

*Inrichting hydrologisch meetnet
en grondwaterkwaliteit
in het Tiefes Bruch (Burgwedel, Duitsland)*
Plaatsen van peilbuizen, humusvormen, boorstaten en grondwateranalyses

*Inrichting hydrologisch meetnet
en grondwaterkwaliteit
in het Tiefes Bruch (Burgwedel, Duitsland)*

*Plaatsen van peilbuizen, humusvormen,
boorstaten en grondwateranalyses*

*Opdrachtgever
Stichting Bargerveen
Nijmegen*



*Ecologisch Adviesbureau
Giesen & Geurts*

*Prinsenhof 14, 7051 AR Varsseveld.
Tel. 0315-640460
Mail info@giesen-geurts.nl
Web: www.giesen-geurts.nl*

Omslagfoto: Peilbuizenset 5.

© 2012 Giesen & Geurts, Varsseveld.

De inhoud van dit rapport (in het geheel of in delen) mag zonder schriftelijke toestemming van Giesen & Geurts niet door fotocopie, druk of andere middelen worden gereproduceerd (met uitzondering van de opdrachtgever).

Citaten uit dit rapport zijn alleen toegestaan met volledige bronvermelding:

Giesen & Geurts, 2012. Inrichting hydrologische meetnet en grondwaterkwaliteit in het Tiefes Bruch (Burgwedel, Duitsland). Plaatsen van peilbuizen, humusvormen, boorstaten en grondwateranalyses. Giesen & Geurts, Varsseveld/Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Inhoud

Inleiding
Woord van dank

I Werkwijze

1	Plaatsen van de peilbuizen	1
2	Profielbeschrijving	1
3	Grondwater	2
3.1	Bemonstering.....	2
3.2	Analyses	2

II Resultaten

1	Peilbuizen.....	5
2	Bodemprofielen.....	5
3	Coördinaten en hoogteligging.....	6
4	Humusprofielen.....	6
5	Waterkwaliteit en grondwaterstand	8
5.1	Bemonstering najaar 2011	8
	Grondwaterstand.....	8
	Waterkwaliteit	8
5.2	Bemonstering voorjaar 2012	12
	Grondwaterstand.....	12
	Waterkwaliteit	12
6	Samenvattend.....	12
	Grondwater	12
	Humus	13

Literatuur	18
------------------	----

Bijlagen

1	Peilbuisgegevens	21
2	Boorstaatjes en humusvormen	22
3	a Resultaten van de wateranalyses	24
	b Resultaten van de wateranalyses. Afgeleide parameters	25
	c Resultaten van de wateranalyses, gerangschikt naar filterdiepte.....	26
	d Resultaten van de wateranalyses, gerangschikt naar filterdiepte Afgeleide parameters	27
4	Boormateriaal.....	28
5	Buislocatie.....	36
6	Opbouw van het Stuyfzand watertype	40

Figuren

1.1	Luchtfoto van het onderzochte deel van het Tiefes Bruch met de ligging van de peilbuizen.	1
2.1	De ligging van de 20 geplaatste peilbuizen in het Tiefes Bruch.....	5
2.2	De in het Tiefes Bruch geplaatste peilbuizen ten opzichte van NN	6
2.3	Hoogtekaart van het Tiefes Bruch met de globale ligging van de peilbuizen	7
2.4	Kaart met humusvormen in het Tiefes Bruch	8
2.5	Grondwaterstanden op de monsterdata in het Tiefes Bruch	9
2.6	Gemiddelden van parameters van de wateranalyses van 16-8-2011	10
2.7	Gemiddelden van parameters van de wateranalyses van 12-3-2012	10
2.8	EGV-IR diagram van de grondwatermonsters uit het Tiefes Bruch van augustus 2011	11
2.9	EGV-IR diagram van de grondwatermonsters uit het Tiefes Bruch van maart 2012.....	11
2.10	Mauchadiagrammen van de grondwatermonsters van 16-8-2011 uit het Tiefes Bruch	14
2.11	Mauchadiagrammen van de grondwatermonsters van 12-3-2012 uit het Tiefes Bruch.....	15
2.12	Berekende aandeel van drie standaard watertypen in de monsters van augustus 2011	16
2.13	Berekende aandeel van drie standaard watertypen in de monsters van maart 2012.....	16
2.14	De anion samenstelling van de geanalyseerde monsters in aug. 2011 en mrt. 2012	17

Inleiding

Ten zuiden van Fuhrberg, (Nieder-Sachsen, Duitsland) ligt het bosgebied Tiefes Bruch op een glooiing die van zuid naar noord afloopt. Het terrein watert af met enkele beekjes vanuit natte laagten. Het Tiefes Bruch maakt deel uit van een veel groter complex met bos. Op de hogere delen groeien vooral naaldbomen, terwijl op de lagere delen veel loofhout voor komt met in de laaggelegen natte delen vooral elzen. Er is ook een voormalig nat schraalland en enkele vennen aanwezig.

Om de hydrologie van het gebied te begrijpen en te kunnen herstellen, was het noodzakelijk peilbuizen te plaatsen (er zijn in totaal 20 peilbuizen geplaatst). Tevens is de kwaliteit van het grondwater in het najaar van 2011 en het voorjaar van 2012 onderzocht.

Dit rapport doet verslag van de plaatsing, de boringen met beschrijving van de humusvormen, de bemonstering en de analyses van grondwater.

Woord van dank

Wij danken de Stichting Bargerveen in Nijmegen voor deze opdracht. Projectleider bij het Bargerveen is Dr. Eva Remke, die wij danken voor de toelichtingen en vriendelijke begeleiding van het project. Tevens bedanken we Dr. André Jansen (Unie van Bosgroepen) voor zijn uitleg en toelichting over het terrein en de werkzaamheden. In Duitsland bedanken we de medewerkers van het Forstamt Fuhrberg voor hun gastvrijheid en assistentie bij het veldwerk, in het bijzonder Andreas Böttcher.



*Giesen & Geurts,
Ecologisch Adviesbureau,
Prinsenhof 14,
7051 AR Varsseveld.
Tel.: 0315-640460.*

April 2012.



I

Werkwijze



1 Plaatsen van de peilbuizen

De 20 peilbuizen werden op van tevoren aangegeven locaties geplaatst. De diepte van de peilbuizen, alsmede de lengte en diepte van de filters, zijn door de opdrachtgever aangegeven. Wel werd daarbij een ondiep en een diep filter, zo mogelijk respectievelijk boven en onder een ondoorlaatbare bodemlaag, gesitueerd.

Voor het plaatsen van de peilbuizen werd een boorgat gemaakt tot de gewenste diepte met een 7 cm Edelman-boor. In het boorgat werd de op maat gemaakte peilbuis met filter (met filterdoek) van 20 cm lengte geplaatst en het filter met filterzand opgevuld. Op de diepte van een eventuele ondoorlaatbare laag werd deze weer afgesloten met het gebiedeigen materiaal en/of bentoniet. De buis werd boven maaiveld op de gewenste lengte afgezaagd en van een dop en een label voorzien. Om de buizen werd een roestvrijstalen koker met slot aangebracht. Ook op en in de buis werd het nummer geplaatst. Alle diepe peilbuizen zijn met een pulsboor aangebracht. Het betreft de buizen 1, 2, 3d, 4d, 5d, 6d, 8d, 11d, en 13d (al deze buizen zijn >2meter lang).

De peilbuizen zijn globaal in twee transecten geplaatst, die ongeveer haaks op de glooiing van het Tiefes Bruch staan.

2 Profielbeschrijving

De boringen werden beschreven volgens Klinka. Er werd aangegeven of een horizont roestig of gereduceerd was. De humusvorm werd bepaald volgens Van Delft (2004). Met de humustypering kunnen terreinomstandigheden worden aangegeven.



Fig. 1.1.

Luchtfoto van het onderzochte deel van het Tiefes Bruch met de ligging van de peilbuizen. Het terrein ligt op een glooiing, die van zuid naar noord afloopt. Op de hogere delen, in het zuiden, groeit vooral naaldhout, op de lagere en nattere delen in het noorden vooral loofhout (elzen). De hoogtelijnen zijn globaal getekend.



3 Grondwater

3.1 Bemonstering

De bemonstering werd uitgevoerd in augustus 2011 en maart 2012.

De peilbuizen zijn vóór het bemonsteren enige malen leeggepompt, het zogenaamde voorspoelen.

De bemonstering is uitgevoerd met een slangenpomp en het water is verzameld in PET-flesjes van 250 ml. De monsters werden bewaard in een koelbox.

3.2 Analyses

De volgende dag werden de monsters op het lab afgeleverd. Op die dag zijn de pH, EGV en alkaliniteit, aan ongefilterde monsters gemeten. Na filtratie werden de overige parameters gemeten. Ten behoeve van de kationen calcium, magnesium, kalium, natrium en ijzer werd een deelmonster aangezuurd. Sulfaat en chloride werden als laatste gemeten.

pH en EGV werden met een HQ40D 2-kanaalsmeter gemeten, de alkaliniteit werd titrimetrisch bepaald. De kationen werden met een AAS gemeten. De overige parameters werden spectrofotometrisch gemeten met een DR4000.

De analyses werden gecontroleerd via de ionensom en de EGV (bijlage 3b). Tevens werden bekende relaties tussen parameters bij de controle gebruikt. Van de analysecijfers werd een IR-EGV diagram geconstrueerd, evenals Maucha diagrammen (Silberbauer & King, 1991). Het Stuyfzand-watertype, aandeel standaard watertypen, en ionratio werden uitgerekend (Souer, 1988).



II

Resultaten



Giesen & Geurts



1 Peilbuizen

In fig. 2.1 is de ligging van de 20 geplaatste peilbuizen weergegeven. Een aantal buizen zijn in raaien geplaatst, dwars op de glooiing.

In fig. 2.2 is de diepteplaatsing van de peilbuizen t.o.v. NN grafisch weergegeven en in bijlage 1 zijn alle buisgegevens opgesomd.

2 Bodemprofielen

In bijlage 2 zijn de boorstaatjes weergegeven. Bij de boringen werden onderstaande bodemtypen gevonden. Enkele slootopvullingen konden niet betrouwbaar worden benoemd.

- * Moerpodzol (vWp): locatie 13.
- * Broekeerd (vWz): locaties 1, 5, 9, 10, 11, 12.
- * Madeveen (aVz): locaties 3, 4, 8.
- * Vlierveen (Vz): locatie 2.
- * slootopvulling (verteerd veen): locaties 6, 7, 14.

In de profielen 1, 7 en 14 is roest aangetroffen. De gereduceerde zone is overal aangetroffen bij de gehanteerde boordiepte. De boorbeschrijvingen staan in bijlage 2.

Voorbeelden van boormateriaal zijn te zien in bijlage 4 en de boorlocaties in bijlage 5.

