

# Het Agelerbroek

*Een algemeen chemisch onderzoek*



Wouter K. de Haan

Faculteit der Aard- & Levenswetenschappen  
Vrije Universiteit, Amsterdam, 2004



# Inhoudsopgave

## Hoofdstukken

## Paginanummer

|          |                                              |    |
|----------|----------------------------------------------|----|
| 1        | Inleiding                                    | 2  |
| 1.1      | Gebiedsomschrijving                          | 2  |
| 1.2      | Geologie                                     | 3  |
| 1.3      | Hydrologie                                   | 4  |
| 1.4      | Klimaat                                      | 4  |
| 1.5      | Vegetatie                                    | 4  |
| 2        | Doelstelling                                 | 6  |
| 3        | Methode                                      | 7  |
| 3.1      | Hydrochemie & hydrologie                     | 7  |
| 3.2      | Bodemchemie & bodemfysiologie                | 7  |
| 3.3      | Vegetatieopname                              | 8  |
| 4        | Resultaten                                   | 10 |
| 4.1      | Hydrologie                                   | 10 |
| 4.2      | Hydrochemie                                  | 10 |
| 4.3      | Bodemchemie                                  | 11 |
| 4.4      | Vegetatie                                    | 12 |
| 5        | Discussie                                    | 13 |
| 5.1      | Hydrochemie                                  | 13 |
| 5.2      | Bodemchemie                                  | 14 |
| 6        | Conclusie                                    | 17 |
| 7        | Dankwoord                                    | 19 |
| 8        | Literatuurlijst                              | 20 |
| 8.1      | Boeken                                       | 20 |
| 8.2      | Boekwerken, Syllabi, Artikelen, Kaarten, ed, | 20 |
| Bijlagen |                                              |    |
| 4.1      | Hydrologie                                   |    |
| 4.2      | Hydrochemie                                  |    |
| 4.3      | Bodemchemie                                  |    |
| 4.4      | Vegetatie                                    |    |

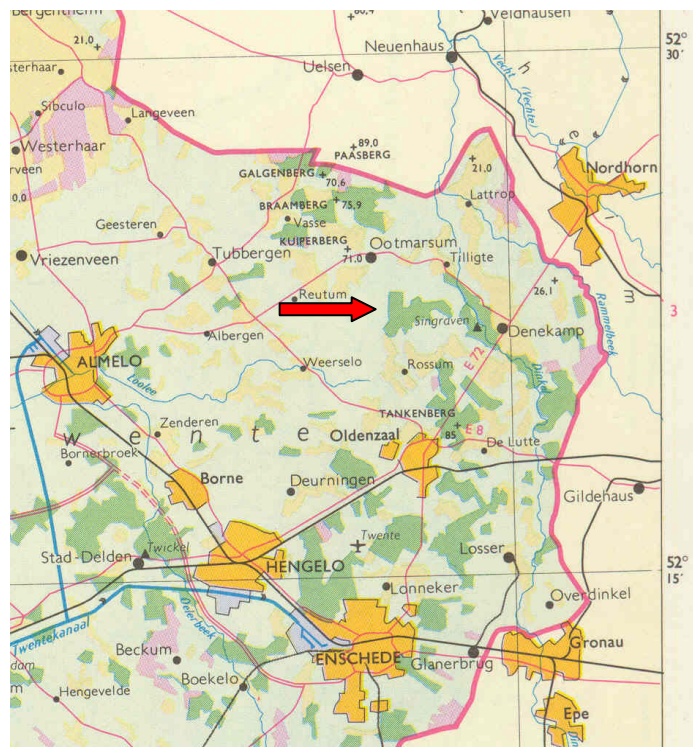


# 1 Inleiding

Dit veldwerk is gedaan in het kader van een afsluitend bachelors onderzoek door Wouter K. de Haan. Onder begeleiding van M. Waterloo en J. van Huissteden. Vrije Universiteit te Amsterdam, faculteit der Aard- en Levenswetenschappen, afdeling Geomilieuwetenschappen.

## 1.1 Gebiedsomschrijving

Het Agelerbroek ligt in noordoost Twente, in de driehoek Oldenzaal, Denekamp en Ootmarsum. De geografische locatie is: (52°22'57.5 N 6°55'17.9 O), het gehele gebied is ongeveer 1,5 km<sup>2</sup>. (zie kaart 1.1 bij de rode pijl)

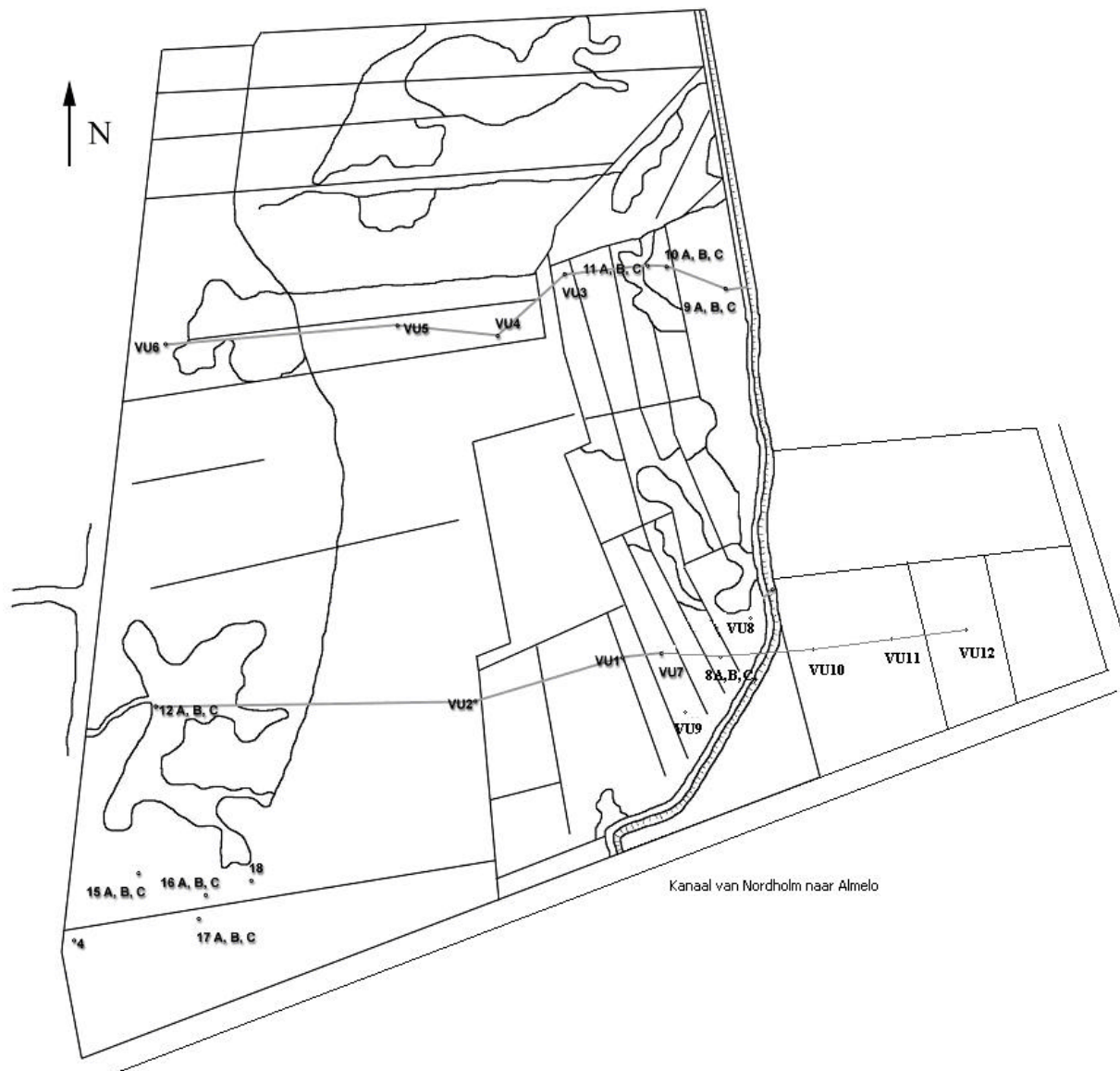


(kaart 1.1, noordoost Twente met bij de rode pijl het Agelerbroek)

