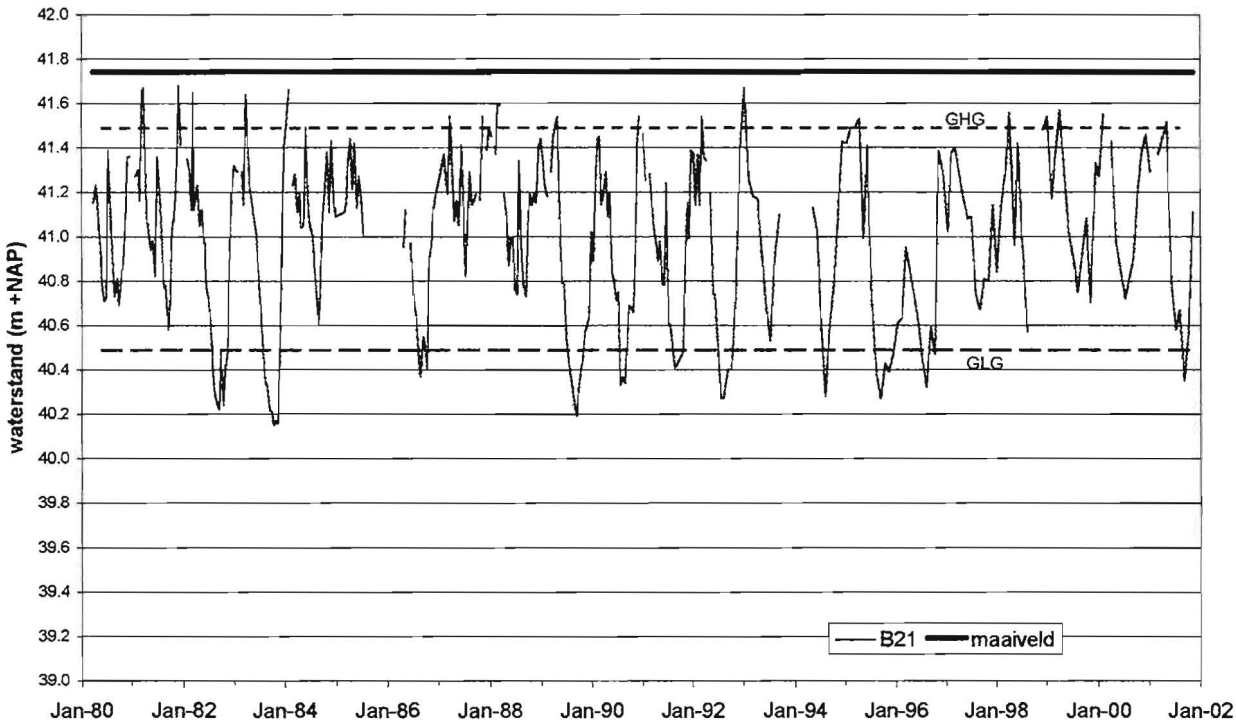

waterstand (m +NAP)
38.0
37.8
37.6
37.4
37.2
37.0
36.8
36.6
36.4
36.2
36.0
35.8
35.6
35.4
35.2
35.0
GHG
GLG
B5
maaiveld
P4
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

