



Monitoring Veenterpen

Effectmonitoring van waterberging in herinrichting Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermeden, 2009-2014

W.J.M. de Groot, H.P.J. Huiskes en J.R. Mulder



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Monitoring Veenterpen

Effectmonitoring van waterberging in herinrichting Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermeden, 2009-2014

W.J.M. de Groot, H.P.J. Huiskes en J.R. Mulder

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, binnen het kader van het project monitoring Veenterpen, Projectcode 5237215-01.

Alterra Wageningen UR
Wageningen, december 2014

Alterra-rapport 2594
ISSN 1566-7197

W.J.M. de Groot, H.P.J. Huiskes & J.R. Mulder, 2014. *Monitoring Veenterpen; Effectmonitoring van waterberging in herinrichting Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermeden, 2009-2014*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2594. 46 blz.; 19 fig.; 4 tab.; 3 ref.

In 2012 is een waterbergingsgebied binnen de herinrichting Peize- en Roderwoldermeden in gebruik genomen. De effecten hiervan op de conservering van veenterpen zijn gemeten. Tussen 2009 en 2014 zijn daartoe 15 veenterpen gemonitord op o.a. grondwaterstand en redoxpotentiaal, bodemvocht, bodemtemperatuur op verschillende diepten en zijn vegetatie-opnamen gedaan. Vermoedelijk door hogere grondwaterstanden, geringere -fluctuatie en ander landgebruik zijn de redoxpotentialen gedaald, wat duidt op betere conservering van archeologica in de veenterpen. De veenterpen zijn qua vegetatie wel sterk verruigd, met grotere en diepwortelende soorten. Een vorm van actief graslandbeheer wordt sterk aanbevolen. Verder is aangegeven dat voor een beter inzicht in de veranderde conservering en het effect van de vegetatie-ontwikkeling op de veenterpen het nodig is om in afgeslankte vorm nog enkele jaren door te meten en de vegetatie-ontwikkeling te blijven volgen.

Trefwoorden: veenterp, grondwaterstand, redoxpotentiaal, bodemvocht, vegetatie

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2594 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Meetapparatuur op veenterp RAAP24

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Probleemstelling	9
	1.3 Projectdoelstelling	9
2	Werkwijze	10
	2.1 Inleiding	10
	2.2 Meetlocaties	10
	2.3 Inrichting meetlocatie	12
	2.4 Bodembeschrijving	13
	2.5 Metingen bodemchemische samenstelling	14
3	Resultaten	15
	3.1 Vegetatie	15
	3.2 Grondwater	16
	3.3 Maaiveldhoogte	18
	3.4 Bodemtemperatuur	19
	3.5 Redoxpotentiaal	19
	3.6 Bodemvocht	23
	3.7 Bodem	24
	3.8 Meteo	25
	3.9 Website	27
	3.10 Logboek	27
	3.11 Ontwikkelingen veenterpen	28
4	Conclusies en aanbevelingen	30
	Literatuur	31
	Bijlage 1 Waargenomen plantensoorten	32
	Bijlage 2 Bodembeschrijvingen	34
	Bijlage 3 Archeologica	43
	Bijlage 4 Hoogtemetingen	44

Woord vooraf

In dit onderzoek is samengewerkt met medewerkers van Dienst Landelijk Gebied. De projectleider was Jos van der Zalm, later Fré Strating en Bert van Guldener. Namens MVH Consult was Michel Vorenhout inhoudelijk begeleider van het onderzoek. Vooral met hem is samengewerkt om het project vlot te laten verlopen. Het veldonderzoek is uitgevoerd tussen 2009 en 2014. De auteurs willen ook Popko Bolhuis, Ebbing Kiestra en Nina Smits bedanken voor hun prettige samenwerking bij het veldwerk. Ook willen we Henk Warners van Staatsbosbeheer bedanken voor het open stellen van het terrein. De auteur wil ook Leon Boerema van aannemersbedrijf De Waard en Phillip Wenting bedanken voor het meten/beschikbaar stellen en verwerken van de data van een nauwkeurige hoogtemeter. We willen ook Martin Knotters bedanken voor de aanbevelingen rond de statistische analyse en de redactie van het rapport.