Vroeger was het Agelerbroek en omgeving een uitgestrekt moerasgebied. In de loop van eeuwen is er steeds iets van afgeknabbeld. Door middel van ontwatering door slootjes en stuwen werd het gebied geschikt voor de landbouw. Het gebied grenst in het zuiden aan het Almelo-Nordhornkanaal, dit kanaal is in 1880 gegraven. Sindsdien is de waterhuishouding veranderd, het is er natter geworden en het landbouwgebied werd verlaten. De houtwallen en slootjes zijn nog te herkennen in het gebied net zo als op de kaart.

Het Agelerbroek is een elzenbroekbos, een moersbos dus. De elzen in dit bos zijn zeer waarschijnlijk aangeplant voor hakhout. Het gebied wordt aan de oostkant doorsneden door de Tilligterbeek. Deze beek is eind jaren zestig, als gevolg van de ruilverkaveling, uitgegraven voor ontwatering. Hierdoor werd het weer mogelijk ten oosten van de beek landbouw te bedrijven. Maar sindsdien is de oostkant van het Agelerbroek wel verdroogd. Het zuidoostelijk gelegen landbouwgebied is sinds vorig jaar in handen van Staatsbosbeheer. (zie kaart 1.2) Op dit moment zijn ze bezig met een verarming van de grond door het af te plaggen en te gebruiken als hooiland. Maar het doel is dat het oostelijke deel net zo rijk in flora en fauna wordt als het westelijke deel van het bos.





(kaart 1.2, Agelerbroek plus nieuw gedeelte. naar Zijp en Parmentier)

## 1.2 Geologie

Het reliëf van Twente wordt gekenmerkt door twee stuwwallen, die van Ootmarsum en die van Oldenzaal. Deze zijn als één gevormd in het eerste deel van het Saaliën. Later zijn ze door een verandering van stroming van het ijs van elkaar gescheiden. Lopend vanaf de scheiding van de stuwwallen naar het zuiden ligt een esker, een gletsjerrivier. Doordat het ijs over sediment is geschoven, heeft er zich een laag grondmorene (oftewel keileem) gevormd (de Formatie van Drenthe). De grondmorene is slecht permeabel.

Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, is Nederland niet bedekt geweest met landijs. Maar er heerste wel een koud klimaat. Onder deze omstandigheden ontstond er een toendra landschap met permafrost in de bodem. In het gebied is de Formatie van Twente afgezet. Deze formatie bestaat uit fluvioperiglaciale sedimenten, dat wil zeggen rivier afzettingen onder koude omstandigheden. Dus het is een samenraapsel van sedimenten die afgezet zijn door; rivieren, beken, meren en moerassen. Dit sediment kan variëren van grof zand tot silt en klei. Maar ertussen kunnen ook laagjes van humeus of weinig materiaal gevonden worden. Het grove zand is ideaal als watervoerend pakket (aquifer) als het wordt begrenst door klei of

leem. Dit is een reden waarom het in het westelijke deel van het Agelerbroek zo nat is. Daar komt het water als kwel uit de grond en zo ontstaat de beek “Het Vree”

Verder is de westkant van het Agelerbroek ook de rand van een dekzand rug (Formatie van Twente), dit is een eolische afzetting (wind) en bestaat uit fijn zand, het is eigenlijk een soort zandduin. Dit zand komt zeer waarschijnlijk uit het Noordzee bekken. Gedurende de ijstijd was dit drooggefallen en zonder vegetatie, de vlakte lag dus open voor de harde winden. Ook ten oosten van de Tilligterbeek lag oorspronkelijk een dekzandrug maar deze is weg geploegd.

Verder ligt in het noordoostelijke deel nog de Formatie van Singraven. Dit is een Holocene beek afzetting, deze bestaat uit klei, silt en daarmee geassocieerd veen.

### *1.3 Hydrologie*

Zoals al eerder vermeldt is het Agelerbroek een elzenbroekbos, een moerasbos. Dit vereist gedurende het jaar een lange periode van veel water. Door de geologische omstandigheden heb je in het westelijke gedeelte te maken met kwel water dat afkomstig is van de stuwwallen. Dankzij dit grondwater staat het bos hier vaak zelf in juni nog blank. Het beekje “Het Vree” dat zo ontstaat stroomt naar het noordoosten toe, richting de Tilligterbeek. Doordat de Tilligterbeek is gekanaliseerd en uitgediept ontrekt deze beek juist het water aan de bodem. Daardoor is het bos aan de oostkant van het Agelerbroek dan ook vaak voorzien van een droge humeuze laag. Een nogal uitzonderlijke situatie voor een elzenbroekbos. Het Agelerbroek ligt dichtbij de waterscheiding van de rivieren de Dinkel en de Regge. De Tilligterbeek stroomt naar de Dinkel toe. Tevens ligt het Agelerbroek tussen de stuwwallen van Ootmarsum en Oldenzaal in. Vermoedelijk komen hier de grondwater stromen van de stuwwallen elkaar hier tegen, waardoor er een hogere druk in het aquifer ontstaat.

### *1.4 Klimaat*

De windrichting bepaald in Nederland wat voor type klimaat wij hebben; als de wind uit het westen komt hebben we een mild zeeklimaat maar komt de wind uit het oosten dan kan je een landklimaat verwachten. Dit milde, vochtige zeeklimaat heeft Nederland te danken aan de Noordzee, die in het westen ligt. In het oosten ligt de rest van continentaal Europa. Het effect van deze verschillende luchtstromingen zou men terug moeten vinden in een langdurige Hydrologie opname. Twente ligt veel oostelijker dan de rest van Nederland en zou daardoor een veel continenter, droger klimaat moeten hebben.

### *1.5 Vegetatie*

Sinds de aanleg van het Almelo-Nordhornkanaal is het gebied vernaat. Tevens was er de uitvinding van kunstmest waardoor het niet meer zinvol was de weinig productieve gronden in beheer te houden. De vernatte hooilanden raakten al dan niet doelbewust, begroeit met een broekbos. Deze bossen werden gebruikt voor brandhout en zo ontstond het elzenhakhout. Het hout werd eens in de vier tot vijftien jaar gekapt. Dit werd dan voor van alles gebruikt; van bezemstelen tot de productie van houtskool voor de ijzergieterijen. Zo ontstond er een typische vorm van het elzenbroekbos. De stronken die waren overgebleven gingen weer groeien en kregen dus meerdere stammen op een wortelstronk. Omdat de kap op een grote schaal plaatsvond had je een lange tijd waarin de kruidlaag veel licht kreeg. En zo ontstond er een grote afwisseling van vegetatie typen in het gebied. Veen met veenmos (*sphagnum*), struweelopslag, en stukjes met heide.