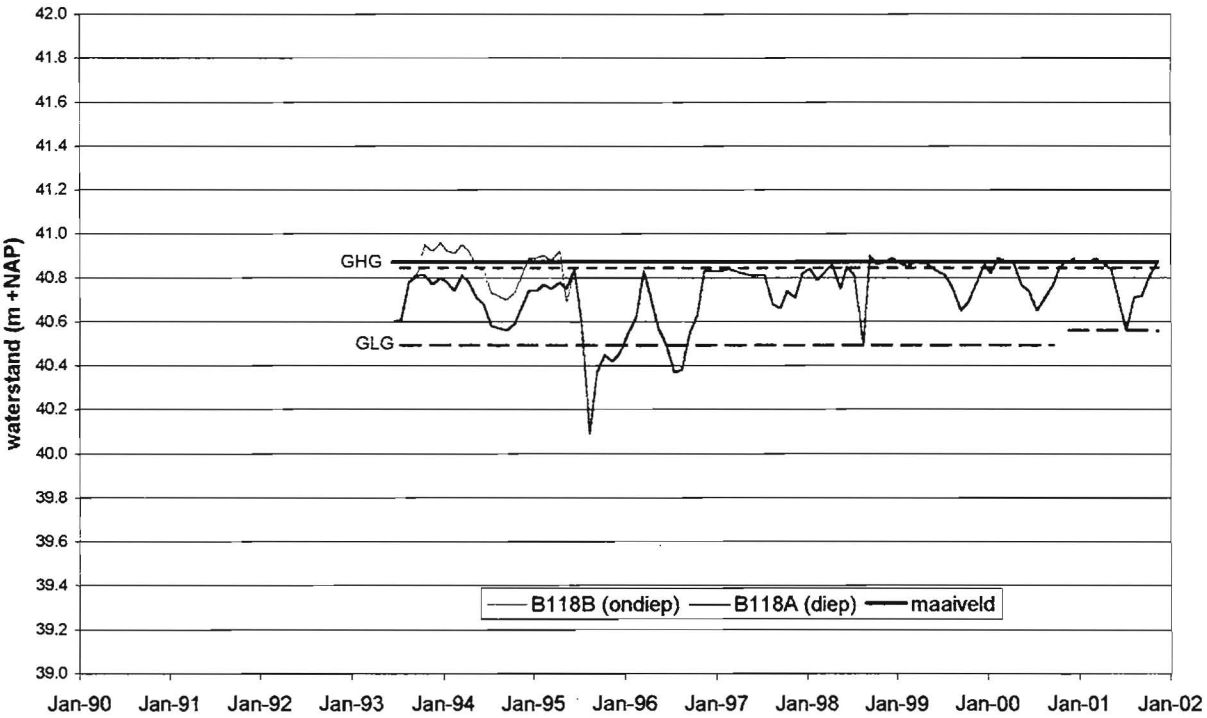

waterstand (m +NAP)
38.0
37.8
37.6
37.4
37.2
37.0
36.8
36.6
36.4
36.2
36.0
35.8
35.6
35.4
35.2
35.0
GHG
GLG
B6
maaiveld
p4
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

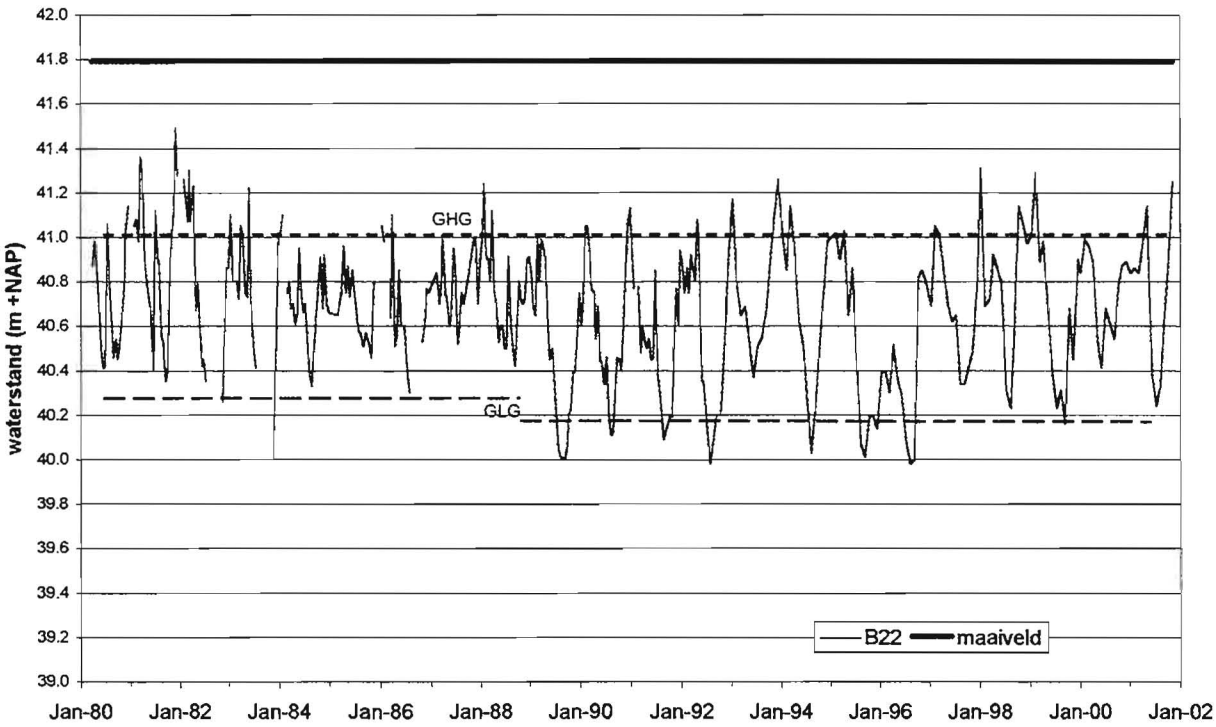

waterstand (m +NAP)
36.0
35.8
35.6
35.4
35.2
35.0
34.8
34.6
34.4
34.2
34.0
33.8
33.6
33.4
33.2
33.0
GHG
GLG
B14
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