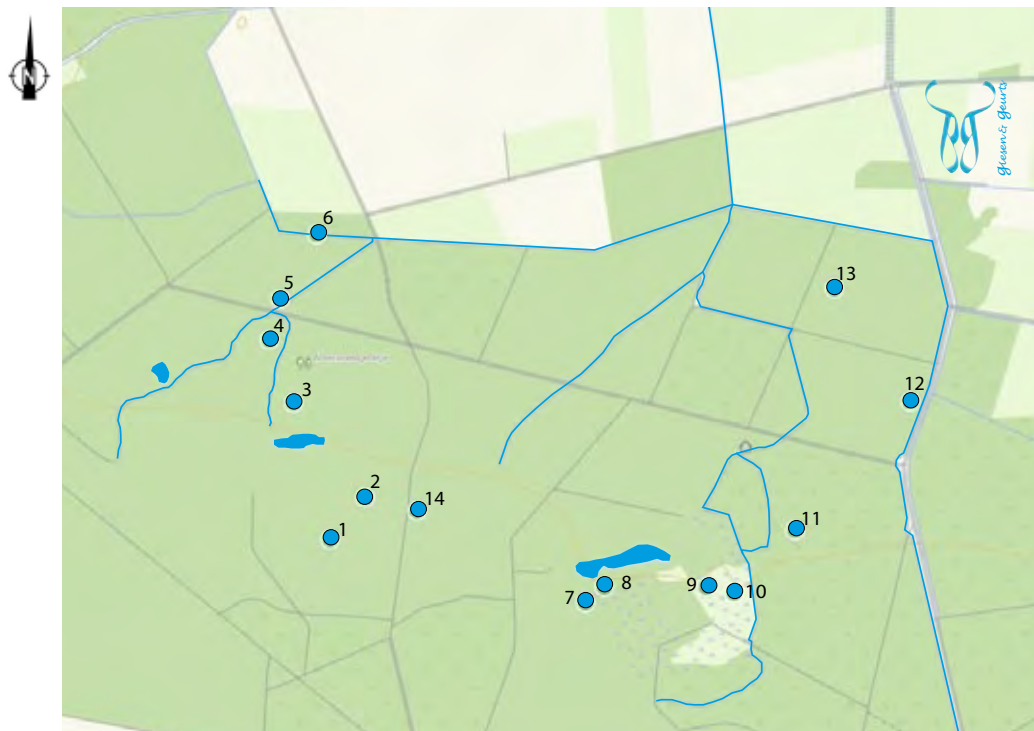


Fig. 2.1.
De ligging van de 20 geplaatste (soms dubbele) peilbuizen in het Tiefes Bruch.

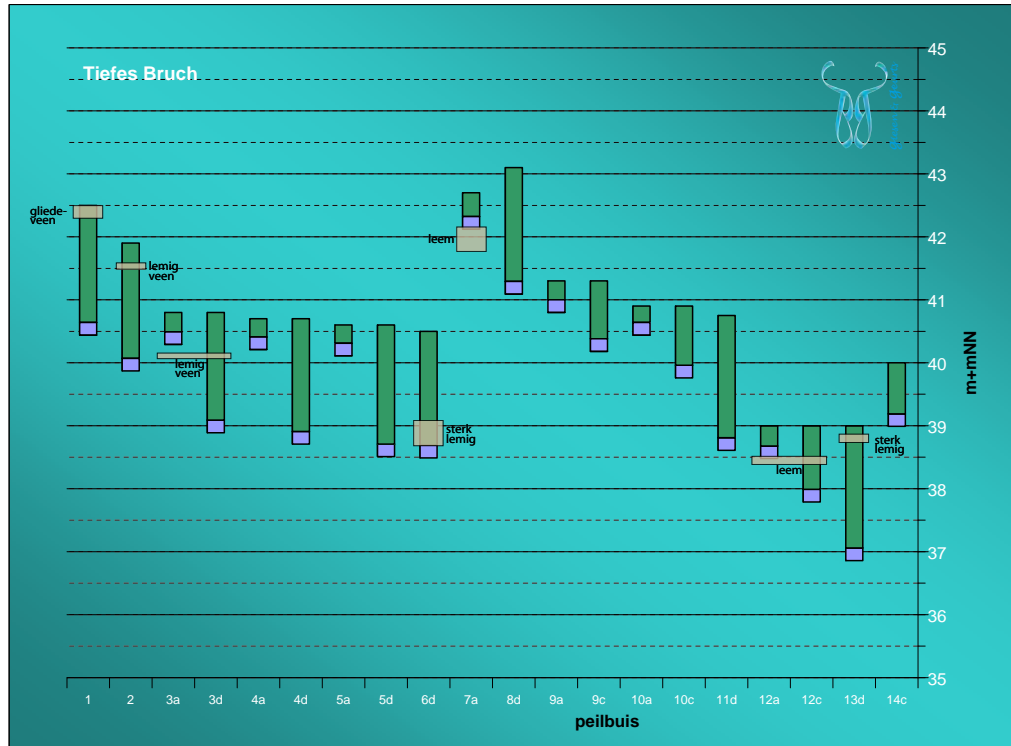


Fig. 2.2.
De in het Tiefes Bruch geplaatste peilbuizen ten opzichte van NN (bij benadering).
Alleen het deel onder maaiveld is afgebeeld.

3 Coördinaten en hoogteligging

Met een Garmin 60CSx zijn Amersfoortcoördinaten bepaald. Ze zijn met afwijkingen weergegeven in bijlage 1.

De hoogteligging van het maaiveld (zoals gebruikt in fig. 2.2) is overgenomen van de geleverde hoogtekaart en wordt daardoor slechts benaderd. Een hoogtekaart is te zien in fig. 2.3.

4 Humusprofielen

Alleen op de laagste delen van het Tiefes Bruch (<40 m+NN) wordt mesimor humus aangetroffen (bos-, beek-, eerd- en vaagmesimor (fig. 2.4). De aanwezigheid van mesimor duidt op accumulatie van organische stof (b.v. in broekbos). Bij bosmesimor in strooisel, bij beekmesimor in mesotroof veen. Eerdmesimor duidt op licht verdroogd, mesotroof veen. Vaagmesimor op beginnende veenvorming.

Hoger op de glooiing wordt vooral eerdmoderhumus gevonden (bos-, beek- en moereerdmoder; fig. 2.4). Eerdmoderhumus duidt op verdrogende omstandigheden (b.v. verdroogd

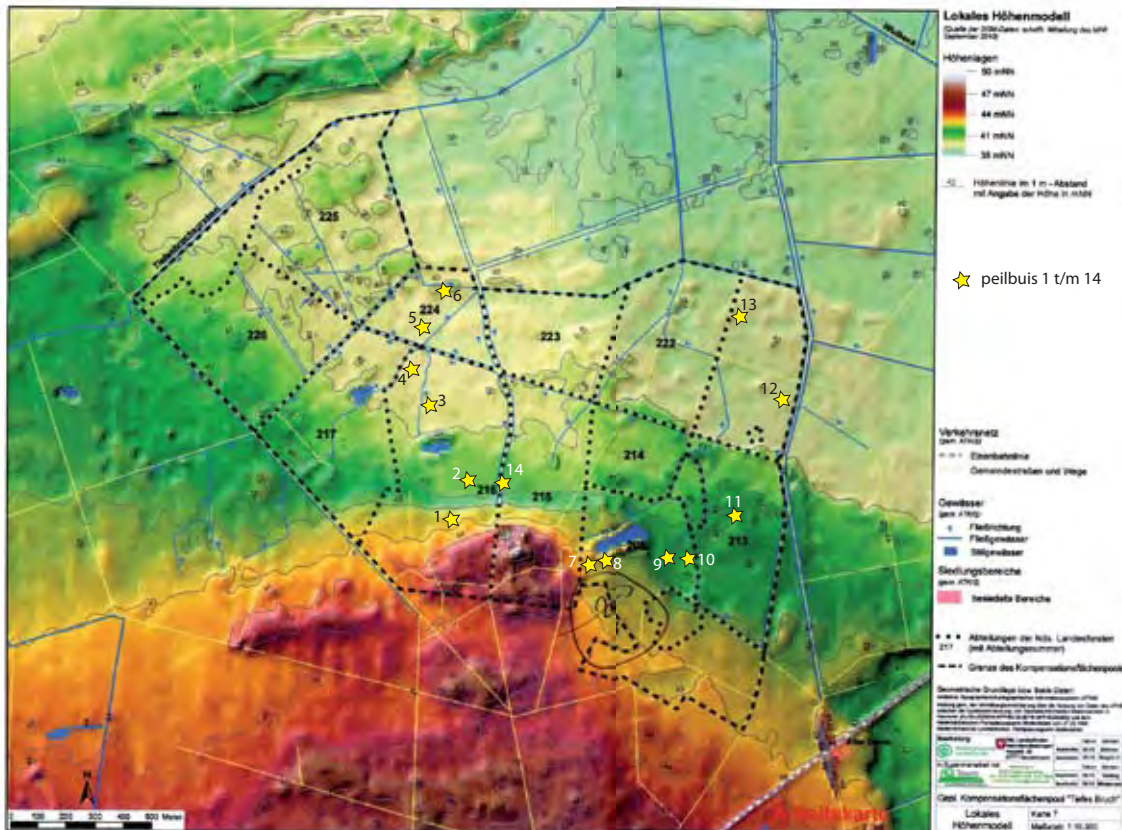


Fig. 2.3.

Hoogtekaart van het Tiefes Bruch in m+NN met de globale ligging van de peilbuizen. Het is goed te zien dat het terrein naar het noorden afloopt.

Elzenbroekbos). In het geval van boseerdmoder op verdroogd oligotroof veen (boring 1, 13) of mesotroof veen (boring 8, 11) met accumulatie van organische stof in strooisel. Bij beekerdmoder is sprake van veraard, mesotroof veen en interne eutrofiëring (boring 2, 5, 10, 12). Bij moereerdmoder is sprake van verdwijnend veen en accumulatie van organische stof in een wortelmat (boring 9).

Als we bij boring 1 en 13 de strooiselhorizonten wegdenken, zou men kunnen spreken van gliede-eerdmoder. Deze toestand zou vóór de verdroging aanwezig geweest kunnen zijn. In die boringen is een gliede(veen)horizont (Od) aanwezig, die is ontstaan tijdens natte, zure, voedselarme omstandigheden (Berkenbroek).

Opvallend is dat in de naaldbossen op de hogere gronden eerdmoderhumus wordt aangetroffen en geen xero-vormen. De oorspronkelijke omstandigheden waren dus veel natter, hetgeen ook uit de aanwezigheid van Pijpenstrootje blijkt.

In fig. 2.4 is de verspreiding van de vastgesteld humusvormen te zien, met een globale tweedeling van het terrein op basis van de humusvorm.