Samenvatting

Voor het herinrichtingsproject Waterberging Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermeden zijn meer dan 60 veenterpen beschreven, die mogelijk bedreigd zijn door de nieuwe functie als waterbergingsgebied. In een MER is beschreven dat de veenterpen gevolgd moeten worden in de tijd: ze moeten gemonitord worden. De hoofdvraag bij de monitoring is beschreven als: wat is de invloed van de herinrichting op het behoud in situ van de veenterpen in het plangebied? Het monitoringproject dient twee doelen: Ten eerste moet de mogelijke negatieve invloed aan de veenterpen door de herinrichting beschreven worden ten einde een 'vinger aan de pols' te houden. Ten tweede dient er na afloop van de monitoringsperiode een gefundeerd oordeel te liggen over de vervolgstappen die na 2014 genomen dienen te worden om tot een zo goed mogelijke lange termijn conservering te komen als ook te besluiten over vervolgmonitoring.

Daartoe zijn de volgende metingen continu- uitgevoerd op 15 geselecteerde veenterpen: grondwaterstand, redoxpotentiaal en bodemvochtprofiel. Daarnaast zijn regelmatig vegetatie-opnames gedaan, grondmonsters genomen voor bodemanalyse en zijn op enkele locaties de neerslag en luchttemperatuur en -vochtigheid gemeten.

De meetlocaties zijn geloot na stratificatie op uiterlijke staat. In dit rapport is de nummering aangehouden zoals op deze kaart is aangegeven.

Voor de continue metingen van de grondwaterstand, redoxpotentiaal en bodemvochtprofiel is een centrale locatie op elk van de 15 veenterpen gekozen. Er is een meetpaal geplaatst waaraan dataloggers van de redox- en vochtmetingen en eventueel weersensoren zijn bevestigd. De dataloggers zijn zodanig hoog geplaatst dat hoge waterstanden geen nadelige invloed op de apparatuur hebben. In een vierkant van enkele meters eromheen staat een omheining van witte palen met schriklint. Alle sensoren voor redox-, bodemtemperatuur, bodemvocht en grondwaterstand zijn binnen deze omheining geplaatst.

De boring om de grondwaterstandsbuis te kunnen plaatsen is gebruikt om een bodembeschrijving te maken en de vochtsensoren te plaatsen. De aangeboorde bodem is ook archeologisch onderzocht. Daarnaast zijn in 2010 en 2011 grondmonsters genomen waaraan de pH en organische stofgehalte zijn bepaald.

In het voorjaar 2011 zijn twee meetlocaties weer afgebroken. Dit zijn RAAP 9 en RAAP22. Hier zijn proefsleuven voor archeologisch onderzoek over de veenterpen gelegd. Daarnaast zijn op alle meetlocaties proefkuilen aangelegd met een oppervlak van 1 m². In 2012 zijn de veenterpen RAAP19 en RAAP 24 afgedekt met folie en voorzien van een 0,5 m dikke grondlaag. Dit alles heeft invloed op de metingen en de vegetatie-ontwikkeling gehad.

De herinrichting heeft invloed gehad op het behoud in situ van de veenterpen in het plangebied. De grondwaterstanden zijn gemiddeld 18 cm gestegen sinds het waterbergingsgebied in 2012 in gebruik is genomen en ze fluctueren gedurende het jaar veel minder. Er heerst een hoger peil. Zowel op de hogere als de lagere veenterpen zijn de grondwaterstanden ondieper geworden. De grondwaterstanden zijn niet gestegen door grotere neerslaghoeveelheden na de ingreep.

De redoxpotentiaal op 20 cm diepte als maat voor de oxidatie van organisch en anorganisch materiaal, neemt af. Hierdoor remt ook de oxidatie van archeologica. Dit heeft een gunstig effect op het behoud van de veenterpen. Vermoedelijke oorzaken voor de afname van de redoxpotentiaal zijn naast de stijgende grondwaterstand het veranderd landgebruik.

Voor het monitoren van de fysisch-chemisch gedrag van de veenterpen wordt aanbevolen om de redox- en grondwaterstandsmetingen te verlengen. Hierdoor ontstaat een nog beter inzicht in de veranderde conservering van de veenterpen en het effect van de vegetatie-ontwikkeling wordt duidelijker. De metingen zouden kunnen worden aangevuld met gerichte bemonstering van de bodemvocht-samenstelling in de bovengrond. Hierdoor ontstaat meer inzicht in de soort en omvang

van bodemchemische afbraakprocessen die een rol spelen bij de conservering van archeologica. Dan wordt ook duidelijker hoe de vegetatie-ontwikkeling hierop van invloed is.

Tijdreeksanalyse kan meer inzicht verschaffen in het effect van grondwaterdiepte en landgebruiksverandering op de conservering van veenterpen.

De bodemvochtmetingen geven vooral goed inzicht in het vochtgehalte van de ondiepe bodem (20 cm). Deze metingen zouden gekalibreerd moeten worden met gravitatie-vochtmetingen. Op grotere diepte is de werking van deze vochtsensoren onvoldoende. De meteometingen kunnen goed vervangen worden door KNMI-data.