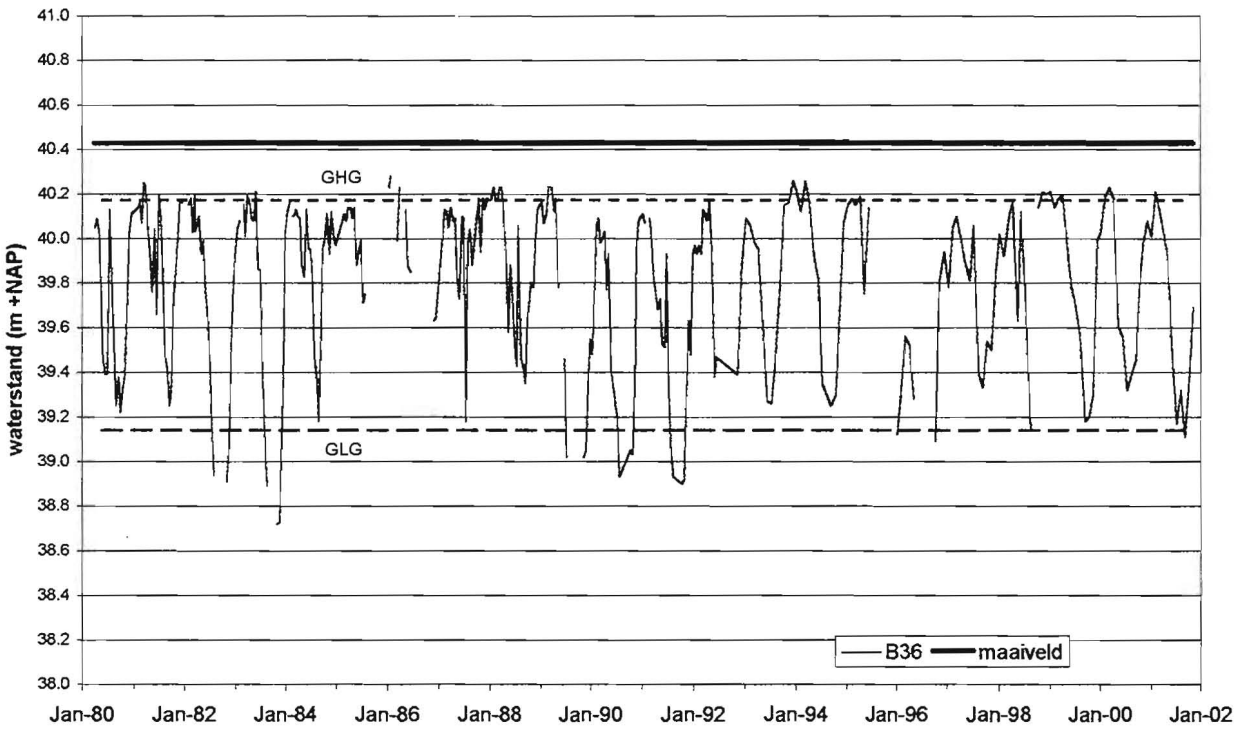

waterstand (m +NAP)
37.2
37.0
36.8
36.6
36.4
36.2
36.0
35.8
35.6
35.4
35.2
35.0
34.8
34.6
34.4
34.2
GHG
GLG
B16
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