5 Waterkwaliteit en grondwaterstand

5.1 Bemonstering najaar 2011

In totaal zijn 20 peilbuizen geplaatst, waarvan 9 diepe, 4 middeldiepe en 3 ondiepe buizen konden worden bemonsterd. Enkele ondiepe peilbuizen stonden tijdens de bemonstering van augustus 2011 droog. Wel kon in buis 5a en 12a in het veld nog de pH met een pH-strookje gemeten worden, voor de overige metingen kon niet voldoende bemonsterd worden.

Grondwaterstand

De grondwaterstand bij de eerste bemonstering is te zien in fig. 2.5.

Waterkwaliteit

De meeste monsters behoren tot het Stuyfzand watertype CaMix (bijlage 3b en 6; Stuyfzand, 1986), daarnaast komt ook het CaHCO_3 - en het CaSO_4 -type voor. In alle (geanalyseerde) monsters is calcium het dominante kation en de hoogste waarden worden gemeten in ondiepe buizen. In de Mix typen domineert geen anion; in vergelijking met het monster 9a met het HCO_3 -type (3,45



Fig. 2.4.

Kaart met humusvormen in het Tiefs Bruch. De lijn A verdeelt het terrein in een deel met mesimorhumus (actieve veenvorming) en een deel met eerdmoderhumus (verdroogd/veraard veen en strooisel accumulatie). Lijn B doet dat voor het verleden (opgesteld op basis van humusontwikkeling).



mmol HCO_3^-/l) is in de monsters met het Mix-type HCO_3^- laag (gemiddeld 1,58 mmol/l). Sulfaat is in bijna alle buizen verhoogd en chloride in de meeste buizen; er is daarbij weinig verschil tussen diepe en ondiepe buizen. In fig. 2.14 is van elk monster de concentratie te zien van de drie geanalyseerde anionen in mmol/l (=meq/l); vooral van de Mix-typen is dit interessant.

Deze iondominatie komt ook tot uiting in de Maucha diagrammen (fig. 2.10). Alle diagrammen vertonen een Ca en een HCO_3^- piek zoals in LIA, maar ze zijn dan wel kleiner en dus is het grondwater verdund met regenwater (met uitzondering van het water in buis 9a). In meer of mindere mate is ook steeds een verhoogde Na, Cl en SO_4 piek aanwezig, hetgeen vervuiling of interne eutrofiëring indiceert (vergelijk met standaardmonster RHL).

De hoogte van het EGV laat zien dat in ondiepe buizen sprake zou zijn van grondwater met lange verblijftijd, in middeldiepe buizen van matig lange verblijftijd en in de diepe buizen van korte-lange verblijftijd. De ionensom (cirkel in de Mauchadiagrammen) is in ondiepe monsters bijna evenhoog als in LIA (gemiddeld 11,2 tegen LIA=14 meq/l); in 5d is de ionensom hoger door hoge sulfaat en chloridegehalten.

Het water is matig zuur (pH 4,5-5,5) en soms zwak zuur (5,5-<6,5). De alkaliniteit is laag tot gemiddeld, waardoor er sprake is van zacht-hard water.

Het ijzergehalte is in de meeste buizen hoog. In de diepere buizen corresponderen hoge ijzergehalten vaak met hoge sulfaat gehalten. Een verband met pyrietoxidatie zou mogelijk kunnen zijn; de hoge sulfaat, chloride en natrium gehalten duiden meer op verontreiniging, eventueel door interne eutrofiëring.

In buis 5d zijn de ionconcentratie erg hoog, mogelijk door plaatselijke afzetting zoals gips. Het berekende aandeel LIA (standaard grondwater) is in de ondiepe buizen het grootst (fig. 2.6). In fig. 2.12 is het aandeel van de standaardwatertypen te zien voor elke peilbuis.

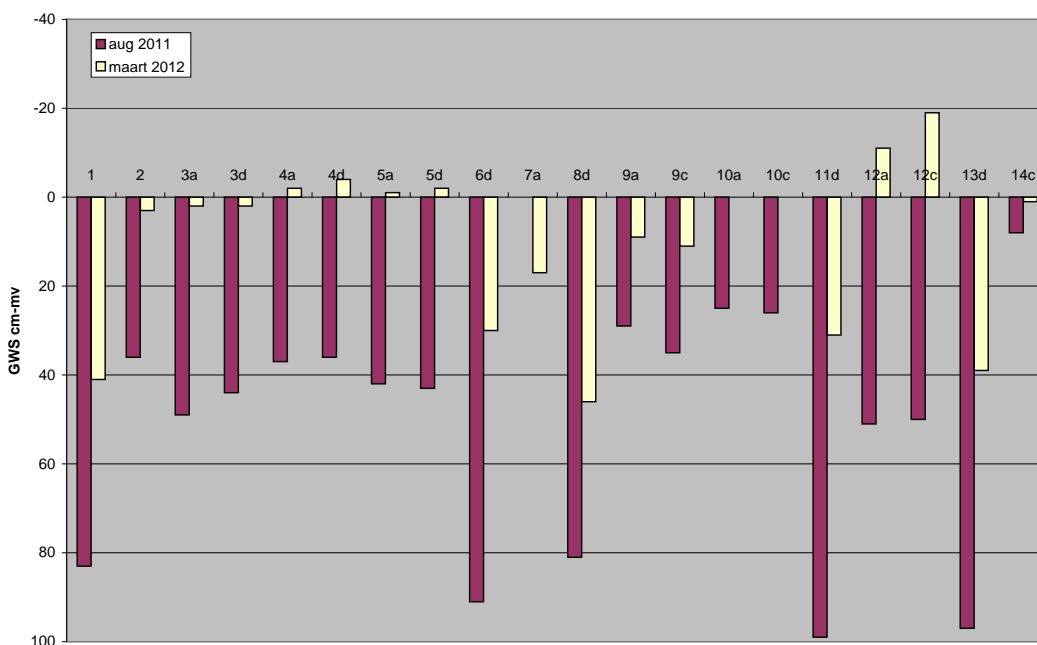


Fig. 2.5
Grondwaterstanden op de monsterdata (16-8-2011 en 12-3-2012) in het Tiefes Bruch.

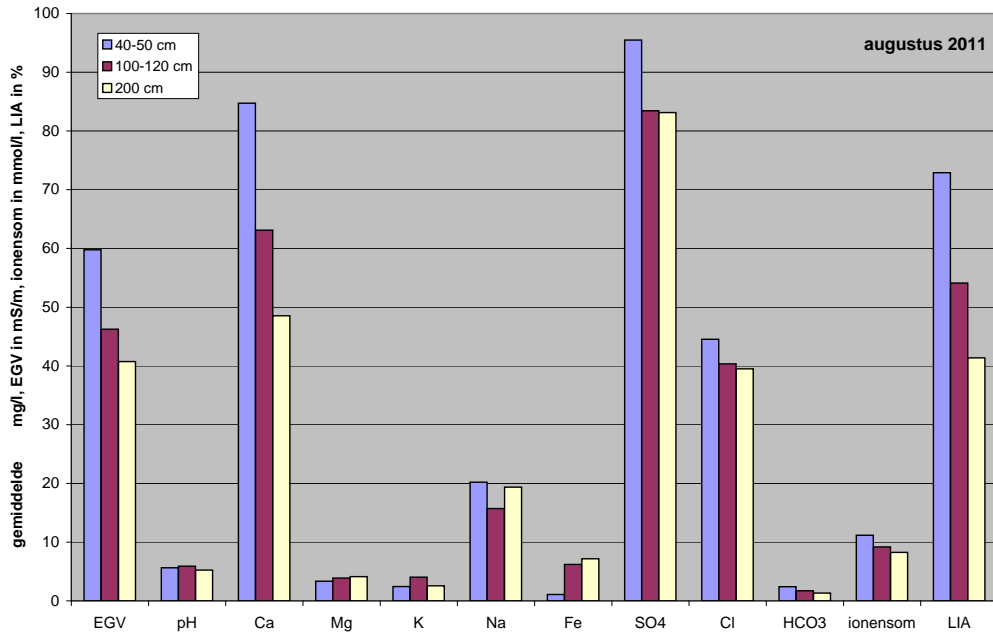


Fig.2.6. Gemiddelden van parameters van de wateranalyses van 16-8-2011. Op basis van de diepte van de filters zijn drie groepen gevormd. De monsters uit de ondiepe buizen bevatten, gemiddeld, de grootste hoeveelheid ionen. Het aandeel grondwater (LIA) is in de ondiepe buizen dan ook het grootst.

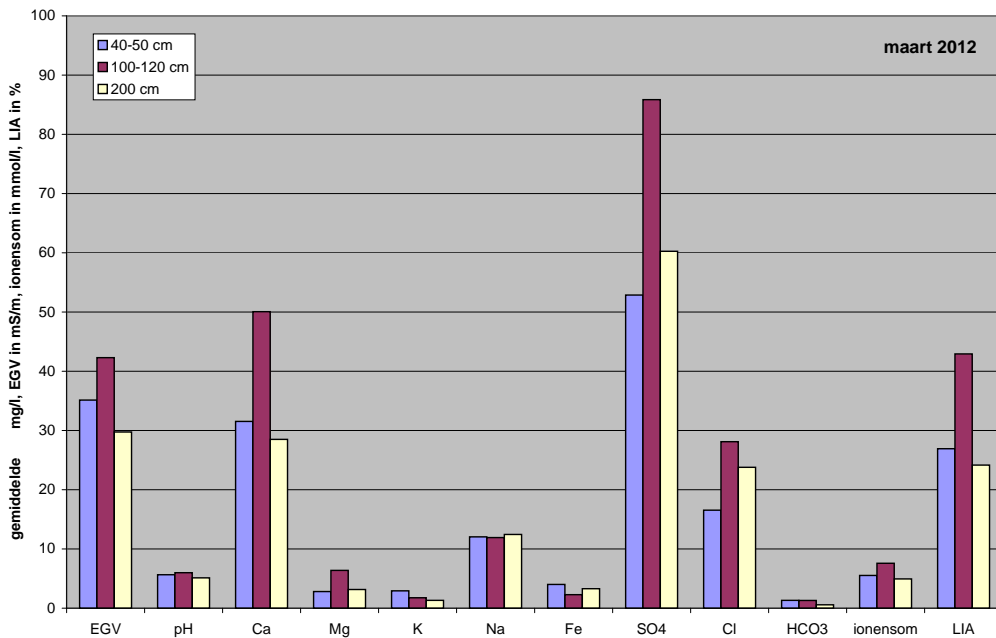


Fig.2.7. Gemiddelden van parameters van de wateranalyses van 12-3-2012. Op basis van de diepte van de filters zijn drie groepen gevormd. De monsters uit de middeldiepe buizen bevatten, gemiddeld, de grootste hoeveelheid ionen. Tevens is het aandeel grondwater (LIA) in de middeldiepe buizen het grootst.



Fig. 2.8.
EGV-IR diagram van de
grondwatermonsters uit het
Tiefes Bruch van augustus
2011.