Sinds de ruilverkaveling in de jaren '60 is het gebied verdroogd, maar ook met rust gelaten. De open plekken raakten begroeid met struweel van wilgen (*Salix cinerea*, *subsp. cinerea*) en elzen (*Alnus glutinosa*).

De huidige vegetatie van het Agelerbroek is in te delen in de volgende vegetatietypen; Aan de vernatte westelijke kant heeft het elzenbroekbos een rijke ondergroei met bijzondere planten als Kleine Valeriaan (*Valeriana dioica*), Waterviolier (*Hottonia palustris*) en Waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*). Nattere stukken worden gedomineerd door Grauwe wilg (*Salix cinerea*, *subsp. cinerea*).

Het verdroogde elzenbos in het oostelijk deel heeft nu een door Rankende Helmbloem (*Ceratocapnos claviculata*), Braam (*Rubus fruticosus*), Framboos (*Rubus idaeus*) en aan de randen Brandnetel (*Urtica dioica*) gedomineerde ondergroei.

Zowel in het noordoostelijk als in het westelijke deel is een open veldje. Deze worden ongeveer eens in de 10 jaar (deels) geplagd. Op het noordoostelijke stuk vindt men onder andere Blauwe Zegge (*Carex panicea*), Blaasszegge (*Carex vesicaria*) en Oeverzegge (*Carex riparia*), Zenegroen (*Ajuga reptans*) en Hondsviooltje (*Viola canina*). Het westelijke veldje (zie foto 1.1) werd gedomineerd door Grote Wederik (*Lysimachia vulgaris*), Zwarte Zegge (*Carex nigra*), Snavelzegge (*Carex rostrata*), Sterzegge (*Carex eginata*), Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*) en Veenmos (*sphagnum*). Beide veldjes zijn voorbeelden van een heideschraal grasland



(foto 1.1, veenpluis op het westelijke veldje)

## 2 Doelstelling

Het Agelerbroek kan ruwweg in drie delen worden verdeeld: het westelijke, natte gebied, het oostelijke gebied dat symptomen van verdroging vertoont is en een nieuw aangeschaft deel dat nog verder oostelijk ligt. De eigenaar van het gebied, Staatsbosbeheer, wil het in zijn oorspronkelijke staat terugbrengen. Dat betekent dus een Elzenzegge-Elzenbroek vegetatie. Dit onderzoek is een vervolg van het onderzoek van Tolk en Roozeboom (2002) en richt zich dan ook vooral op de chemie en vegetatie van het gebied. Met name om het nieuwe gedeelte te kunnen linken aan de rest.



In hoeverre is het oostelijke deel verdroogd, wat zijn de geo- en hydrochemische aanwijzingen hiervoor. Is er een verband met de vegetatie?

Hoe zal het nieuwe gedeelte zich ontwikkelen? Zal de ontwikkeling gaan naar een broekbos of naar een eikenbos, kan de pioniersvegetatie hier uitsluitsel over geven?

Wat voor veranderingen in de waterstand of morfologie zijn aan te raden, zodat de elzenzegge-elzenbroek verbond meer kans heeft.

### *3 Methode*

#### *3.1 Hydrochemie & Hydrologie*

Om de hydrochemie van het gebied te onderzoeken heeft men watermonsters nodig. Deze zijn genomen uit zowel oppervlaktewater als grondwater.

Voor het grondwater is gebruik gemaakt van de al aanwezige peilbuizen van Staatsbosbeheer alsook van de vorig jaar geplaatste peilbuizen door Parmentier en Zijp (2002). Tevens zijn er drie nieuwe buizen (VU10, VU11, VU12) geplaatst in het nieuw aangeschafte gebied van Staatsbosbeheer. Deze liggen op een lijn met de zuidelijke raai, van de peilbuizen 12abc, VU2, VU1, VU7, 8abc. Zie de bijlage (4.1- peilbuizen) voor de gegevens over de buizen. Verder is er ook gebruik gemaakt van enkele suctioncups, dit zijn buizen die dmv een vacuüm, bodemvocht door een ceramische cup zuigen, deze waren geplaatst bij de buizen VU10, VU11, 8abc.

Voor het oppervlakte water is gebruik gemaakt van slootjes in de omgeving van de peilbuizen, zoals bij VU1, VU2 en VU3. Deze lagen allemaal in het oostelijke deel. In het westelijke deel is oppervlakte water gemonsterd bij peilbuis 18, deze stond onder water. En ook de kikkerpoel is bemonsterd. Tevens is ook op twee plekken het water van de Tilligterbeek bemonsterd. En verder is er ook gebruik gemaakt van een drietal keramische cups.

De waterstanden van de peilbuizen in het gebied zijn op verschillende tijdstippen gemeten gedurende het veldwerk. Op een dag zijn alle peilbuizen een keer gemeten zodat ze gemakkelijker aan elkaar konden worden gekoppeld. Tevens zijn er dataloggers gezet bij de peilbuizen 8C en VU10, deze maten de waterstand elk kwartier. Deze loggers meten de druk van de waterkolom boven de drukopnemer (Drück). Deze data werden vervolgens uitgelezen met de terminal die bij deze loggers hoort, zodat de gegevens overgezet konden worden naar een PC.

Ook werd er direct in het veld al analyse gedaan; temperatuur, electro-conductiviteit (EC), nitriet, nitraat en na thuiskomst ook de alkaliniteit. Omdat we geen pH meter of pH strookjes hadden meegenomen helaas geen veldopname van de pH. De EC en temperatuur is gemeten met een GLM 202 EC-meter van Greisinger Electronid (Duitsland). Nitriet en nitraat is bepaald met strookjes van Merck (Duitsland). En verder is de alkaliniteit als  $\text{HCO}_3^-$  bepaald met als reagens 0,2M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

In het laboratorium is de pH, EC en alkaliteit opnieuw door mij gemeten. Alle andere stoffen zijn onderzocht door een laborant.

#### *3.2 Bodemchemie & Bodemfysiologie*

Voor de bodemchemie is er gemonsterd op het aangekochte stuk. Drie maal in de buurt van de peilbuizen VU10, VU11, VU12 en nog eens tweemaal extra ten noorden van VU10. Ieder monster is tweemaal gestoken op 1 meter afstand van elkaar om zo een beter gemiddelde van de bodem te krijgen. De bemonstering is gedaan op 5 dieptes: 0-10 cm, 10-20 cm, 30-40 cm, 50-60 cm en 70-80 cm. De reden dat er alleen gemonsterd is op de voormalige akkers is dat Tolk en Rozenboom (2002) al aan de andere kant van de Tilligterbeek hadden gemonsterd.

Verder zijn er voor de massa/volume bepaling monsters genomen. Bij de deze bepaling wordt met een ring van  $100\text{ cm}^3$  een bodemmonster gestoken. Zo is het volume bekend en hoeft alleen nog maar de massa bepaald te worden. Deze monsters zijn vooral genomen bij peilbuis 8, 15 en VU11.