Het specifieke vegetatiebeheer (begrazing of maaien en afvoeren) blijft achter of is zelfs gestopt. Enkele ruige soorten, waaronder rietgras, zijn op een aantal terpen duidelijk dominant. In 2014 hebben op 7 van de 15 bezochte veenterpen de diepwortelende soorten een vegetatiebedekking van 60 % of meer (oplopend tot 90 %). Er is een klein aantal veenterpen waar het maximale aandeel dieper wortelende soorten klein is. Het percentage diep wortelende soorten kan van jaar tot jaar licht fluctueren, maar neemt door de jaren heen zeker niet af.

Voor het natuurbeheer wordt daarom aanbevolen een vorm van graslandbeheer te hervatten/introduceren, waardoor minder ruige soorten weer verdwijnen en daarmee ook voor een deel de dieper wortelende soorten.

Het blijft belangrijk voor de ontwikkeling van de conservering van de veenterpen om de vegetatieveranderingen nog enkele jaren te monitoren. Voor een vervolg van de vegetatiemonitoring liggen er twee mogelijke meetmethodes voor de hand: monitoring door middel van reguliere vegetatiekarteringen of gerichte terpmonitoring.

Gedurende de monitoringperiode van vijf jaar zijn al keuzes gemaakt voor beheer van het gebied en beperkte afdekking van veenterpen. Conclusies en aanbevelingen uit dit monitoringonderzoek konden daarin nog niet worden meegenomen. Bij een herijking van de genomen stappen verdient het aanbeveling hier alsnog rekening mee te houden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het gebied van de polders Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermeden is een herinrichting in uitvoering. Hoofddoelen van de herinrichting zijn, naast landbouwstructuurverbetering, inrichting van een natuurgebied in combinatie met waterberging. Het effect zal zijn dat in het gebied de gemiddelde grondwaterstand sterk zal stijgen. In het gebied zijn meer dan 60 veenterpen beschreven, die mogelijk bedreigd worden door deze ontwikkelingen.

1.2 Probleemstelling

In twee workshops in 2008 is een lijst met mogelijke bedreigingen voor de veenterpen opgesteld die de herinrichting van het gebied zouden kunnen opleveren. Een eerste aanzet is gegeven op een bijeenkomst van experts op 22 januari 2008 te Roderwolde. Uit deze bijeenkomst kwam naar voren dat er al onderzoek is gedaan naar de veenterpen zelf, maar dat de veranderingen in zowel positieve als negatieve zin nog niet eenduidig bekend zijn. Een van de conclusies was ook dat de huidige toestand wel eens onder het gewenste niveau voor behoud op lange termijn zou kunnen liggen. Vooral de verdroging van het gebied en vertrapping door vee zou een grote rol kunnen spelen. In de zomer van 2008 is daarom een beperkte nulmeting uitgevoerd naar de huidige toestand van de bekende veenterpen (Vorenhout, 2008). Deze beperkte nulmeting liep parallel aan een herinventarisatie van alle bekende veenterpen (Schepers, 2008). De resultaten van de nulmeting en begeleidende 'nulmeting monitoring' gaven aan dat de belangrijkste aantasting van de veenterpen veroorzaakt wordt door verdroging en de samenhangende oxidatie van het veenterp lichaam. Daarnaast is doorgreppeling en vertrapping een probleem bij 1/4 tot 1/5 van de veenterpen.

1.3 Projectdoelstelling

De hoofdvraag bij de monitoring luidt: 'Wat is de invloed van de herinrichting op het behoud in situ van de veenterpen in het plangebied?' De monitoring dient twee doelen. Ten eerste moet de negatieve invloed op de veenterpen door de herinrichting beschreven worden teneinde een 'vinger aan de pols' te houden. Ten tweede dient er na afloop van de monitoringsperiode een gefundeerd oordeel te liggen over de vervolgstappen¹ die na 2014 genomen dienen te worden om tot een zo goed mogelijke conservering op lange termijn te komen als ook te besluiten over vervolgmonitoring.

¹ De vervolgstappen zijn sterk beïnvloed door de bestuurlijke keuze om tien veenterpen te conserveren middels een afdeklaag, waarvan er acht uitgevoerd zijn. Voor de andere twee ligt er een inspanningsverplichting tot afdekken dan wel adequaat maaibeheer.