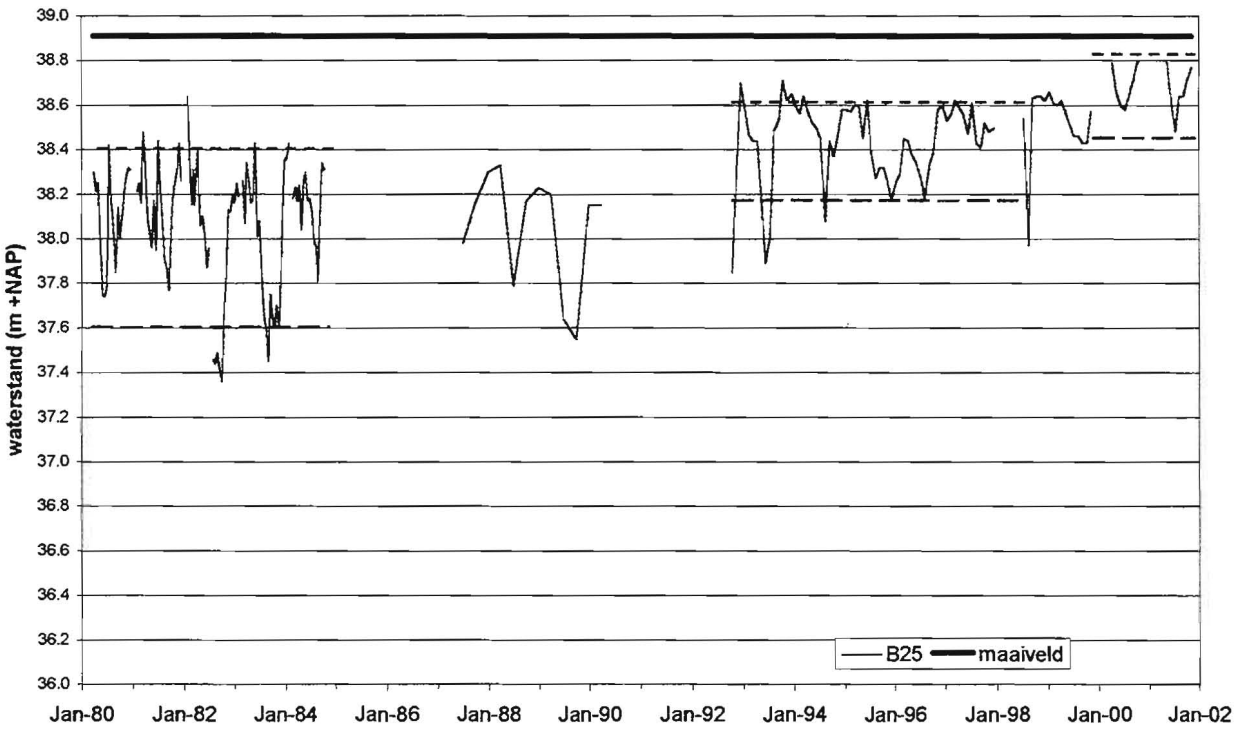

waterstand (m +NAP)
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
GHG
GLG
B19
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

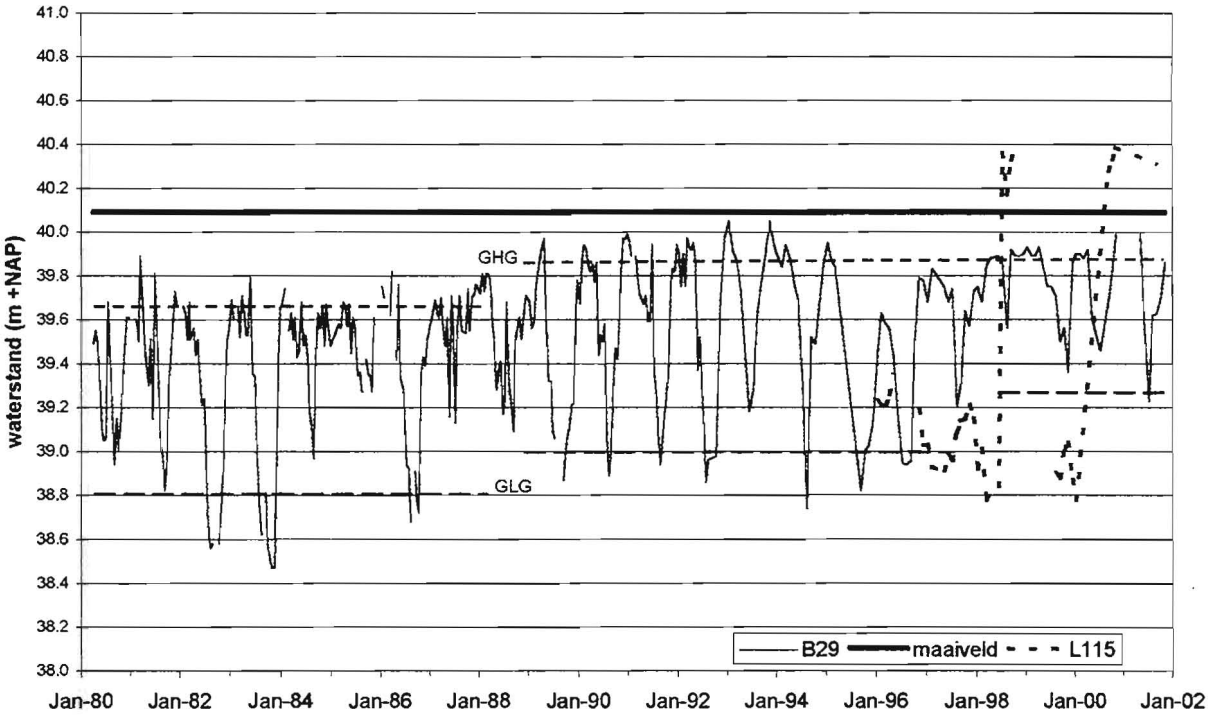

waterstand (m +NAP)
42.0
41.8
41.6
41.4
41.2
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
GHG
GLG
B21
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