In het laboratorium werden de ringen gewogen terwijl ze nog net zo vochtig zijn als dat men ze heeft gestoken in het veld. Daarna werden ze gedroogd op  $105^\circ\text{C}$  en opnieuw gewogen. Op die manier is het vocht eruit en weet men het drooggewicht per volume.

Voor de bepaling van hoeveelheid koolstof en stikstof in de bodem moesten de monsters eerst gedroogd worden op  $60^\circ\text{C}$  voor 48 uur. Daarna konden ze worden vermalen en gehomogeniseerd. De koolstof en stikstof analyse is in duplo gedaan op de FlashEA<sup>TM</sup>1112 Elemental Analyzer van Thermo Quest.

De pH van de bodem werd bepaald door 45 gram veldvochtig materiaal te mengen met 60ml water. Een dag later is, na regelmatig schudden de pH gemeten. Daarna is 4650 mg KCl toegevoegd. Na enige malen schudden is opnieuw de pH bepaald.



*(foto 3.1, westelijke veldje, waar 3 maal is gemonsterd)*

### 3.3 Vegetatieopname

Er zijn een aantal vegetatie opnames gemaakt. Van het weilandje bij de kikkerpoel (3 maal), op het geplagde stuk in het noorden en op het nieuw aangeschafte gebied (2maal). (zie ook foto's 3.1 en 3.2) Dit om zo de ontwikkeling te kunnen volgen van het nieuwe gebied, de vegetatie zou een aanwijzing kunnen zijn voor het verdrogen van het oostelijke deel. De opnames zijn op dezelfde manier gedaan als die van Tolk en Roozeboom (2002) dus ook gebaseerd op de verfijnde Braun-Blanquet-schaal. De gebieden voor opname zijn 2 bij 2 meter groot en moeten representatief zijn voor het geheel. Hierbij de codes voor vegetatie.

|    |                                                                 |           |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| r  | sporadisch in de hele vegetatie, niet in het proefvlak aanwezig |           |
| +r | sporadisch (1-2 individuen) in het proefvlak aanwezig           |           |
| +p | individuen weinig talrijk (ca. 3-20), bedekking                 | <1%       |
| +a | individuen weinig talrijk (ca. 3-20), bedekking                 | 1-2%      |
| +b | individuen weinig talrijk (ca. 3-20), bedekking                 | 2-5%      |
| 1p | individuen talrijk (ca. 20-100), bedekking                      | <1%       |
| 1a | individuen talrijk (ca. 20-100), bedekking                      | 1-2%      |
| 1b | individuen talrijk (ca. 20-100), bedekking                      | 2-5%      |
| 2p | individuen zeer talrijk (> 100), bedekking                      | <1%       |
| 2m | individuen zeer talrijk (> 100), bedekking                      | 1-5%      |
| 2a | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 5-12,5%   |
| 2b | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 12,5-25%  |
| 3a | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 25-37,5%  |
| 3b | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 37,5-50%  |
| 4a | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 50-62,5%  |
| 4b | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 62,5-75%  |
| 5a | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 75-87,5%  |
| 5b | aantal individuen willekeurig, bedekking                        | 87,5-100% |



*(foto 3.2, noordoostelijke veldje, 2 maal)*

## *4 Resultaten*

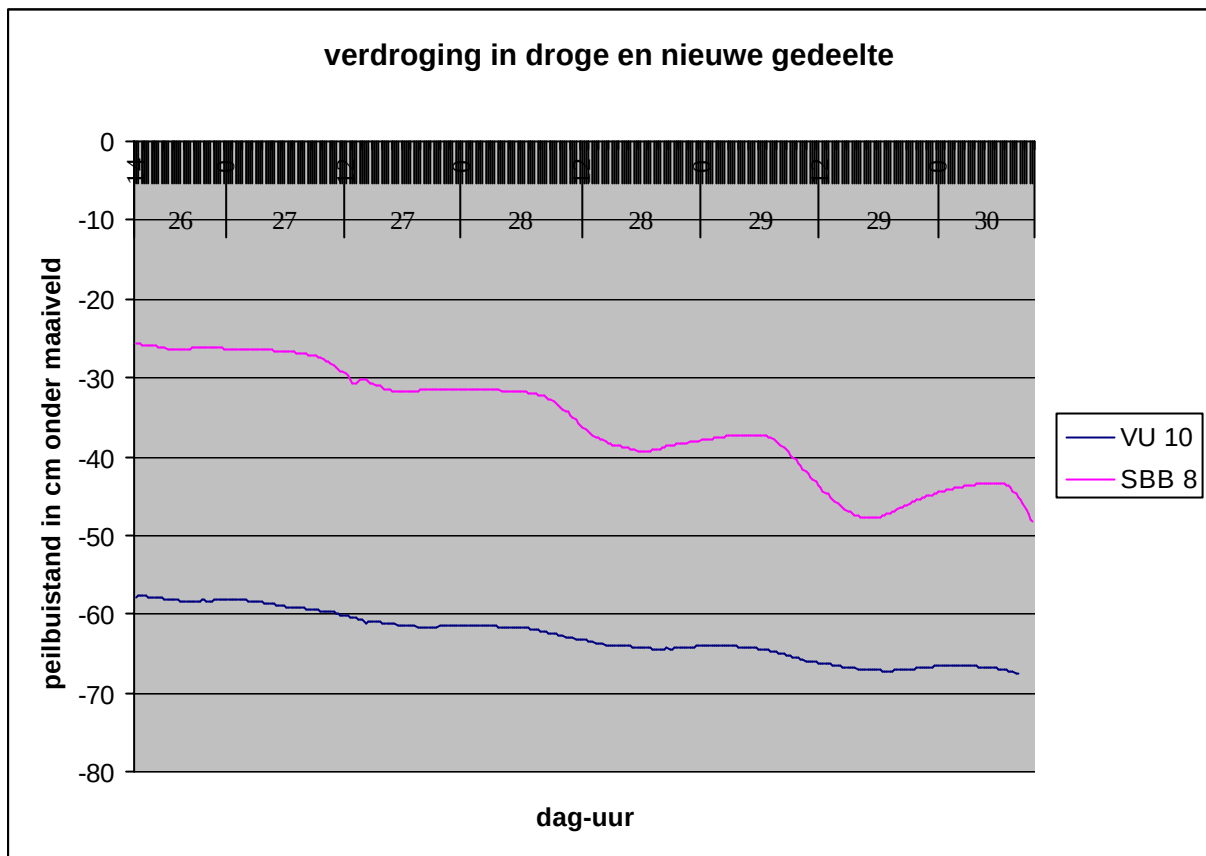


### *4.1 Hydrologie*

De waterstanden staan in een bijgewerkte bijlage van Zijp en Parmentier (2002), bijlage (4.1- waterstanden).

#### *4.1.1 Dataloggers*

Met de gegevens van de twee geplaatste dataloggers is een grafiek gemaakt. Deze gegevens staan in bijlage (4.1- dataloggers).



Wat opvallend is, is dat de fluctuatie bij peilbuis 8 veel groter is dan die van het nieuwe gedeelte. Maar de grondwaterspiegel ligt bij VU 10 wel veel lager. Duidelijk uit de grafiek te halen is ook wat voor effect de regenbui heeft gehad op de grondwaterstand. 's Middags verdamping maar 's avonds géén aanvulling. Dat gebeurt pas na een drietal dagen, dan zie je de lijn na een daling weer stijgen, dit is vooral goed te zien bij peilbuis 8.