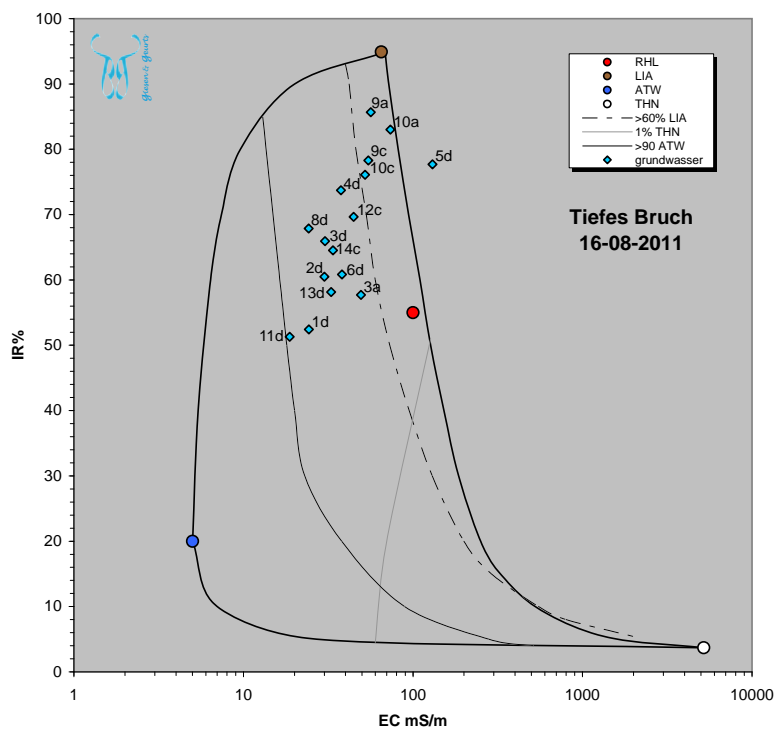
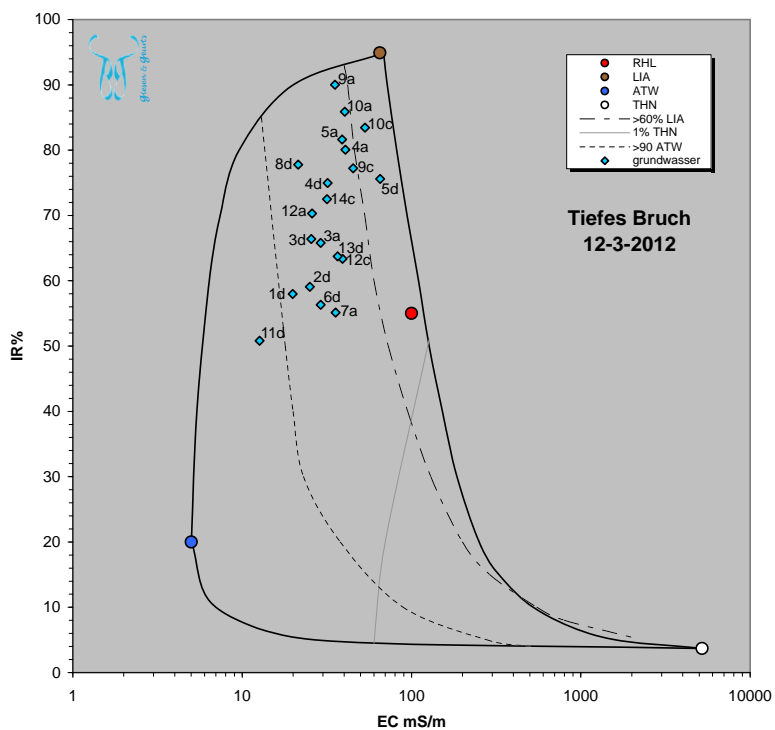


Fig. 2.9.
EGV-IR diagram van de
grondwatermonsters uit
het Tiefes Bruch van maart
2012.





5.2 Bemonstering voorjaar 2012

In totaal zijn 20 peilbuizen geplaatst, waarvan 9 diepe, 4 middeldiepe en 7 ondiepe buizen konden worden bemonsterd. Alle buizen hadden een goede tot zeer goede toestroming.

Grondwaterstand

De grondwaterstand week op 13-3-2012 in de meeste gevallen sterk af van de GWS op 16-8-2011 (fig. 2.5). Het grondwater stond in maart een stuk hoger dan in augustus. In de buizen 2 t/m 5 en 12 (broekbossen) stond het grondwater aan of boven maaiveld. In de buizen 1, 6, 8, 9, 10, 11 en 13 stond het grondwater wel onder maaiveld maar gemiddeld 41,2 cm hoger (range 26-69 cm). In buis 7 stond het grondwater dieper dan in augustus. Grote verschillen tussen ondiepe en diepere buizen zijn niet geconstateerd.

Waterkwaliteit

De meeste monsters behoren tot het Stuyfzand watertype CaSO_4 (bijlage 3b en 6; Stuyfzand, 1986), daarnaast komt ook het CaHCO_3 - en het CaMix-type voor. In alle (geanalyseerde) monsters is calcium het dominante kation en de hoogste waarden worden gemeten in middeldiepe buizen. In de Mix typen domineert geen anion. Sulfaat is in bijna alle buizen verhoogd en chloride in de meeste buizen; in de middeldiepe buizen zijn de waarden het hoogst. In fig. 2.14 is van elk monster de concentratie te zien van de drie geanalyseerde anionen in mmol/l (=meq/l); vooral van de Mix-typen is dit interessant.

Deze iondominatie komt ook tot uiting in de Maucha diagrammen (fig. 2.11). De meeste diagrammen vertonen een Ca en een HCO_3 piek zoals in LIA, maar ze zijn dan wel kleiner en dus is het grondwater verdund met regenwater (in mindere mate in buis 9a). In meer of mindere mate is ook steeds een verhoogde Na, Cl en SO_4 piek aanwezig, hetgeen vervuiling indiceert (vergelijk met Rijnwater RHL).

De hoogte van het EGV laat zien, dat in de meeste buizen sprake zou zijn van grondwater met matig lange verblijftijd; in de diepe buizen soms ook van korte of lange verblijftijd. De ionensom (cirkel in de Mauchadiagrammen) is in enkele monsters (bijna) even hoog als in LIA.

Het water is zuur ($\text{pH} < 4,5$), matig zuur ($\text{pH} 4,5-5,5$) en soms zwak zuur ($5,5-6,5$). De alkaliniteit is laag tot gemiddeld (in buis 5d tot hoog), waardoor er sprake is van zacht-matig hard water (in buis 5d hard water).

Het ijzergehalte is in de meeste buizen hoog. Een verband met pyrietoxidatie zou mogelijk kunnen zijn; de hoge sulfaat, chloride en natrium gehalten duiden meer op verontreiniging, eventueel door interne eutrofiëring.

In buis 5d zijn de ionconcentratie wat minder hoog.

Het berekende aandeel LIA (grondwater) is in de middel diepe buizen het grootst (fig. 2.7). In fig. 2.13 is het aandeel van de standardwatertypen te zien voor elke peilbuis.

6 Samenvattend

Grondwater

In het grondwater domineert op beide monsterdata calcium als kation en als anion bicarbonaat of sulfaat; in Mix-typen is dat een combinatie van sulfaat, bicarbonaat en chloride. In fig. 2.14 is de anion samenstelling van o.a. de Mix-typen te zien (in mmol/l =meq/l). In de meeste sulfaat-typen ontbreekt bicarbonaat nagenoeg (meestal $< 0,05$ mmol/l).

De ionensom is in augustus 2011 gemiddeld hoger dan in maart 2012. Het grondwater is in



maart (2012) sterker verdund met regenwater dan in augustus (2011). Dat blijkt o.a. uit een lagere bicarbonaatgehalte (resp. 1,63 en 1,05 mmol HCO₃/l), lagere ionensom en EGV.

In augustus 2011 behoort maar één monster (PB 2d) tot het CaSO₄-type; in maart 2012 zijn dat er negen. In maart 2012 worden grotere sulfaat-pieken waargenomen dan in augustus 2011. Vooral op de hogere gronden is dat duidelijk te zien.

Het berekende aandeel standaardwatertypen is in augustus 2011 anders dan in maart 2012 (fig. 2.12 en 2.13). Het aandeel regenwater (ATW) is in maart in alle te vergelijken monsters hoger. Gemiddeld is dat vooral het geval in ondiepe en diepe buizen; de middeldiepe buizen lijken in maart het minst door regenwater te worden beïnvloed.

Humus

In de laagst gelegen delen van het Tiefes Bruch worden humusvormen aangetroffen die duiden op de accumulatie van organische stof. In beekmesimor in mesotroof veen en in bosmesimor in strooisel. Op de locaties met bosmesimor bereikt het grondwater niet meer het maaiveld en daarvoor treedt verzuring op.

In hoger gelegen delen van het Tiefes Bruch wordt vooral eerdmoderhumus gevonden. Deze humusvorm duidt op verdroogd mesotroof veen (bij boring 1 en 13 op verdroogd oligotroof veenmosveen). Soms treedt accumulatie op van organisch materiaal in strooisel (bos-eerdmoder). Tussen de lager en hoger gelegen delen zou op basis van de humusvormen een scheidingslijn getrokken kunnen worden (fig. 2.4).

De gehele situatie duidt op vroeger nattere omstandigheden. Er is verdroging opgetreden, hoewel plaatselijk (bij mesimor) nog veenvorming plaatsvindt. Omdat we weten dat in deze omstandigheden de vorming van strooisel duidt op verdroging, zouden we deze strooisel-horizonten kunnen wegdenken om te achterhalen welke omstandigheden vroeger aanwezig waren. We kunnen kijken of de Om- of Oh-horizont dominant is (respectievelijk licht veraard/verdroogd en sterk verdroogd/veraard veen). Op basis van de Om-dominantie/aanwezigheid is na te gaan waar sterke of lichte verdroging is opgetreden. Deze verdrogings-gradiënt volgt de glooiing min of meer en er zou een nieuwe scheidingslijn (B), hoger op de glooiing getrokken kunnen worden (fig. 2.4). In het voormalige blauwgrasland blijkt de veraarding vergaand te zijn; bij boring 9 is zelfs het begin van een Ah-horizont (OAh) aanwezig.

De gliedehorizonten in boring 1 en 13 duiden op de aanwezigheid van oligotroof veenmosveen (grondwater onafhankelijke natte omstandigheden).

In het verleden zijn dus nattere omstandigheden aanwezig geweest, met plaatselijk hoogveenvorming. De laagste delen van het terrein staan nog tot aan maaiveld onder invloed van grondwater, maar plaatselijk zakt dit in de droge periode sterk uit.