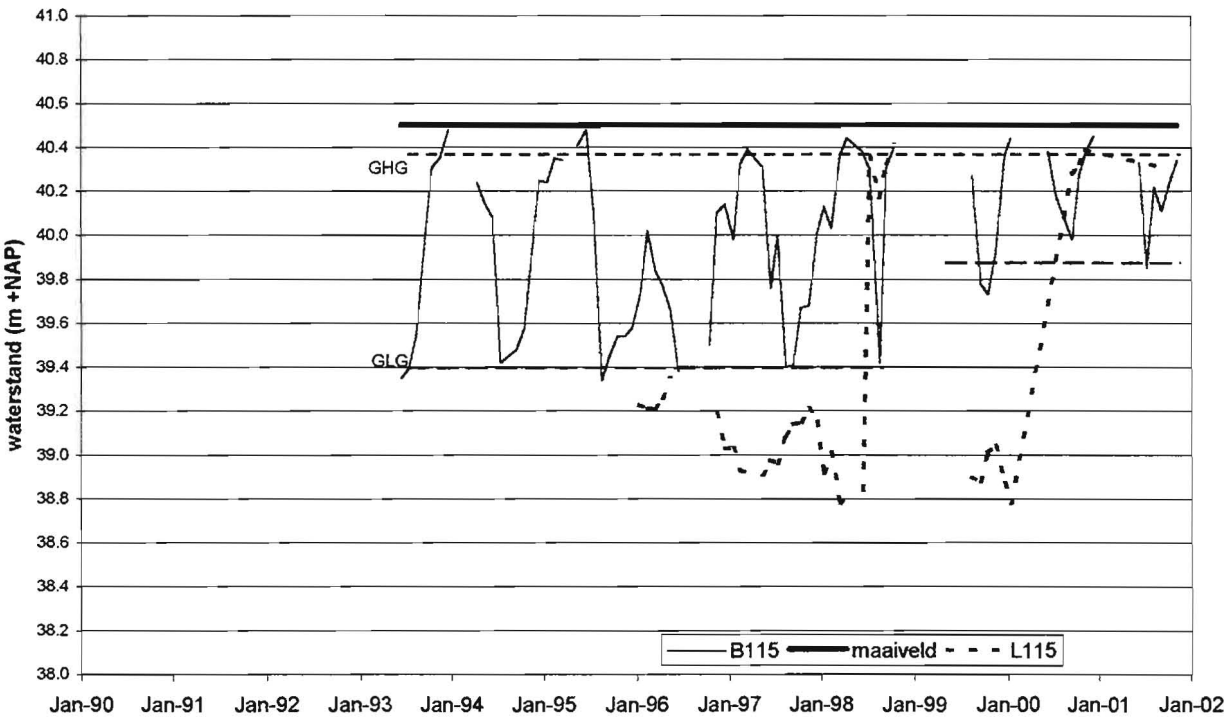

waterstand (m +NAP)
42.0
41.8
41.6
41.4
41.2
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
GHG
GLG
B118B (ondiep)
B118A (diep)
maaiveld
Jan-90
Jan-91
Jan-92
Jan-93
Jan-94
Jan-95
Jan-96
Jan-97
Jan-98
Jan-99
Jan-00
Jan-01
Jan-02