## 4.2 Hydrochemie

In het hydrochemie onderzoek zijn de gegevens van Tolk en Roozeboom (2002) meegenomen om zo in ieder geval aan voldoende gegevens te komen voor een significantie test.

De watermonsters zijn verdeeld over drie verschillende types; oppervlakte water, water uit de wortelzone, en bodemwater. Alle waarden in de tabellen zijn in mol/liter tenzij anders vermeld. Alle gegevens die gebruikt zijn hebben een foutmarge van minder dan 10%. De gegevens per buis staan vermeld in bijlage (4.2-verdeling water), de Student t-testen staan in (4.2-t-test water)

**4.2.1 Oppervlakte water:** de gegevens zijn opgesplitst tussen de Tilligterbeek, het droge en natte gebied.

Droog tegen nat; Enkel een significant verschil in de pH, het droge gebied is wat zuurder.

Droog tegen de beek; Hier wat meer verschil, de pH en hardheid zijn duidelijk hoger in de beek. De beek bevat veel positieve ionen maar ook een hogere concentratie van  $\text{HCO}_3^-$ .

Nat tegen de beek; Alleen Kalium en Sulfaat zijn beduidend hoger in de beek dan in het verdroogde gebied.



4.2.2 Grondwater: helaas nog niet veel gegevens van het nieuwe gebied in vergelijking met de andere delen van het Agelerbroek, maar toch de t-test uitgevoerd.

Droog tegen nieuw: Het nieuwe gebied heeft hogere waarden in  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{PO}_4^{2-}$ . En ook de EC en Hardheid zijn aan de hoge kant.

Droog tegen nat: significant hogere waarden voor Natrium, Kalium en Chloride in het natte gebied.

Nat tegen nieuw: De  $\text{HCO}_3^-$  is hoger in het nieuwe gebied en in het natte gedeelte is de  $\text{NO}_3^-$  duidelijk hoger (maar niet zohoog als die van het verdroogde gedeelte).

## 4.3 Bodemchemie & Bodemfysiologie

Ook dit deel van het onderzoek maakt gebruik van de gegevens van Tolk en Roozeboom (2002). De waarden van fosfaat zijn alle afkomstig uit hun verslag. Verder is er onderzoek gedaan aan materiaal dat zij hadden verzameld. En is er eigen onderzoek gedaan met name in het nieuwe deel.

In de bijlage bodemonderzoek zijn vergelijkende tweezijdige student t-testen gedaan voor de drie verschillende delen van het Agelerbroek. Deze delen zijn het oorspronkelijke natte gebied in het westen, het verdroogde gebied bij de Tilligterbeek en het nieuw aangeschafte gebied. Het significante verschil alfa is op 5% gehouden. Bijlage (4.3-t-test bodem) voor de t-testen en (4.3-verwerking) voor de gegevens per monster.

4.3.1 Nat tegen droog: Het meest duidelijke dat uit deze tests naar voren komt is het grote verschil in pH, het verdroogde gebied is gemiddeld 2 punten zuurder dan het natte gebied. Dit geldt ook voor de dieper genomen monsters.

Verder is er ook een veelbetekenend verschil in de fosfaat percentages.

Al geeft de bulk-density duidelijk een groot verschil, de waarde is net iets lager dan de cruciale waarde. Dus net geen significant verschil op de diepere waarden

4.3.2 Droog tegen nieuw: Er is een wereld van verschil tussen deze twee gebieden. Het nieuwe gebied mist een humeuze laag dit komt duidelijk naar voren in het onderzoek. Het nieuwe gebied heeft dus ook veel hogere bulk-density waarde.

Maar de pH van het nieuwe gebied is weer een stuk hoger, ongeveer 1,5 punt. Maar dus nog steeds licht zuur.

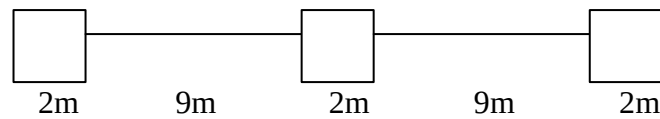
4.3.3 Nat tegen nieuw: Nogmaals een groot verschil. Wederom het duidelijke afwijking in de mineralen C en N. Evenals het verschil in Bulk-density. De pH is wel verschillend maar niet significant verschillend.

## 4.4 Vegetatie opname

De doelstelling voor de vegetatieopname was het aan elkaar koppelen van het bestaande Agelerbroek en het nieuw aangeschafte gedeelte. En eventueel een voorspelling te doen over de ontwikkeling van het nieuwe veldje. Een tweede vraag is, of de pioniersvegetatie van het nieuwe gebied een aanwijzing gaf voor een droge of natte bodem. Maar tijdens de vegetatie opname werd het wel duidelijk dat het nieuwe gedeelte was ingezaaid. Dit maakte het wat onlogisch om de vegetatie opnames veel verder uit te werken. Ze zijn dus toegevoegd aan de lijst van Tolk en Roozeboom (2002), zonder verdere uitwerking, bijlage 4.4.

De drie westelijke opnames zijn zo gemaakt: meest westelijk ligt West II (dit is hoge grond) met verder westelijk wat struweel. 9 meter naar het oosten ligt West I (2 meter lang) en 9

meter verder ligt West III ( water boven oppervlak) met verder oostelijk het echte bos. (zie ook foto 3.1) De vegetatie opname in het noordoosten is op 20 meter afstand van peilbuis SBB9 gedaan.



Verder zijn op het westelijke veldje 2 gevlekte orchis en 1 vleeskleurige orchis gevonden. Deze twee soorten komen vaak samen voor en kunnen ook kruisen.



(foto 4.1, gevlekte orchis)



(foto 4.2, vleeskleurige orchis)

## Discussie

### 5.1 Hydrochemie



De hydrochemie van het gebied zou een directe afspiegeling moeten zijn van de biochemische processen die in de bodem spelen. Zou zouden de chemo-autotrofe bacteriën *Nitrosomonas* en *Nitrobacter* er voor zorgen dat onder aërobe omstandigheden uit oxidatie van ammoniak ( $\text{NH}_4^+$ ) er meer nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) en nitriet ( $\text{NO}_2$ ) wordt gevormd. Dat betekent ook dat er meer waterstof ( $\text{H}^+$ ) achterblijft in de bodem en zuurder zou moeten zijn. Dit is dus te verwachten in het oostelijke deel van het gebied.

Vlak voordat de twee weken veldwerk begonnen is er over het gebied een grote storm getrokken, waarbij er veel neerslag viel. Dit zou moeten leiden tot een concentratie vermindering en tot uitspoeling van  $\text{NO}_3^-$ , eventueel naar de diepere lagen.

De Tilligterbeek is een afwateringsrivier uit het grotere moerasbos dat aan de andere kant van het kanaal ligt. En daardoor is de vergelijking tussen de beek en het Agelerbroek ook nuttig. Er is vaak een significant verschil met het droge gebied, maar veel minder met het natte gedeelte (behalve dan de relatief hoge waarden van kalium en sulfaat). Is dit een aanwijzing

dat er toch iets mis is? Toch bemesting aan de andere kant van het kanaal? De hoge waarden van kalium en sulfaat kunnen ook hun oorsprong hebben in de ondergrond, de Tertiaire marien pakketten zouden kaliumsulfaat ( $K_2SO_4$ ) kunnen bevatten, dit zou dan door middel van kwelwater naar boven worden gebracht.