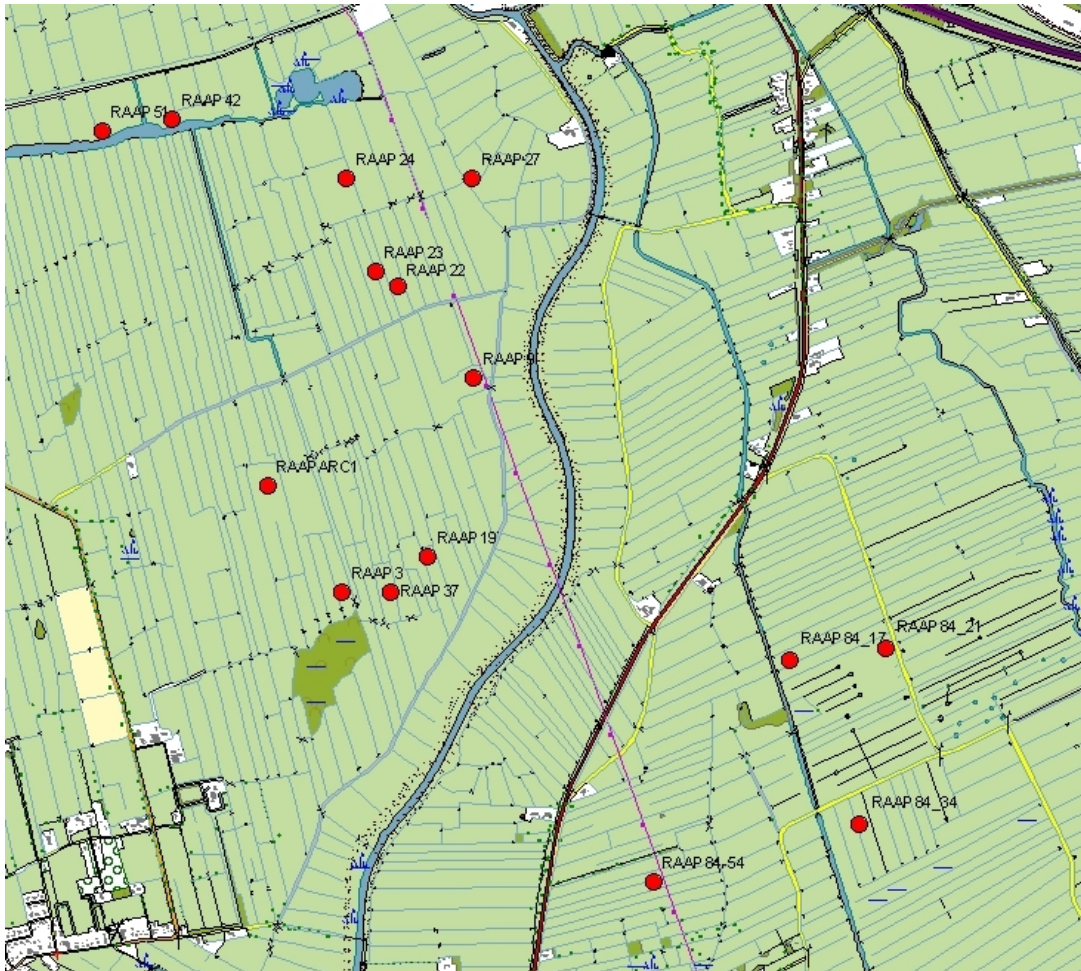
2 Werkwijze

2.1 Inleiding

In de MER is beschreven dat de veenterpen gevolgd moeten worden in de tijd: ze moeten gemonitord worden. Om deze vraagstelling te beantwoorden is een selectie gemaakt van veenterpen die gevolgd moeten gaan worden gedurende vijf jaar. De volgende metingen worden continu uitgevoerd aan deze selectie: grondwaterstand, redoxpotentiaal en bodemvochtprofiel. Daarnaast worden regelmatig vegetatie opnames gedaan, worden grondmonsters genomen voor bodemanalyse en wordt op enkele locaties de neerslag en luchttemperatuur gemeten. De gegevens worden digitaal aangeboden aan de opdrachtgever, elke twee jaar wordt er kort gerapporteerd aan de begeleidingscommissie monitoring herinrichting Peize-Roden-Norg.

2.2 Meetlocaties

Figuur 1 geeft de meetlocaties aan waar de monitoring plaatsvindt. Deze locaties zijn geloot na stratificatie op uiterlijke staat (Vorenhout, 2008). In dit rapport wordt de nummering aangehouden zoals op deze kaart is aangegeven. In het voorjaar 2011 zijn twee meetlocaties weer afgebroken. Dit zijn RAAP9 en RAAP22. Hier zijn proefsleuven voor archeologisch onderzoek over de veenterpen gelegd. Daarnaast zijn op alle meetlocaties proefkuilen aangelegd met een oppervlak van 1 m². In 2012 zijn de veenterpen RAAP19 en RAAP 24 afgedekt met folie en voorzien van een 0,5 m dikke grondlaag. Dit heeft ook invloed op de vegetatie-ontwikkeling gehad.