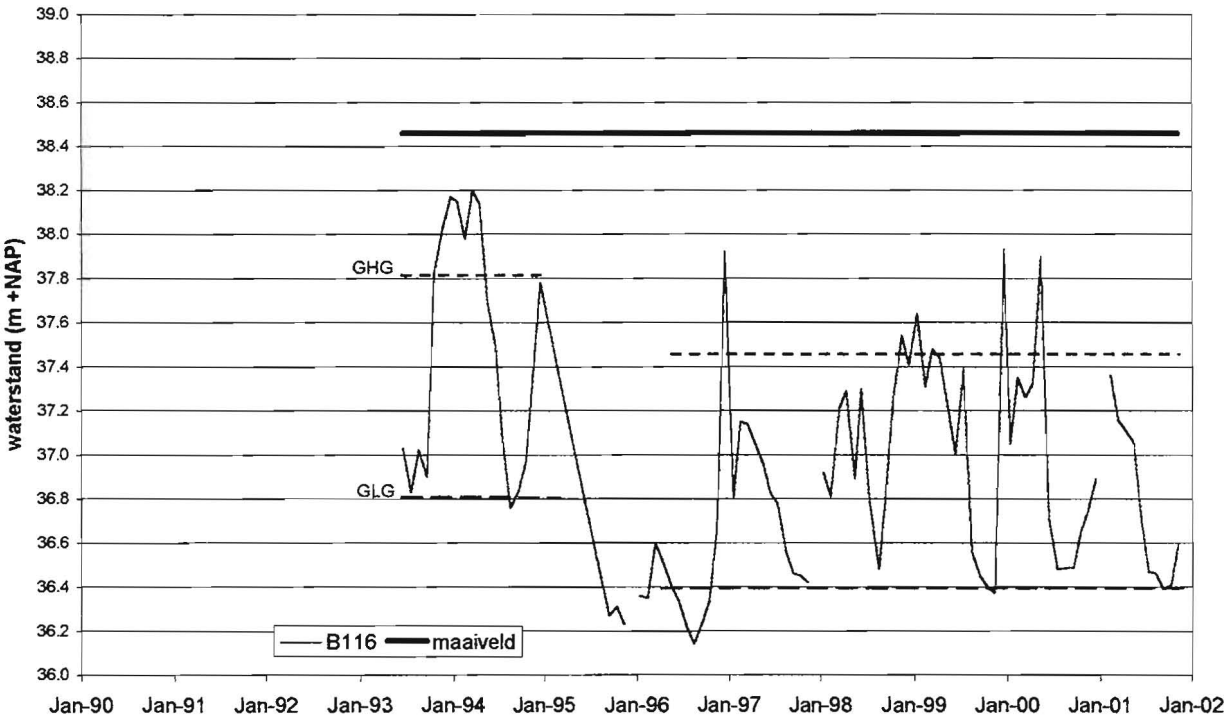

waterstand (m +NAP)
42.0
41.8
41.6
41.4
41.2
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
GHG
GLG
B22
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

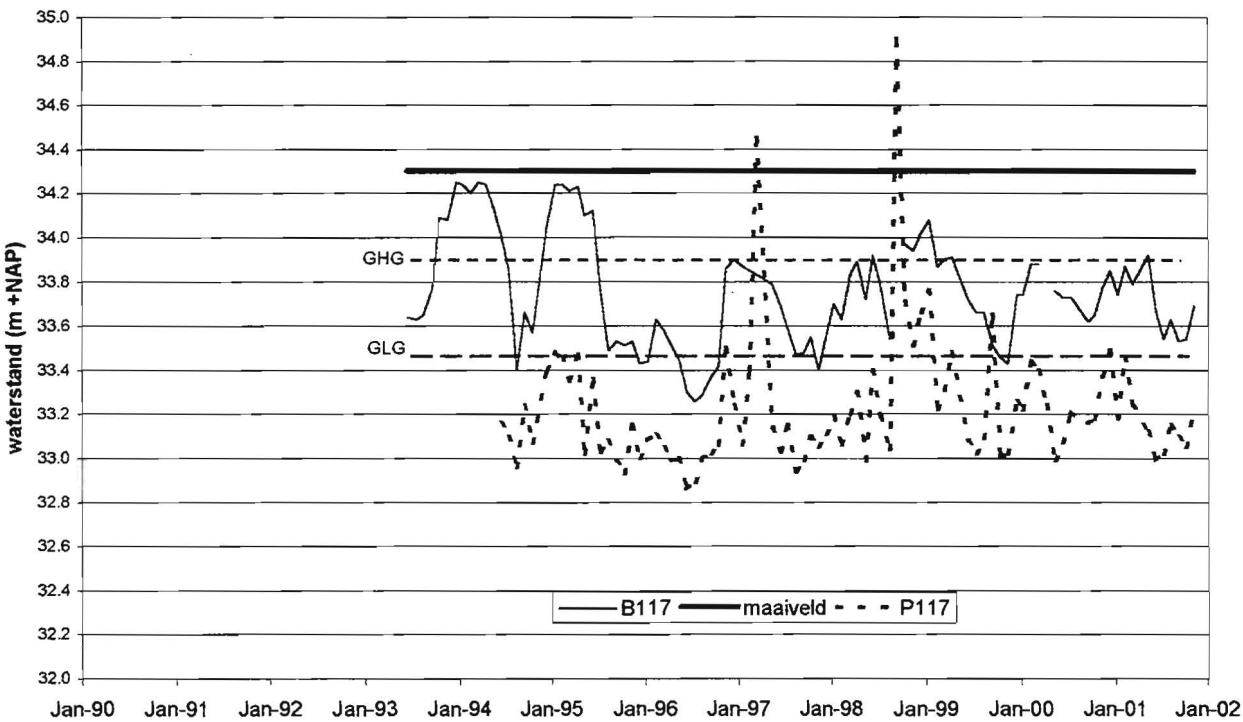

waterstand (m +NAP)
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
GHG
GLG
B36
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02