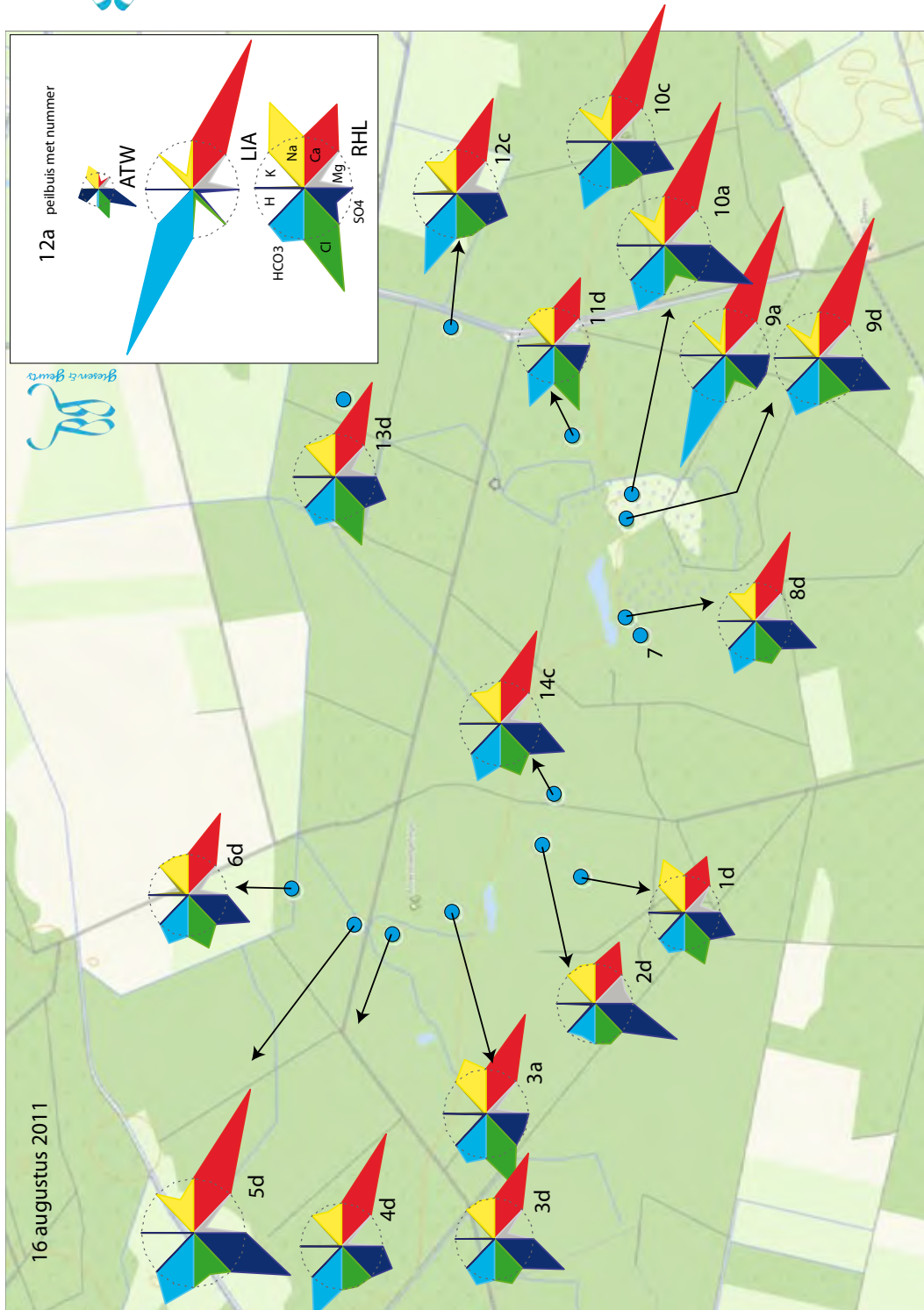


Fig. 2.10. Maucha diagrammen van de grondwater monsters van 16-8-2011 uit het Tiefes Bruch. De diagrammen van de monsters en de standaarden zijn in de zelfde schaal.

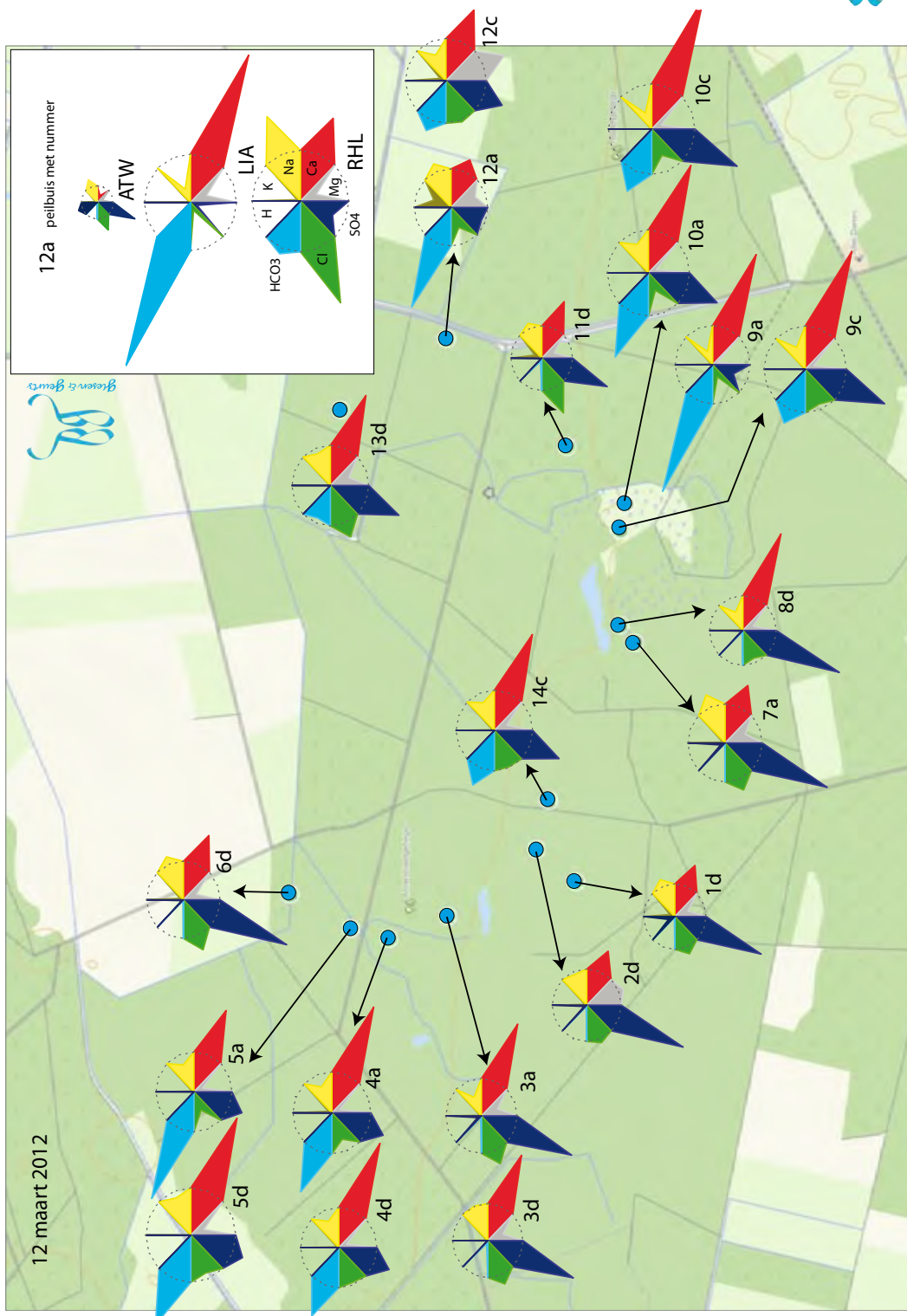


Fig. 2.11. Maucha diagrammen van de grondwater monsters van 12-3-2012 uit het Tiefes Bruch. De diagrammen van de monsters en de standaarden zijn in de zelfde schaal.

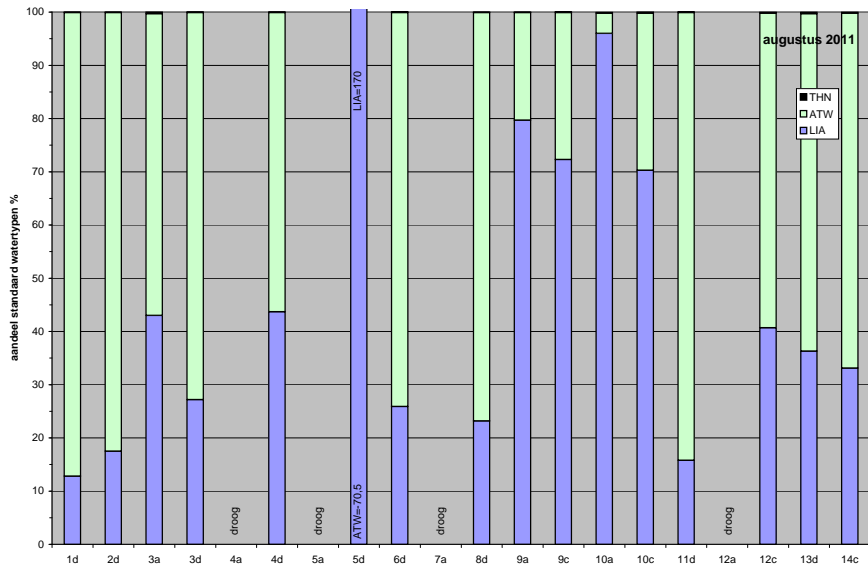


Fig.2.12. Berekende aandeel van drie standaard watertypen (LIA, ATW en THN) in de monsters van augustus 2011.

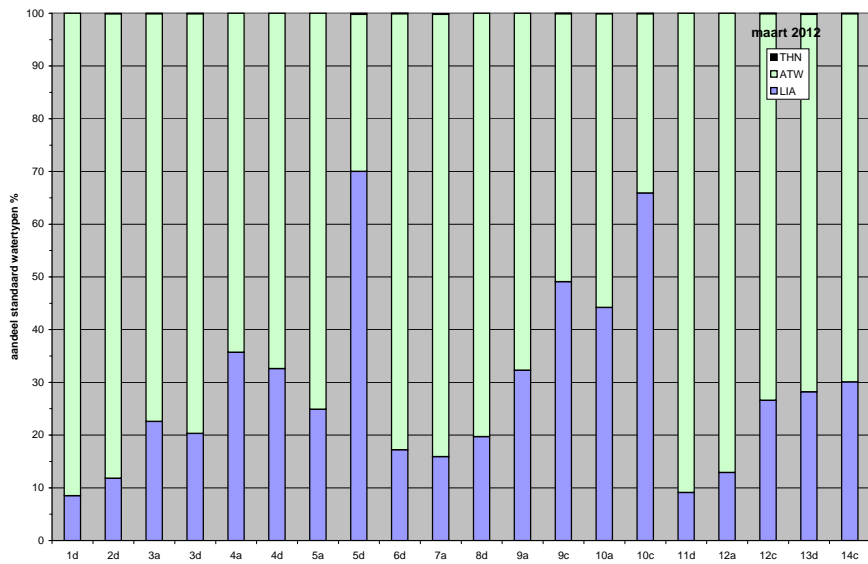


Fig.2.13. Berekende aandeel van drie standaard watertypen (LIA, ATW en THN) in de monsters van maart 2012. Op deze monsterdatum overheerst het regenwater ATW meer dan in augustus 2011.