Figuur 1 De locaties van de veenterpen waar de monitoring plaatsvindt. RAAP9 en RAAP22 zijn in 2011 weer ontmanteld.

Tabel 1 geeft de indeling van de veenterpen in groepen en categorieën weer. Alle 60 veenterpen zijn op deze wijze ingedeeld. Hieruit is door loting een keuze gemaakt, waarbij rekening gehouden is met de groepsindeling. Hierdoor zijn alle typen veenterpen evenredig vertegenwoordigd in de monitoring.

Tabel 1

Indeling veenterpen naar archeologische kenmerken (M. Huisman en J. van Beek), categorie van conservering en indeling in cluster.

Veenterp	Indeling archeo-criteria*	Groepsindeling	Categorie	Opmerkingen
3	Redelijk	1	Goed	
9	Matig	2		In 2011 verwijderd
19	Hoog	2	Goed	In 2011 afgedekt en 50 cm opgehoogd
22	Matig	3	Goed	In 2011 verwijderd
23	Slecht	4	Matig	
24	Hoog	1	Matig	In 2011 afgedekt en 50 cm opgehoogd
27	Matig	2	Goed	
37	Slecht	4	Matig	
42	Slecht	4	Matig	
51	Hoog	3	Niet geïnspecteerd	
77 (ARC1)	Hoog	1	Niet geïnspecteerd	
84_54	Slecht	3	Niet geïnspecteerd	
84_17	-		Niet geïnspecteerd	
84_21	-		Niet geïnspecteerd	
84_34	-		Niet geïnspecteerd	

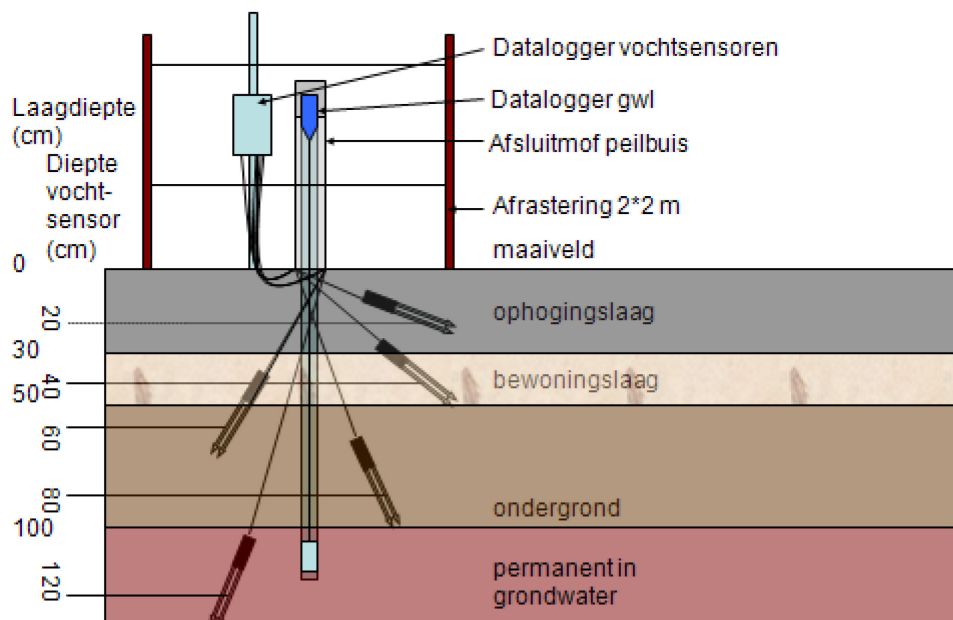
In 2014 zijn van alle actieve meetlocaties hoogtemetingen uitgevoerd met een 06GPS. De hoogten zijn genomen bij de voet van de peilbuis, op de buis en bij de plaats waar de redox en vochtsensoren in de grond zitten. In Bijlage 4 zijn de meetdata in tabelvorm vermeld.

2.3 Inrichting meetlocatie

Voor de continue metingen van de grondwaterstand, redoxpotentiaal en bodemvochtprofiel is een centrale locatie op elk van de 15 veenterpen gekozen. Er is een meetpaal geplaatst waaraan de dataloggers van de redox- en vochtmetingen zijn bevestigd. In een vierkant van enkele meters eromheen staat een omheining van witte palen met schriklint. Alle meetapparatuur staat binnen deze omheining (Figuur 3).