Vreemd genoeg komt de verlaagde pH van het droge gebied, niet duidelijk naar voren in de uitgevoerde t-tests. Alleen in het oppervlakte water is het zichtbaar. In het diepere grondwater is het effect niet duidelijk dit kan komen omdat het te diep is en wel degelijk het hele jaar door onder water staat. Verder komt ook nergens naar voren dat de  $NO_3^-$  significant hoger is in het droge gebied. Alleen in vergelijking met het nieuwe gebied maar dat is juist omdat de  $NO_3^-$  daar laag is, de  $NH_4^+$  is daar juist hoog.

Uit de losse data komt een heel ander beeld naar voren: sommige peilbuis monsters hebben hele hoge waarden, VU5, VU4, VU2, VU10 en in mindere mate ook de peilbuizen 4, 18, VU9 en VU11. Deze hoge waarden zijn waarschijnlijk veroorzaakt door de ondergrond. Zoals vermeld in de inleiding/geologie bestaat de ondergrond hier onder andere uit leemlagen, deze zijn van nature rijk aan mineralen, waaronder  $CaCO_3$ . maar ook de hoge waarden van Na en Cl kunnen verklaard worden aan de hand van de ondergrond, in de diepte zitten Tertiaire mariene pakketten Dit zou heel goed de hoge waarden voor hardheid en EC kunnen verklaren. De data per watermonster staat vermeld in de bijlage (4.2-verdeling)

Toch wordt er ook oppervlakte water gevonden met hoge waarden voor EC en Hardheid. De sloot bij VU 2 is in beide jaren gemonsterd en met duidelijk hoge waarden. De bodem van de sloot raakt dus een leemlaag.

Nu is het niet zo dat er helemaal geen verdroging is in het gebied. Tijdens het veldwerk was het al opgevallen dat de grond “veert” bij peilbuis 8 met de gegevens van de hydrochemie is duidelijk dat die peilbuis echt in het hart staat van de verdroging, de omringende peilbuizen (VU7, VU8 en VU9) laten maar weinig verhoging zien in de karakteristieke mineralen. Toch staan er veel planten die niet thuishoren in een “gezond” elzenbroekbos, op sommige plekken staat er veel brandnetel, Tussen VU1 en VU2. Verder missen ook vaak de typische planten die te zien zijn in het natte gedeelte.

De waarden voor  $NO_3^-$  bij buis 8 zijn voor de wortelzone 1,48 mmol/l en voor het grondwater (anaëroob!) 1,12mmol/l. En de pH is 4,2 voor de wortelzone en 6,2 voor het grondwater, en dat na een tijd met veel regen.

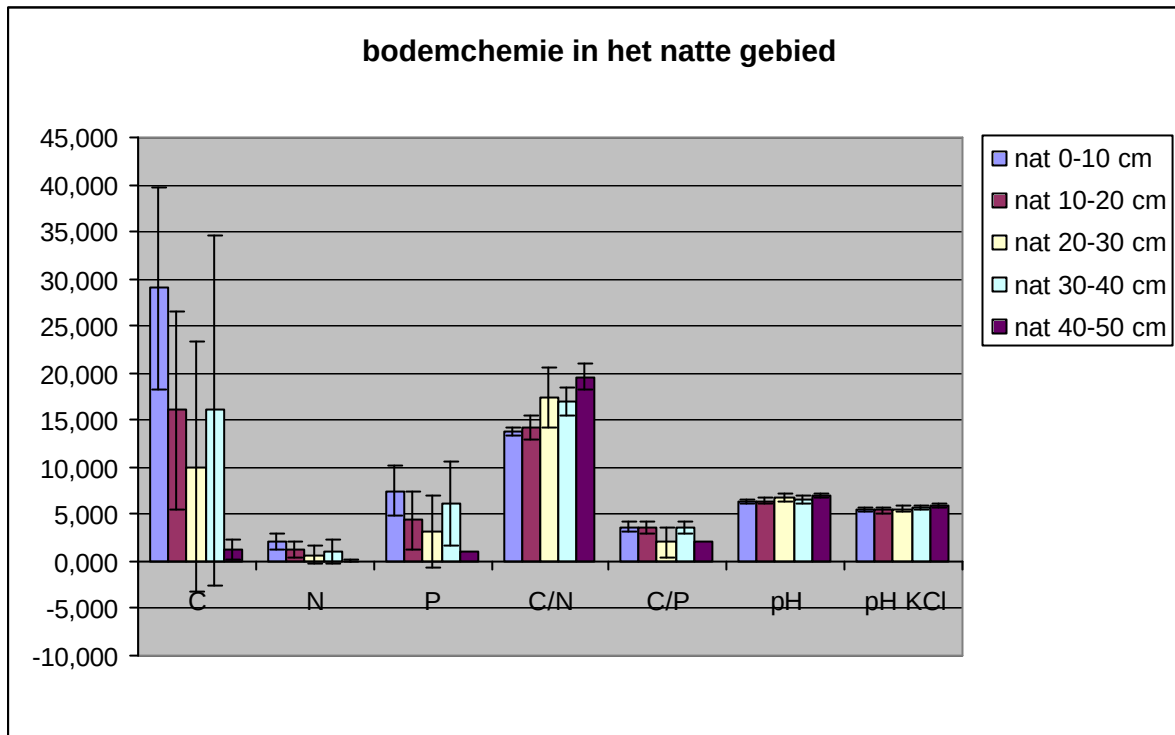
In principe sluit het nieuwe gebied goed aan bij de rest van het gebied. Toch zijn er verschillen in sommige mineralen ze scoren vooral hoog in  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $HCO_3^-$ . Vooral de hoge kalium en  $HCO_3^-$  waarde in de wortelzone is opvallend. Dit zal het gevolg zijn van bemesting en kalk.