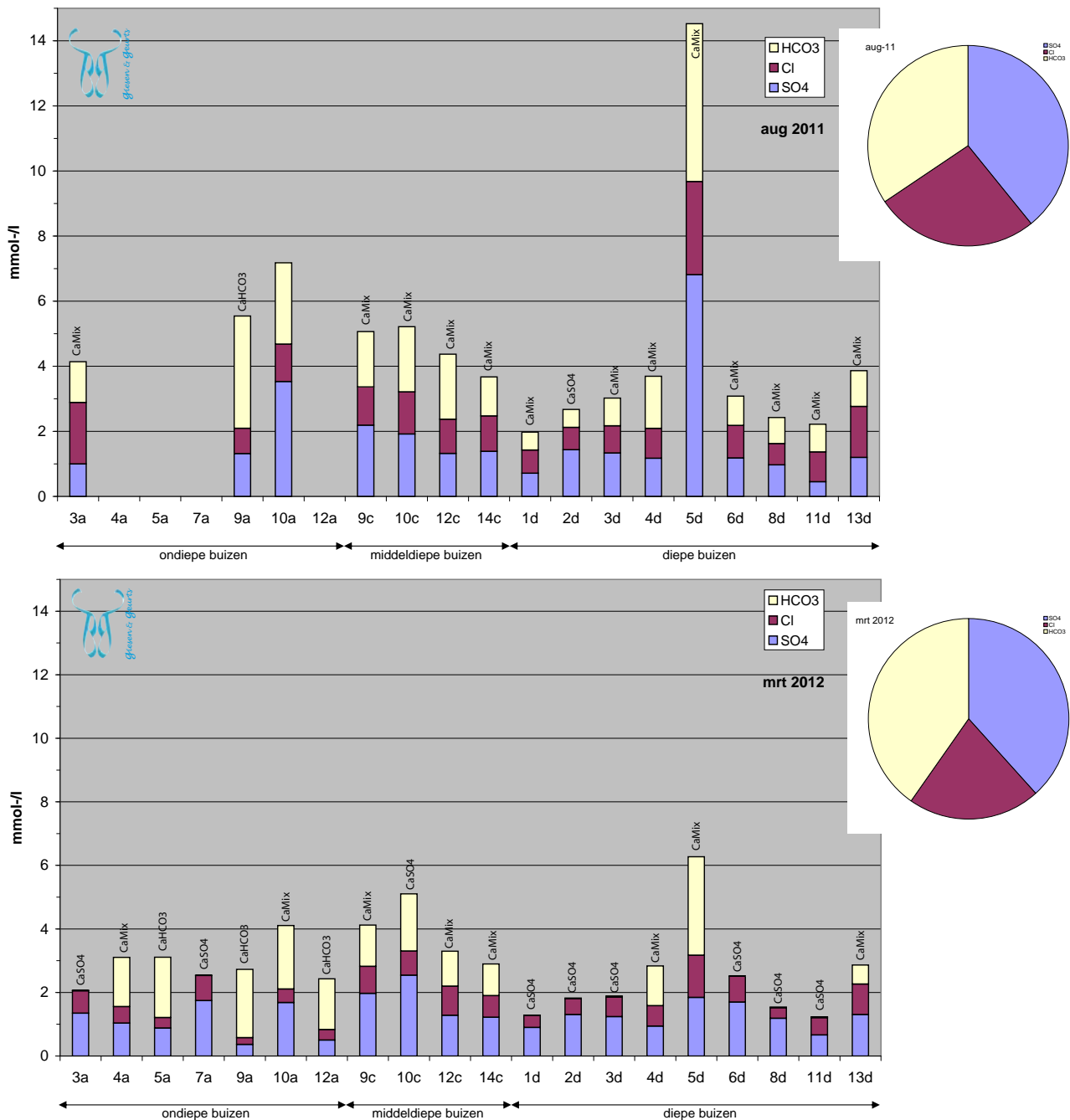


Fig. 2.14.

De anion samenstelling van de geanalyseerde monsters (alle parameters in mmol/l=meq/l) in augustus 2011 (boven) en maart 2012 (onder). De taartgrafiek geeft de gemiddelde samenstelling van alleen de MIX typen in % (meq/l) weer. Bij elk monster is het watertype volgens Stuyfzand (1986) weergegeven.



Literatuur

- Allen, St.E. (ed.), 1989. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific Publ., Oxford.
- Delft, B. van, 2004. Veldgids Humusvormen. Beschrijving en classificatie van humusprofielen voor ecologische toepassingen. Alterra, Wageningen.
- Eaton, A.D., L.S. Clesceri & A.E. Greenberg (ed.), 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA/AWWA/WEF.
- Giesen & Geurts, 2002. Flyer. De betekenis van chemische en fysische water-analyses. Uift. SBB Deventer.
- Hesse, P.R., 1971. A textbook of soil chemical analysis. Clowes & Sons, London.
- Kemmers, R.H. & R.W. de Waal, 1999. Ecologische typering van bodems. 1. Raamwerk en humustypologie. Aklterrapport 667-1. Wageningen.
- Kölle, W., 2001. Wasseranalysen - richtig beurteilt. Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltstoffe, Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinien. Wiley-VCH, Weinheim.
- Silberbauer, M.J. & J.M. King, 1991. Geographical trends in the water chemistry of wetlands in de south-western Cape Province, South-Africa. Southern African Journal of Aquatic Sciences, 17(1/2): 82-88.
- Souer, M.A., 1988. MAIONF versie 2.0. Een computerprogramma in FORTRAN voor de primaire verwerking van fysisch-chemische gegevens van watermonsters. RIN rapport 88/65, Leersum.
- Stuyfzand, P.J., 1986. Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen, met Nederlandse voorbeelden van toepassing. H2O, 19(23).
- Walters, G.L. (ed.), 1989. Water analysis handbook. Hach, Loveland.



Bijlagen



Giesen & Geurts



Bijlage 1.

Peilbuisgegevens. De filters hebben alle een lengte van 20 cm.

Peil- buis nummer	10-4-2011 (plaatsing)			15-8-2011		12-3-2012		Amersfoort coördinaten		
	lengte totaal	lengte boven mv	GWS	lengte boven mv	GWS	lengte boven mv	GWS	X	Y	±
	cm	cm	cm-mv	cm	cm-mv	cm	cm-mv	m		
1	258	52	41	52	83	50	41	460993	515767	6
2	271	68	2	62	36	64	3	461053	515883	5
3a	121	70	32	69	49	73	2	460871	516178	5
3d	268	77	76	69	44	68	2	460871	516178	5
4a	112	63	2	67	37	68	-2	460815	516313	4
4d	269	70	4	74	36	74	-4	460815	516313	4
5a	112	63	11	66	42	64	-1	460839	516441	5
5d	271	62	5	65	43	66	-2	460839	516441	5
6d	252	51	46	52	91	54	30	460930	516605	5
7a	116	58	20	60	0	60	17	461526	515650	6
8d	253	52	52	52	81	53	46	461554	515665	6
9a	92	42	13	48	29	43	9	461758	515686	4
9c	162	50	13	53	35	52	11	461758	515686	4
10a	100	54	30	55	25	56	0	461827	515669	4
10c	166	52	5	56	26	56	0	461827	515669	4
11d	264	50	33	51	99	51	31	461938	515862	5
12a	104	52	4	52	51	48	-11	462071	516253	5
12c	182	61	83	58	50	61	-19	462071	516253	5
13d	267	53	9	54	97	54	39	461960	516535	6
14c	171	70	87	70	8	69	1	461162	515855	6



Bijlage 2.

Boorstaatjes en humusvormen.

peilbuis	datum 2011	boring		humus (OS)	pH bodem (net KCl)	water [KCl]	leemfractie (<50µ)	zand (M50)	naam	omschrijving	kleur	roest	geduceerd	grondwater		inundatie	Hydromorfie kenmerken binnen 25 cm	vorm	humus		bodemeenheid	localite	
		G	V											indicatie	OS in								
1	10-4	horizont	cm-nv	%																			
		Ln	-25 - 22							naalden Pinus													
		Fam	-22 - 15							naalden-moss													
		Hr	-15 - 0							sterk verteerde naalden, compact													
		10d	0-25	70						gledede veen													
		2Ac	25-70	12						vervekt													
		2Cc	70-115	9						lijn grind	licht grijs												
		2Cgr	115-150	9						verspoelde zanden	licht grijs												
		2Cr	150-200	9						Molinia resten	grijs												
2	11-4	Ln	-1 - 0	60						verspoelde zanden													
		10h1	0-35	60	4,0	2,9				vervaard, matig arm broekveen													
		10h2	35-45	50	4,0	2,9	40			zeer sterk lemig veen													
		2Cgr	45-70	4,0	2,9	6				verspoeld zand met houtresten													
		2Cr	70-200	4,0	2,9	6				verspoeld zand													
3	11-4	10h	0-12	65	4,5	3,6				vervaard broekveen													
		10m	12-60	70	4,5	3,6	40			matig vervaard broek-zeggeveen													
		10C	60-70	40	4,5	3,6				zeer sterk lemig veen													
		2Cgr	70-75	4,5	3,6	8				lijn grind	licht grijs												
		2Cr	75-200	4,5	3,6	8				verspoeld zand	grijs												
4	11-4	10m	0-6	60	4,5	3,6				vrijwel vervaard broekveen													
		10m	6-45	65	4,5	3,6				wenig vervaard broekveen													
		2Cgr	45-70	5,0	4,2	6				verspoeld zand met grind													
		2Cr	70-200	5,0	4,2	6				verspoeld zand met grind													
5	11-4	10m	0-10	60	4,5	3,6				bs gepakt zeggeveen													
		10h	10-30	60	5,0	4,2				vervaard mesotroof broekveen													
		2Cc	30-40	5,0	4,2	6				verspoeld zand													
		2Cr	40-80	5,0	4,2	6				zand met fijn grind													
6	11-4	10h1	0-10	60	4,5	3,6				bs, vervaard mesotroof veen													
		10h2	10-30	55	5,0	4,2				mesotroof broekveen													
		2Cc	30-50	5,0	4,2	6				verspoeld zand													
		2Cr	50-200	5,0	4,2	6				verspoeld zand													
6	11-4	Ln	-8 - -7							lijfsparnaalden + blad													
		Fam	-7 - -2							bs gepakte naalden, vrij veel schimmel													
		10m	0-40	60	4,0	2,9				vast gepakte naalden + iets zand													
		2Cc	40-140	4,5	3,6	8				groenlands verteerde naalden													
		2Cr	140-200	4,5	3,6	20				gelaagd, iets grind													



Bijlage 2.