In een grondwaterstandsbuis op een meter afstand van de meetpaal hangt een datalogger van het merk Odyssey. De meetbuis heeft een verdikking waarop de datalogger rust. De buis met de datalogger steekt enkele decimeters boven het maaiveld uit. Het boorgat van deze buis is ook gebruikt om de vochtsensoren te plaatsen (Figuur 2). De sensoren zijn via een leiding over de grond verbonden met de datalogger op de meetpaal van het merk Decagon. De sensoren zijn van het type EC5. De vochtsensoren zitten op de diepten: 20, 40, 60, 80 en 120 cm.

De redox-sensoren zijn in twee groepen op enkele meters afstand van de meetpaal in een hoek van het omheinde vierkant geplaatst. In de ene hoek staan sensoren op een diepte van 20 en 60cm; in de andere hoek staan sensoren op 20, 60, 90 en 120 cm diepte. De pennen met aan de eindpunt een sensor staan verticaal in de grond op enkele decimeters van elkaar. Ze steken nog ongeveer een decimeter boven maaiveld uit. De kabel van deze sensoren zijn over de grond geleid naar de meetpaal. Hierop bevindt zich een datalogger van het merk Hypnos III.



Figuur 2 Schematische weergave van plaatsing van de grondwater- en vochtsensoren



Figuur 3 Opstelling meetapparatuur op de veenterpen 24 en 51. Bij veenterp 24 valt het hoge rietgras op in de omgeving.

Op de veenterpen RAAP19, RAAP22, RAAP42 en RAAP84_54 is ook meteo-apparatuur geplaatst. Dit betreft een neerslagmeter van het merk Decagon 100, een vochtigheids- en een temperatuursensor. De regenmeter met de opvangbak is bevestigd aan een aparte meetpaal op 40 cm + mv. Hierdoor wordt invloed van de directe omgeving beperkt. De vochtigheids- en temperatuursensor zijn wel aan de centrale meetpaal bevestigd op 1,50m + mv. De sensoren zijn via kabels over de grond en langs de meetpaal verbonden met een aparte datalogger van Decagon. De dataloggers zitten allen meer dan 0,5 m + maaiveld.

2.4 Bodembeschrijving

In het kader van een monitoringproject van veenterpen in Peize zijn 15 archeologische boorbeschrijvingen volgens de ASR versie 1.1 (SIKB, 2008) beschreven. Dit werk is uitbesteed aan het adviesbureau BAAC. De profielen zijn archeologisch geïnterpreteerd. Tevens is de geur (methode Troelstra-Smith) en oxidatieniveau (KL4, L9, L10) van het aanwezige veen beschreven. Op alle 15 veenterpen zijn archeologische materialen uit de boringen verzameld en onderzocht. De boringen zijn beschreven in Bijlage 2 en de beschrijving van gevonden materialen in Bijlage 3.

Uit het beknopte bodemkundige onderzoek blijkt dat we te maken hebben met

- **inversieruggen**, vooral langs de Matsloot. Ze manifesteren zich als veenterpen, maar dat zijn ze beslist niet. Wel krijgen we de indruk, dat de inversieruggen (deels) bedekt zijn geweest met veen. Het lijkt erop dat de Matsloot de achtergrens was van een ontginningsblok vanuit het noorden.
- **Veenterpen**, vooral in het noordelijke deel van het gebied dat onder invloed stond van overstromingen vanuit de Lauwers, waarbij de bewoners huisterpen opwierpen.
- **Huisplaatsen**, die voor zover we hebben kunnen nagaan het grootste aantal innemen. Dit zijn naar onze mening relictten van huisplaatsen op het veen, die door een vertraagd oxidatieproces ten opzichte van de omgeving hoger in het landschap zijn komen te liggen.

2.5 Metingen bodemchemische samenstelling

Bodem

Eenmaal per jaar zijn er gutsboringen de eerste twee jaren uitgevoerd om wat meer van de veranderingen in de bodemchemische samenstelling te weten te komen. Van deze boringen zijn beschrijvingen gemaakt volgens de Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB). Van drie lagen per gutsboring zijn monsters genomen. De drie lagen zijn vastgesteld op basis van de lagenopbouw uit de boorbeschrijving. De monsters zijn geanalyseerd op pH en LOI (loss of ignition) of het organische stofgehalte.