## 5.2 Bodemchemie

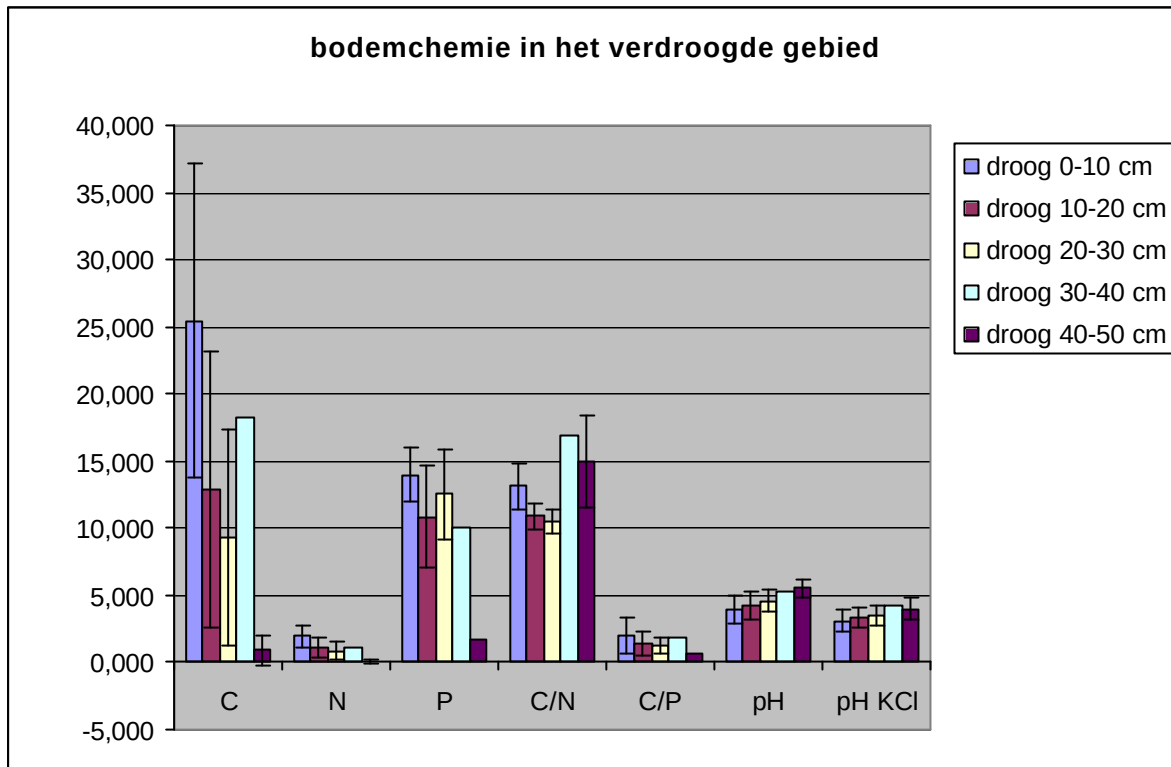
De grafieken die hier worden weergegeven zijn gemaakt van de gegevens per gebied, deze zijn ook te vinden in de bijlage (4.3-verwerking)

De eerste grafiek is van het natte gedeelte van het Agelerbroek, duidelijk te zien is de snelle afname van C en in mindere mate de afname van N en P met de diepte. Dit is dan ook de rede van de stijgende C/N verhouding verder valt ook op dat de pH met de diepte nauwelijks verandert. De grote foutenmarges bij C zijn uitgelegd door Tolk en Roozeboom 2002. Zij

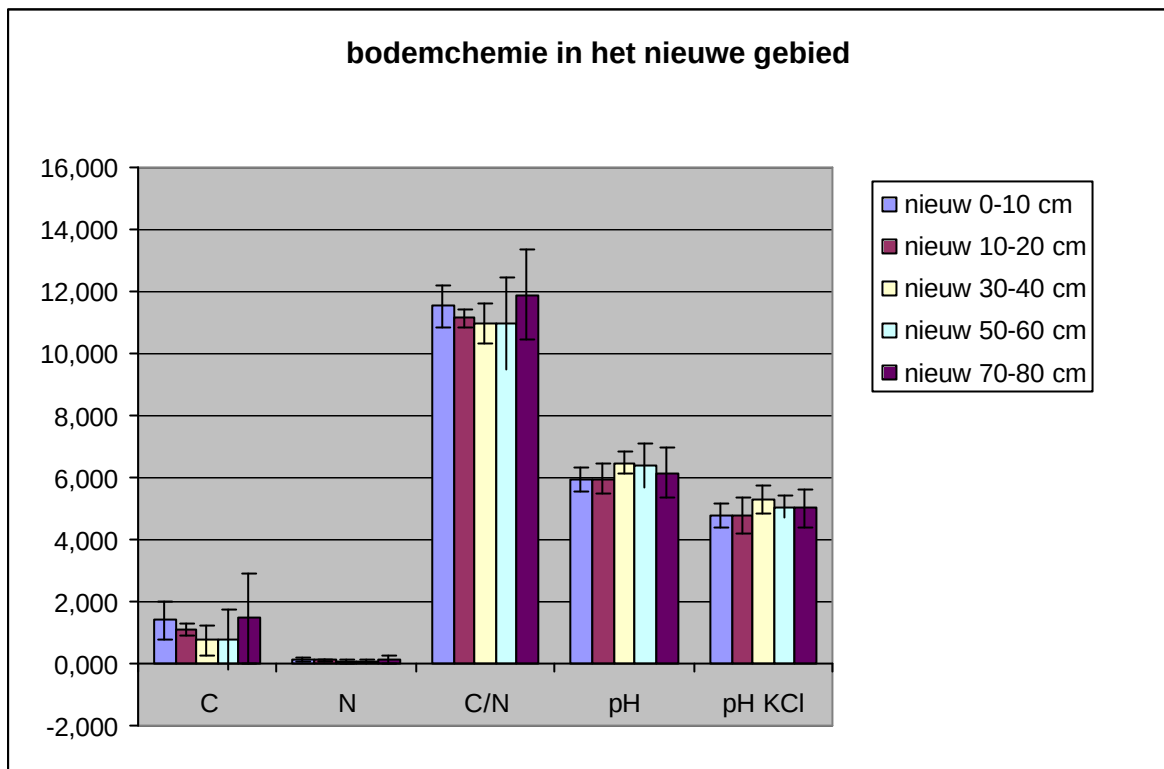
vermoeden dat het door de lage waarden van de monsters bij peilbuizen 15 en 17 van Staatsbosbeheer komt.



Ook in het verdroogde gebied is de snelle afname van C te zien en ook de minder snelle afname van N en P, wat te zien is aan de C/N verhouding. Maar hier neemt de pH met de diepte toe. De grote foutenmarges bij C zijn vermoedelijk veroorzaakt door de hoge waarden van vooral de peilbuizen VU2 en 8 en de lage waarden van VU1, F en nu ook VU9. De balk van 30-40 cm mist de foutenmarge omdat die uit een sample bestaat, te weten VU2.



De derde grafiek is van het nieuw aangeschafte gebied. Hier dus duidelijk zichtbaar de lage C en N percentages, en een afnemende pH met grotere diepte. Wat in de grafiek ook opvalt zijn de grotere foutbalken bij de dieptes 50-60 en 70-80 cm. Deze zijn te verklaren als je de gegevens bekijkt, bodem 2 bij VU 10 blijft hoge waarden houden en bodem 4 bij VU 11 krijgt ook duidelijk grotere waarden met toenemende diepte. Het bodemonmonster genomen bij VU11 bestond ook meer uit leem. Maar door het missen van gegevens over de leem en veen lagen in de ondergrond van het bos, is niet vast te stellen of deze hogere waarden van C en N door inspoeling van mest zijn veroorzaakt of door de natuurlijke waarden van het leem en veen



De vraag is nu natuurlijk of deze bodemmonsters wel of niet beïnvloedt zijn door de leemlagen. De monsters die op 40 cm of dieper hoge waarden krijgen voor C en ook N, zijn SBB18, VU2, VU9, VU10 b2 en VU11 b4. Dit zijn inderdaad ook peilbuizen met hogere waarden in specifieke chemie die wijzen op kwel. Het nieuwe gedeelte is na een ruilverkaveling opgehoogd, dus de oude toplaag ligt nu in de ondergrond, dit kan voor de hogere waarden zorgen. Een andere mogelijkheid is dat het kwelwater al rijker is aan C en N, dit door veen (gytja) lagen in de diepere ondergrond.

Uit het bodemmonster bij VU11 hebben we vermoedelijk vivianiet ( $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) gehaald. Het mineraal verkleurt van blauw naar paarszwart onder invloed van licht. Dit mineraal ontstaat in een omgeving die rijk is aan ijzer en organisch materiaal. In het monster uit de peilbuis van VU11 komt dit ook duidelijk naar voren.