Boorstaatjes en humusvormen.

datum 2011	boring		humus (OS)		pH bodem (met KCl)		brekend		leemfractie (>5µ)		M50	zand naam	omschrijving	kleur	roest	grondwater			inundatie	Hydromorfie kenmerken binnen 25 cm	humus		bodemeenhed	locatie
	horizont	cm-mv	%	%	water	KCl	%	%	GHG	GLQ						G	cm-mv	indicate			varm	indicate		
7-12-a	Fan	30-0	50	50	4,0	2,9	10	10	zwak	arm	240	grf	los gepakt berkenblad en Molinia matig verteerd mesotroof veen	grijs	ja	0	80	III	nee	ja	bos- mesimor	greppel- opvulling	greppel- opvulling in Molinia- Berkenbroek	
8-12-d	Fan	7-0	55	55	4,0	2,9	10	10	sterk	arm	130	zeer fijn	stagnatie	grijs	ja	0	80	III	nee	ja	bos- eerdmoder	madeveen a/VZ	elzenbroek sterk verdroogd	
9-11-a+b	10Ah	3-19	30	30	4,0	2,9	20	20	sterk	arm	270	grf	wortelmat, half verteerd	grijs	ja	0	70	II	nee	ja	moer- eerdmoder	broekeerd a/VZ	oud blauw- grasland	
10-11-a+b	10h	0-2	40	40	5,2	4,5	6	6	arm	arm	280	grf	wortelmat, half verteerd	grijs	ja	0	70	II	ja	ja	beek- eerdmoder	oud blauw- grasland		
11-12-d	Fan	2-0	25	25	4,0	2,9	6	6	arm	arm	250	grf	naalden + Moliniablad los gepakte naalden, vrij veel schimme	grijs	ja	0	115	III.V	nee	ja	bos- eerdmoder	broekeerd a/VZ	naaldbos met Molinia	
12-12-a+b	10m	0-20	40	40	4,7	3,8	6	6	sterk	arm	250	grf	vergaard broekeerd	grijs	ja	-0	65	I/II	ja	ja	beek- eerdmoder	broekeerd a/VZ	elzenbroek nat, Plumzege	
13-12-d	3C	65-120	15	15	5,3	4,6	50	50	zwak	arm	270	grf	gedeelteijk vergaard broekeerd, iets korrelig humeuze beekleem	grijs	ja	<40	100	III.V	nee	ja	bos- eerdmoder	moerpodzol	naaldbos molinia	
14-11-c	10d	0-8	50	50	3,2	1,9	30	30	sterk	arm	130	zeer fijn	naalden + Moliniablad	grijs-bruin	ja	<40	100	III.V	nee	ja	zonder F, gleden	broekeerd a/VZ	elzenbroek nat, Plumzege	



Bijlage 3a.

Resultaten van de wateranalyses.

Intern nr.	peilbuis nr.	terrein	Datum	water type	EGV	pH	Ca	Mg	K	Na	Fe	SO4	Cl	HCO3
					mS/m		mg/l							
TB 1	1d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	24,30	4,42	15,54	2,84	2,84	16,85	0,506	34,90	24,95	0,55
TB 2	2d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	30,00	4,26	20,85	6,52	1,77	14,78	3,717	70,28	24,10	0,55
TB 3	3a	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	49,40	4,24	50,97	3,53	2,73	31,95	0,046	49,00	66,10	1,25
TB 4	3d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	30,30	5,30	32,07	3,24	1,91	16,35	3,369	65,36	29,30	0,85
TB 5	4a	Tiefes Bruch	16-8-2011	droog	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TB 6	4d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	37,60	6,25	51,04	2,07	2,17	17,92	3,574	57,46	32,20	1,60
TB 7	5a	Tiefes Bruch	16-8-2011	droog	-	4,70	-	-	-	-	-	-	-	-
TB 8	5d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	130,50	6,06	197,07	10,83	1,40	52,20	18,747	333,90	100,15	4,85
TB 9	6d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	38,10	5,58	30,72	2,98	5,19	16,08	9,481	57,96	35,00	0,90
TB 10	7a	Tiefes Bruch	16-8-2011	droog	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TB 11	8d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	24,24	5,03	27,43	1,85	1,68	9,59	3,911	47,49	22,95	0,80
TB 12	9a	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	56,40	6,44	92,11	2,03	2,31	7,79	1,328	64,47	27,25	3,45
TB 13	9c	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	54,50	5,92	83,94	3,50	5,36	13,74	7,060	107,20	41,20	1,70
TB 14	10a	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	73,50	6,25	111,12	4,45	2,29	20,88	1,871	172,98	40,25	2,50
TB 15	10c	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	52,20	6,00	81,74	2,71	1,30	15,31	7,515	93,96	45,40	2,00
TB 16	11d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	18,71	4,98	19,11	1,71	3,34	11,87	7,206	22,11	32,10	0,85
TB 17	12a	Tiefes Bruch	16-8-2011	droog	-	5,50	-	-	-	-	-	-	-	-
TB 18	12c	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	44,60	5,87	47,73	6,35	6,95	18,20	2,21	64,69	36,80	2,00
TB 19	13d	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	32,90	5,27	43,09	5,06	2,81	18,55	14,01	58,69	54,85	1,10
TB 20	14c	Tiefes Bruch	16-8-2011	gr.w	33,70	5,84	39,08	2,95	2,47	15,59	8,08	67,94	38,00	1,20
TB 1	1d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	19,90	4,18	10,37	1,68	2,07	8,59	0,17	43,91	13,30	0,01
TB 2	2d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	25,10	4,44	14,28	6,14	1,01	9,33	1,04	64,01	17,50	0,02
TB 3	3a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	29,10	4,24	26,77	2,99	0,82	6,28	0,97	66,07	24,60	0,02
TB 4	3d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	25,60	5,14	24,05	2,75	0,76	11,18	1,08	60,59	21,55	0,04
TB 5	4a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	40,70	6,00	41,57	2,01	2,89	11,76	6,14	50,66	18,30	1,55
TB 6	4d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	32,00	6,21	38,09	1,82	1,37	11,00	0,70	46,16	22,51	1,25
TB 7	5a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	38,90	6,12	29,04	2,00	1,34	11,05	12,53	43,07	11,55	1,90
TB 8	5d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	65,30	6,19	81,42	5,83	0,33	29,64	2,60	90,26	46,49	3,10
TB 9	6d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	29,10	4,51	20,65	2,64	2,23	15,84	5,77	83,19	28,33	0,01
TB 10	7a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	35,60	4,10	19,19	4,26	1,53	18,37	0,67	85,40	27,64	0,01
TB 11	8d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	21,41	4,77	23,15	1,58	0,38	5,06	2,22	58,04	11,70	0,02
TB 12	9a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	35,30	6,55	37,49	1,07	1,01	5,12	5,07	17,88	7,36	2,15
TB 13	9c	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	45,20	6,01	57,14	2,68	0,12	12,21	3,16	96,48	29,81	1,30
TB 14	10a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	40,40	6,03	51,26	2,37	1,57	15,60	2,67	82,45	14,90	2,00
TB 15	10c	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	53,20	5,92	76,30	3,48	0,20	10,59	3,47	124,50	26,77	1,80
TB 16	11d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	12,67	5,01	11,14	1,55	2,93	7,86	4,92	32,36	19,08	0,03
TB 17	12a	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	25,90	6,53	15,36	4,98	11,30	16,13	0,02	24,58	11,48	1,60
TB 18	12c	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	39,10	5,91	31,44	16,47	5,24	13,13	2,37	62,64	32,17	1,10
TB 19	13d	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	36,60	5,67	33,40	4,38	0,77	13,53	11,13	63,80	33,64	0,60
TB 20	14c	Tiefes Bruch	12-03-12	gr.w	31,70	6,12	35,34	2,90	1,47	11,74	0,10	59,83	23,71	1,00



Bijlage 4.

Boormateriaal. Kluit linksboven: 0-10. Elke kluit is 10 cm.





Bijlage 4.

Boormateriaal.

3



Boring 3: Cr

30-40 Om

70-80 Cr

20-30 Om

>80 Cr

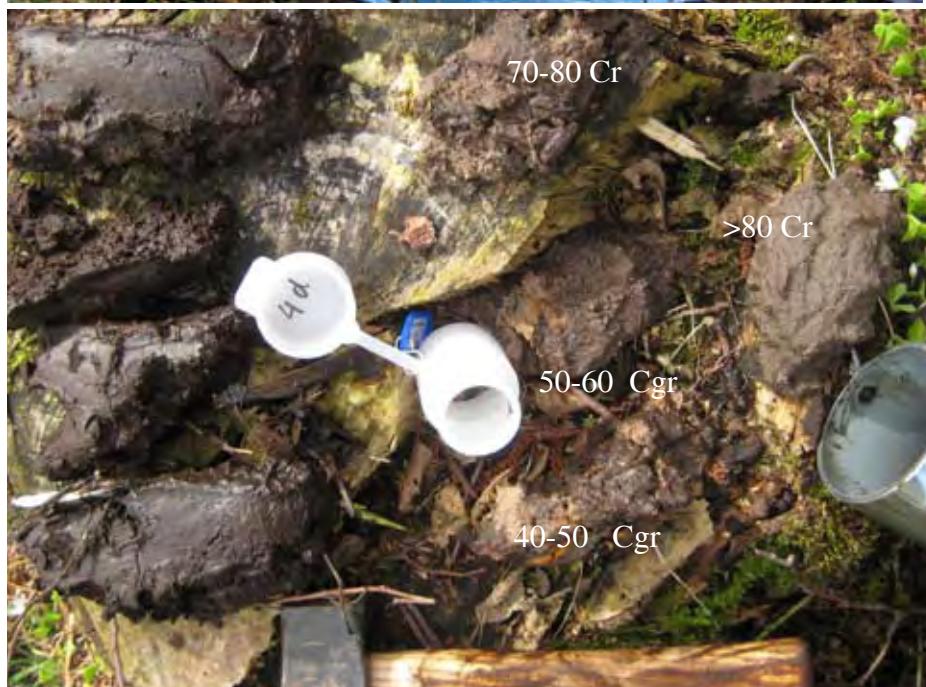
10-20 Om

50-60 Cgr

0-10 Oh

40-50 Cgr

4





Bijlage 4. Boormateriaal.