Grondwater

Van elke veenterp wordt de stand van het freatische grondwater gemeten. Dit komt neer op metingen in een peilbuis met een filterdiepte op 1-2 m -mv. Hierin is een datalogger aangebracht die elk uur de grondwaterstand registreert. De data worden ook aan database DINO beschikbaar gesteld zodat ook andere monitoringpartners er gebruik van kunnen maken.

Bodemvocht

Het bodemvocht is op een aantal diepten (20, 60, 80 en 120 cm) gemeten met TDR-sensoren van het merk DECAGON. De sensoren meten een spanning die omgerekend kan worden met een kalibratiecurve naar volumefractie vocht. Voor de kalibratie is de volgende kalibratiecurve gebruikt (dit is de default instelling voor mineral soils):

Volume fractie vocht $\Phi = 0,0085 * C - 0,481$ (waarin C een spanning in mV).

Meteo

Op vier van de 15 veenterpen is meteo-registratie-apparatuur geplaatst. Dit zijn sensoren voor de temperatuur en relatieve vochtigheid op 1,5 m +mv, die elk uur een waarneming registreren. Er staat ook een regenmeter op 40 cm +mv. Die registreert elke 0,2 mm neerslag. Alle meetapparatuur staat zoveel mogelijk centraal op de veenterp opgesteld.

Vegetatie

Bijna jaarlijks is de vegetatie van alle veenterpen opgenomen. Dit gebeurde zoveel mogelijk wanneer de vegetatie het best te herkennen is, meestal in mei-juni. De vegetatie is opgenomen volgens de Braun-Blanquetmethode. Van belang is het percentage van de oppervlakte dat onbedekt is en welk deel wordt begroeid door diepwortelende soorten.

Datapresentatie

Data uit de dataloggers zijn opgeslagen in ACCESS-tabellen. Na enkele jaren bleken de tabellen zo groot te worden dat ze in aparte ACCESS-databases zijn opgeslagen. De tabellen zijn gedurende het onderzoek aan het projectteam beschikbaar gesteld via de website www.veenterpen.nl of via mail en SENDIT. De grondwaterstandsmetingen zijn beschikbaar gesteld via DINO. In dit rapport zijn alleen de bodem- en vegetatiebeschrijvingen opgenomen. Meetdata van dataloggers zijn digitaal beschikbaar.

3 Resultaten

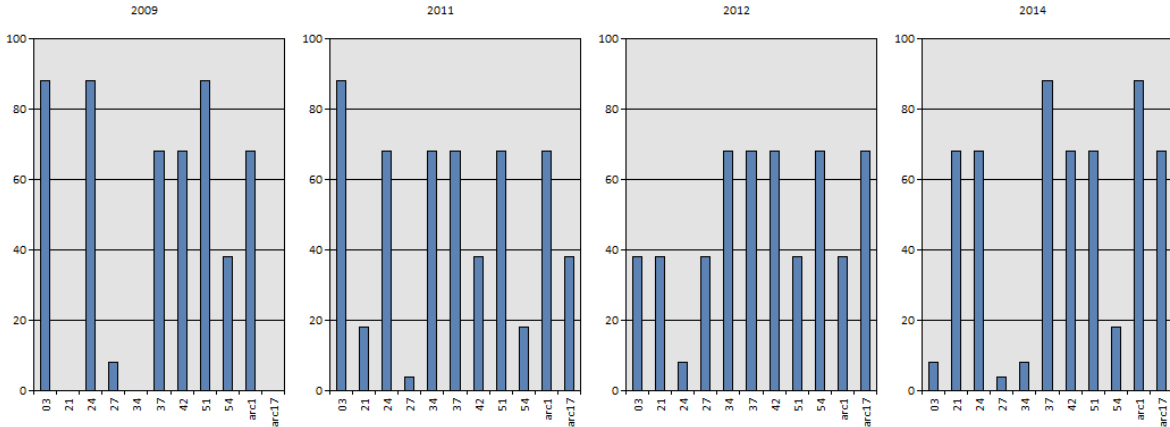
3.1 Vegetatie

Waargenomen vegetatie

In het eerste waarnemingsjaar, 2009, is een groter aantal en deels andere veenterpen bemonsterd dan in 2011, 2012 en 2014. Het merendeel van de bemonsterde veenterpen bevond zich in 2009 in een graslandstadium. De graslanden waren toen onder te verdelen in voormalige vochtige raaigrasweiden en ruigere vormen van het glanshaverhooiland. Veelal is dit laatste een gevolg van het minder intensief gebruik van deze graslanden in het kader van natuurbeheer. In 2014 bevindt zich een kleine meerderheid van de veenterpen nog in een ruig grasland stadium. Twee veenterpen zijn volledig begroeid met een brandnetelruigte (terp RAAP24 en RAAP51). Op twee veenterpen is de vochtige strooiselruigte vegetatie van het omringende terrein nu bepalend voor de vegetatie (terpen RAAP34 en RAAPARC1). In de opeenvolgende meetjaren wordt duidelijk dat het specifieke vegetatie beheer (begrazing of maaien en afvoeren) achter blijft of zelfs is gestopt. Dominantie van enkele ruige soorten waaronder rietgras is op een aantal terpen duidelijk waarneembaar. Het verdient aanbeveling om het grasland weer actief te gaan beheren.