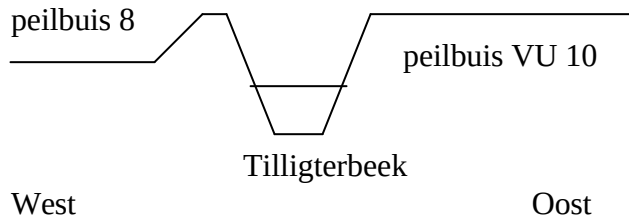
## 6 Conclusie

Uit de hydrochemische analyse komt duidelijk naar voren dat alleen peilbuis 8 de chemische kenmerken van verdroging heeft, zoals rijk aan  $\text{NO}_3^-$ . Maar de vegetatie in de omgeving geeft een ander beeld, de grote hoeveelheid van braam en brandnetel duidt op problemen. De reden dat de verdroging niet significant naar voren komt uit het hydrochemische onderzoek kan een gevolg zijn van een te sterke fluctuatie in de grondwaterstand, vooral een gevolg van verdamping overdag en aanvulling 's nachts. De datalogger van peilbuis 8 geeft daar iets van weer (zie hoofdstuk 4.1.1). Jammer genoeg is er een storm over het gebied getrokken en daarna een droge periode, waardoor je vooral een langdurige daling ziet. Die storm zal natuurlijk ook invloed hebben gehad op de waterhuishouding. Toch blijft het opvallend dat in het verdroogde gedeelte de grond zoveel lijkt op tuinaarde/potgrond. Dit is ook een aanwijzing voor de verdroging.





Het verhogen van de waterstand in de Tilligterbeek en daarmee ook de grondwaterstand in het oostelijke gebied, is zeer aan te bevelen. Dit zou ook de fluctuatie ten goede moeten beïnvloeden. Mocht dit toch niet afdoende zijn, dan kan men ook denken aan het dempen van de ontwateringsloten. Het weghalen van de westelijke wand/dijk van de Tilligterbeek is ook een optie. Dit zou onder andere een betere doorspoeling van het verdroogde gebied kunnen veroorzaken. Zo zouden de mineralen die in de verdroogde grond ontstaan sneller wegspoelen. Tevens zal er lager en vaker water op het oppervlak staan, en dat zal de nu aanwezige vegetatie (kenmerkende planten voor verdroging) niet goed doen. En zo dus meer kans geven aan de natuurlijke vegetatie met als resultaat een gezond moerasbos.



Voor het nieuwe gedeelte zal het nog lastig worden om er een moerasbos van te maken. Uit het bovenstaande plaatje en onderstaande foto (6.1) is te zien dat het nieuwe gedeelte relatief hoog ligt, opgehoogd na de ruilverkaveling en verder door bemesting. Zie bijlage (4.1-peilbuizen) voor de exacte gegevens. In ieder geval staat de grondwaterstand hier een stuk lager. Hier zal het belangrijk worden het water dat dit gedeelte binnenkomt ook zo lang mogelijk vast te houden. Naast het verhogen van de waterstand in de Tilligterbeek is ook het verwijderen van de drainage buizen en het dichteren van sloten sterk aan te raden. Als er in dit deel een doorbroken leemlaag zit, kan men overwegen daar de grond lokaal iets te verlagen zodat er een plas ontstaat, door kwel alleen of door kwel en regen. Gedegen kennis van de ondergrond is hier wel voor nodig. Je wil niet dat die verlaging van de grond voor verdroging zorgt.

Een andere natuurlijk ogende oplossing zou het laten meanderen van de Tilligterbeek kunnen zijn. Dit zou ook het bos dynamischer moeten maken, een meanderende beek zou de ene oever kunnen ondergraven en daar de oude bomen kunnen laten omvallen en zo dus een open plek kunnen creëren. Al moet je wel uitkijken dat men het niet overdrijft, een beek in een moerasbos stroomt meer over het oppervlak dan in een geul van 1 meter diep.



*(foto 6.1, Het nieuwe gedeelte, gemaaid. Rechtsonder de Tilligterbeek )*

## **7 Dankwoord**

Mijn dank gaat op de eerste plaats uit naar mijn docenten Maarten Waterloo en Ko van Huissteden, vanwege hun leuke begeleiding en niet aflatende steun en advies. Maar ook naar de medewerkers van het laboratorium die mij alle toepassingen uitlegden. Natuurlijk ook mijn dank voor Staatsbosbeheer die het gebied hebben vrijgegeven voor onderzoek. En mijn vader die mij zijn digitale camera wou uitlenen.





(foto 7.1, Detailfoto van een beekjuffer in de Tilligterbeek)

## 8 Literatuurlijst

### 8.1 Boeken

A.H.F. Stortelder, P.W.F.M. Hommel en R.W.de Waal. *Broekbossen*, KNNV Uitgeverij, 1998, ISBN 90-5011-093-2

C.A.J. Appelo, D. Postma, *Geochemistry, groundwater and pollution*, A.A.Balkema/Rotterdam, 1993, ISBN 90-5410-105-9

A.G. Bluman, *Elementary Statistics, A Step by Step Approach*, McGraw-Hill Publishing Compagnies, 1998, ISBN 0-256-23430-2

R. van der Meijden, *Heukels' Flora van Nederland*, Wolters-Noordhoff, 1996, ISBN 90-01-58343-1

H. Walter, *Allgemeine Geobotanik*, Eugen Ulmer GmbH & Co, 1986, ISBN 3-8252-0284-4

R.C. Ward and M. Robinson, *Principles of Hydrology*, McGraw-Hill Publishing Compagnies, 2000, ISBN 0-07-709502-2

W.P. Lochner en H. de Boer. *Bodemkunde van Nederland; deel1 algemene bodemkunde*, Malmberg, Den Bosch, 1990

M. Rappol, *In de Bodem van Salland en Twente*,



Lingua Terrae, 1993

P. Korbel en M. Novák, *Mineralen encyclopedie*,  
R & B, Lisse, 2002, ISBN 90-396-0259-X

## 8.2 Boekwerken, Syllabi, Artikelen, Kaarten, ed.

J. van Huissteden. *Tundra Rivers of the Late Glacial: Sedimentation and Geomorphological Processes During the Middle Pleniglacial in Twente, Eastern Netherlands*.  
Mededelingen Rijks Geologische Dienst, vol 44-3, p 1-138, 1990

J.J. de Vries and E.A. Cortel, *Introduction to Hydrology*,  
Vrije Universiteit- Amsterdam, 1998,

Rijks Geologische Dienst, Almelo Oost/ Denekamp (28 O/ 29)  
1993 ISBN 90-72869-22-2 (Kaart)

F.J. Ormeling, *De grote Bosatlas*,  
Wolters-Noordhoff, 48<sup>e</sup> druk, 1976, ISBN 90-01-121004

M. Zijp en F.J. Parmentier, *Verdroging in het Agelerbroek, een Hydrologisch Onderzoek*,  
Vrije Universiteit Amsterdam, 2002 (Bsc)

L. Tolk en G. Roozeboom, *Vegetatie & Chemie, Agelerbroek*,  
Vrije Universiteit, Amsterdam, 2002 (Bsc)

Sybex Uitgeverij B.V. Soest, *Office 2000 Pro*,  
1999 ISBN 90-4190-506-5