5



Boring 6: Cr

6

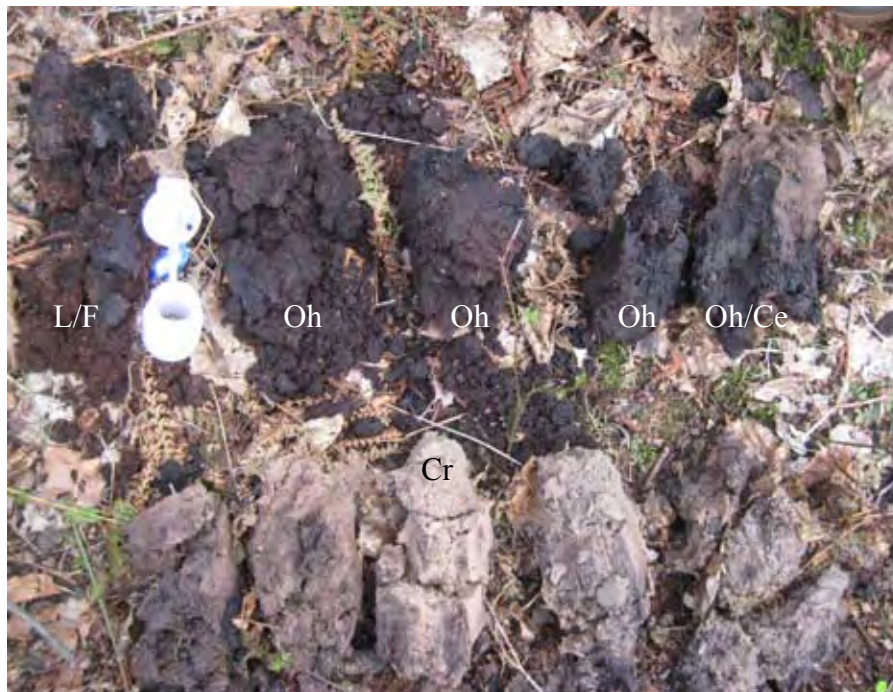


Bijlage 4. Boormateriaal.

7



8





Bijlage 4.

Boormateriaal.



9

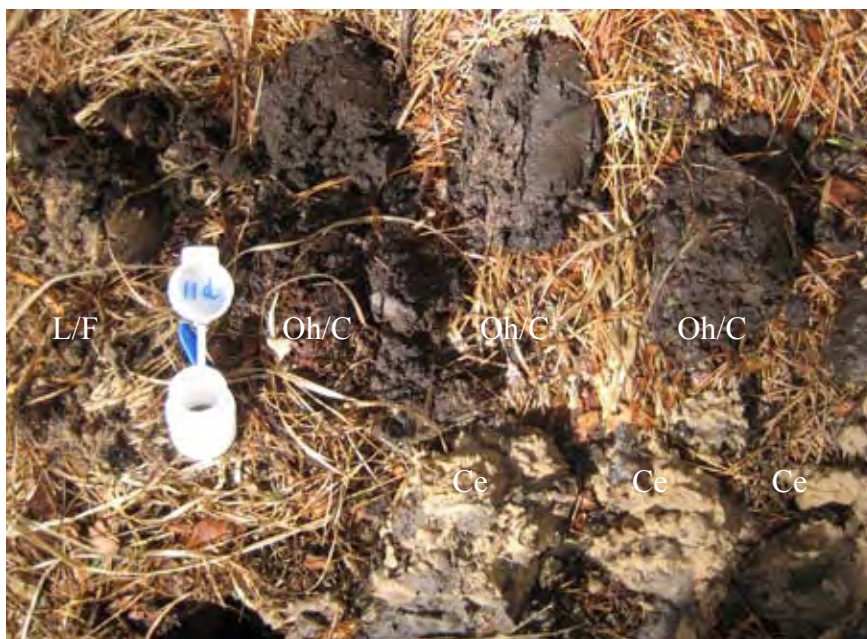


10

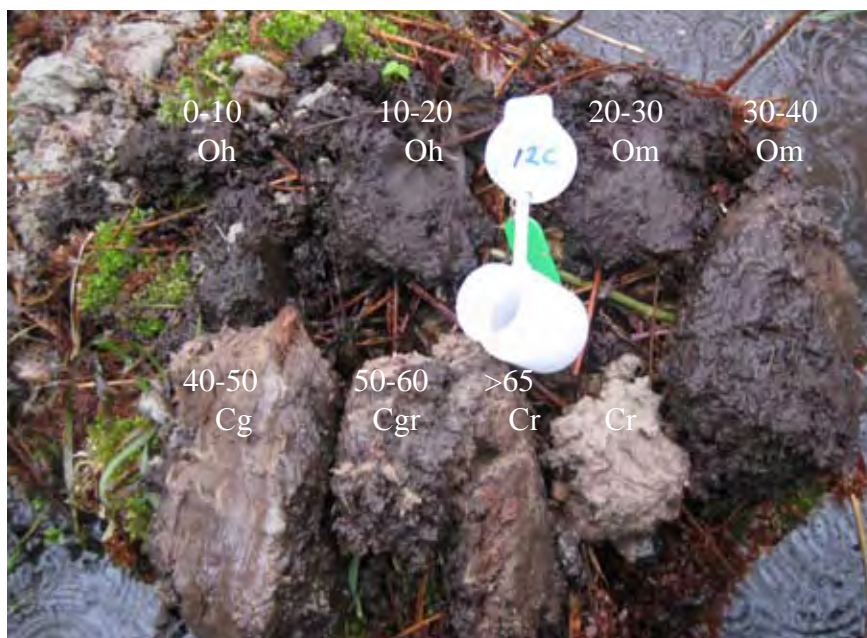


Bijlage 4.
Boormateriaal.

11



12





Bijlage 4.

Boormateriaal.

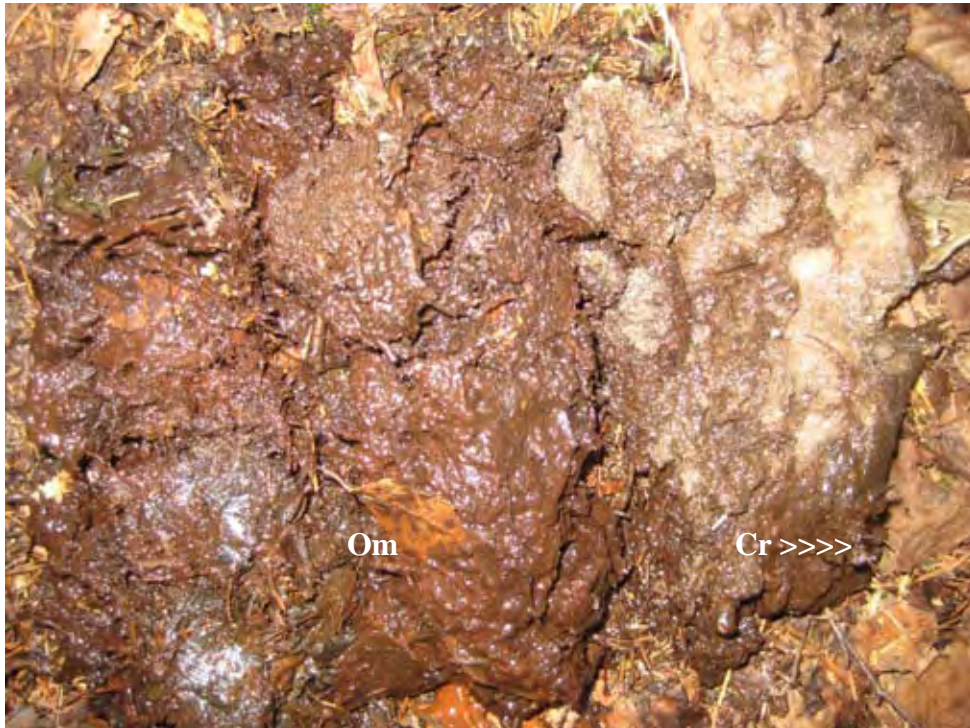


13



Bijlage 4.
Boormateriaal.

14





Bijlage 5.

Buislocatie.

1



Bosbes en Pijpenstrootje onder naaldhout.



Pijpenstrootje met Veenmos en Berk.

2

3



Stekelvaren-Elzenbroek.



Riet en Bosbies en Elzenbroek..

4



Bijlage 5.

Buislocatie.



5

Pluimzegge in Elzenbroek.



6

Sloot in naaldhout.

Pijpenstrootje in Berkenbroek.



7

Stekelvaren-Elzenbroek.



8



Bijlage 5.
Buislocatie.



9

Oud Blauwgrasland.



Oud Blauwgrasland.

10

Pijpenstrootje onder naaldhout.

11



Pluimzegge in Elzenbroek.

12





Bijlage 5.

Buislocatie.



13

Pijpenstrootje, braam onder naalddhout..



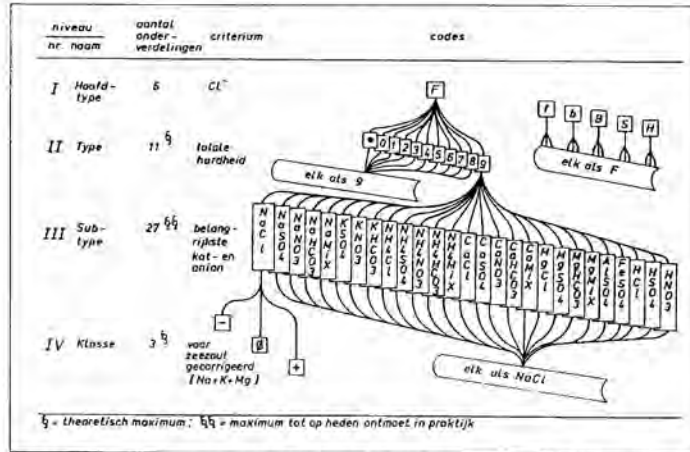
*Afwateringsloot met veel neerslag van ijzer-
verbindingen.*

14

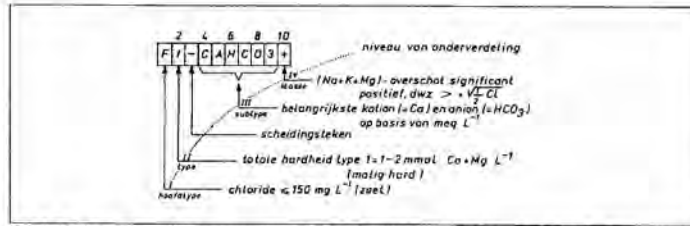


Bijlage 6.

Opbouw van het Stuyfzand watertype (Stuyfzand, 1986).



Afb. 2 - De hiërarchische structuur van het classificatiesysteem, met vier niveaus van onderverdeling. Het aantal typen, subtypen en klassen vormt louter een theoretisch maximum, omdat veel combinaties in de natuur niet voorkomen.



Afb. 3 - Coding en ontcijfering van een watertype in 10 posities. Het voorbeeld heet 'een zoet, matig hard calciumcarbonaat 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 zandige 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	300-10 ³	Veel grond- en oppervlaktewater in poldergebieden.
Brak-zout water	B	10 ³ -10 ⁴	
Zout water	S	10 ⁴ -2·10 ⁴	Zeewater en geïrrudeerd zeewater langs huidige kust.
Hyperhalien water	H	> 2·10 ⁴	Grondwater in contact met zoutborden 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.	naam	Code	Totale hardheid mmol L ⁻¹	Natuurlijk voorkomen in hoofdtypen
-1	zeer zacht	*	0 = 1/2	F
0	zacht	0	1/2 - 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