waterstand (m +NAP)
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
37.8
37.6
37.4
37.2
37.0
36.8
36.6
36.4
36.2
36.0
B25
maaiveld
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

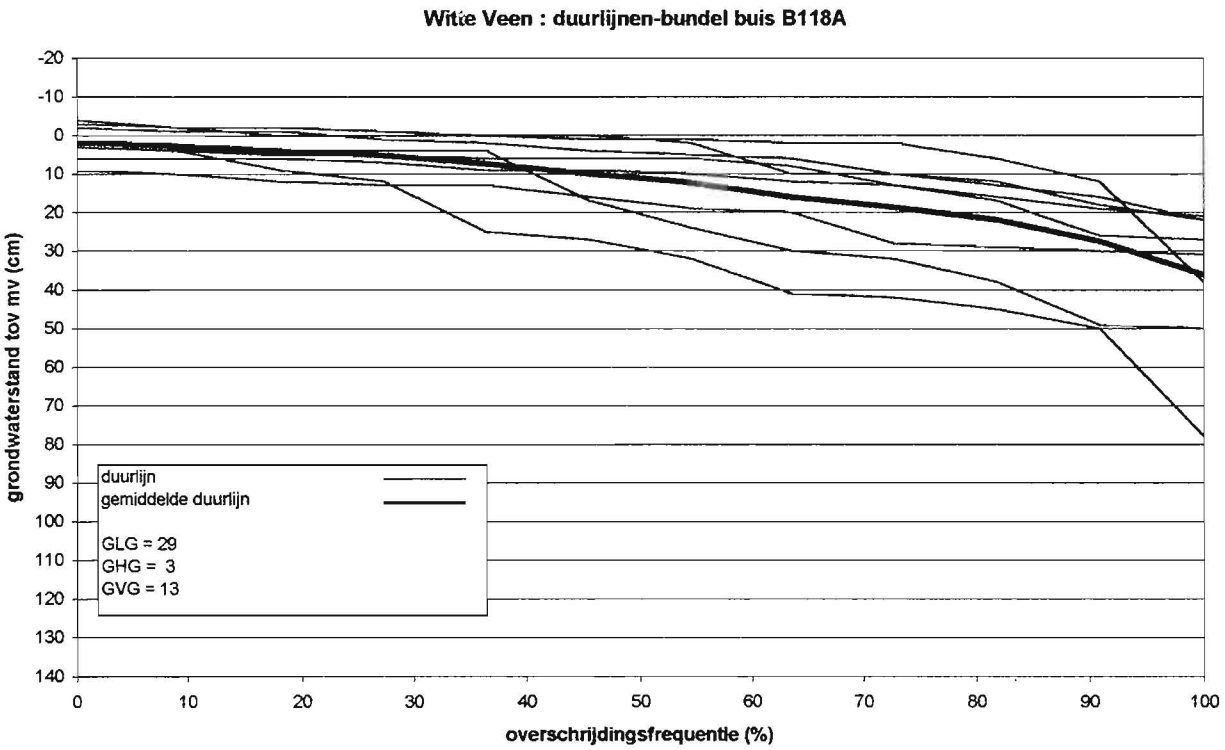

waterstand (m +NAP)
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
GHG
GLG
B29
maaiveld
L115
Jan-80
Jan-82
Jan-84
Jan-86
Jan-88
Jan-90
Jan-92
Jan-94
Jan-96
Jan-98
Jan-00
Jan-02

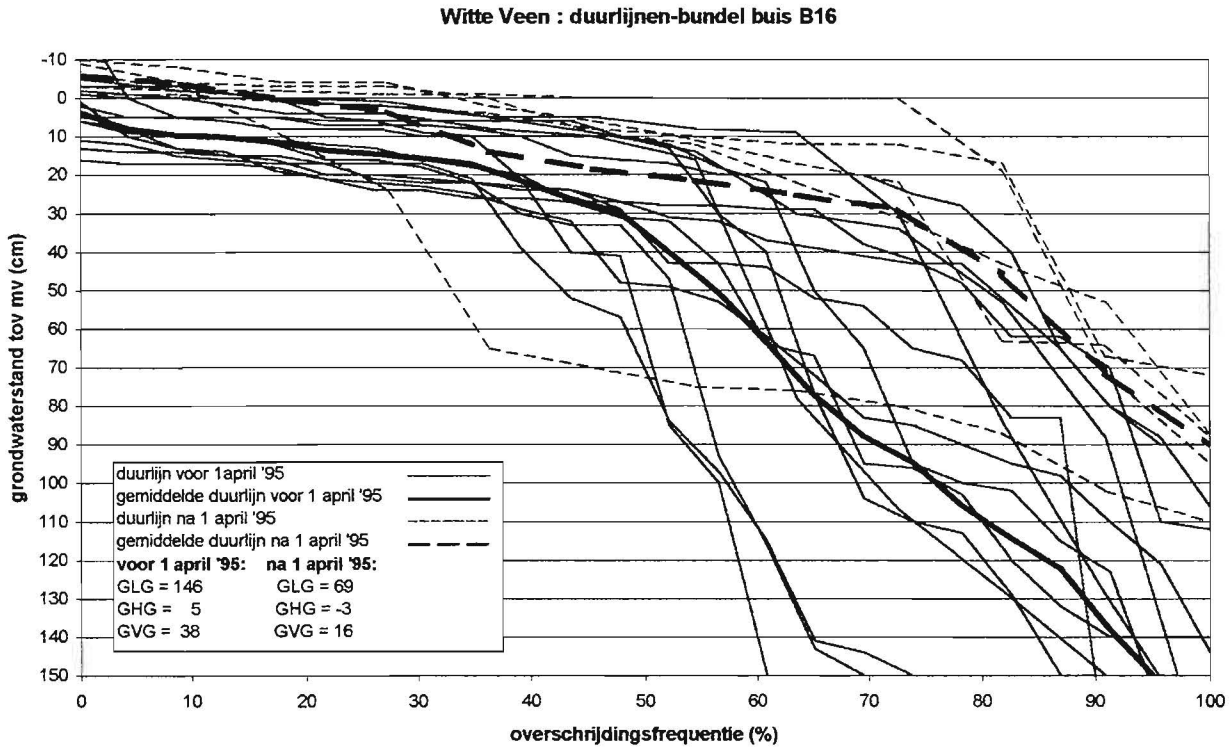

waterstand (m +NAP)
41.0
40.8
40.6
40.4
40.2
40.0
39.8
39.6
39.4
39.2
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
GHG
GLG
B115
maaiveld
L115
Jan-90
Jan-91
Jan-92
Jan-93
Jan-94
Jan-95
Jan-96
Jan-97
Jan-98
Jan-99
Jan-00
Jan-01
Jan-02


waterstand (m +NAP)
39.0
38.8
38.6
38.4
38.2
38.0
37.8
37.6
37.4
37.2
37.0
36.8
36.6
36.4
36.2
36.0
GHG
GLG
B116
maaiveld
Jan-90
Jan-91
Jan-92
Jan-93
Jan-94
Jan-95
Jan-96
Jan-97
Jan-98
Jan-99
Jan-00
Jan-01
Jan-02


waterstand (m +NAP)
35.0
34.8
34.6
34.4
34.2
34.0
33.8
33.6
33.4
33.2
33.0
32.8
32.6
32.4
32.2
32.0
GHG
GLG
B117
maaiveld
P117
Jan-90
Jan-91
Jan-92
Jan-93
Jan-94
Jan-95
Jan-96
Jan-97
Jan-98
Jan-99
Jan-00
Jan-01
Jan-02

Bijlage 4 Duurlijnenbundels van enkele hydrologische meetpunten in het Witte Veen


Witte Veen : duurlijnen-bundel buis B118A
grondwaterstand tov mv (cm)
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
overschrijdingsfrequentie (%)
duurlijn
gemiddelde duurlijn
GLG = 29
GHG = 3
GVG = 13


Witte Veen : duurlijnen-bundel buis B16
grondwaterstand tov mv (cm)
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
overschrijdingsfrequentie (%)
duurlijn voor 1april '95
gemiddelde duurlijn voor 1 april '95
duurlijn na 1 april '95
gemiddelde duurlijn na 1 april '95
voor 1 april '95:
GLG = 146
GHG = 5
GVG = 38
na 1 april '95:
GLG = 69
GHG = -3
GVG = 16