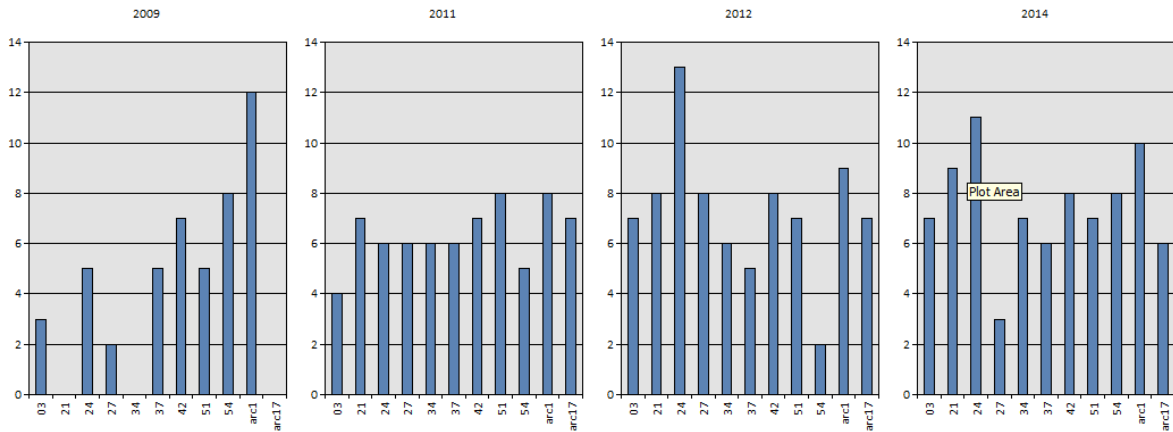
Waargenomen soorten

Veenterpen RAAP19 en RAAP24 zijn lopende het onderzoek afgedekt met een geotextiel en een laag grond. Hierdoor is de vegetatie zowel tegen als op de veenterp volledig veranderd. Veenterp RAAP23 wordt nu begroeid door een manshoge brandruigte terwijl zij daarvoor werd begroeid door een natte strooiselruigte (beide terpen worden niet in Figuur 4 vermeld).



Figuur 4 Maximale bedekking van individuele soorten dieper wortelend dan 50 cm per jaar, per veenterp.

In 2014 hebben op 7 van de 15 bezochte veenterpen de diepwortelende soorten een vegetatiebedekking van 60 % of meer (oplopend tot 90 %). Er is een klein aantal veenterpen waar het maximale aandeel dieper wortelende soorten klein is. Het percentage diep wortelende soorten kan van jaar tot jaar licht fluctueren, maar neemt door de jaren heen zeker niet af.



Figuur 5 Het waargenomen aantal soorten dieper wortelend dan 50 cm per jaar, per veenterp.

Ook het aantal diepwortelende soorten per veenterp kan van jaar tot jaar licht fluctueren (Figuur 5). De enige manier om dominantie van diepwortelende grassoorten te doorbreken is door te beheren, zoals de waarnemingen van veenterp RAAP3 laten zien. En dat een omslag ook zeer abrupt kan zijn, is te zien aan de enorme toename van de bedekking van rietgras in pq van RAAP 84_17 (in Figuur 'arc17').

Binnen de lijst van waargenomen soorten zijn 60soorten aanwezig op de veenterpen die in potentie een bedreiging kunnen vormen voor de archeologie in de veenterpen. Een klein aantal soorten heeft zeer diepe wortelstelsels. De bedekking van deze soorten op de veenterpen RAAP19, RAAP24 en RAAP42 is meer dan 30 % van het onderzochte proefvlak van 10x10 meter. Voor veenterp RAAP42 is daarmee niet uit te sluiten dat de doorworteling een bedreiging kan gaan vormen. Terp RAAP19 en RAAP24 zijn afgedekt met een dekzeil in het kader van de afdekking van 8 geselecteerde af te dekken veenterpen om doorgroeiing te voorkomen.

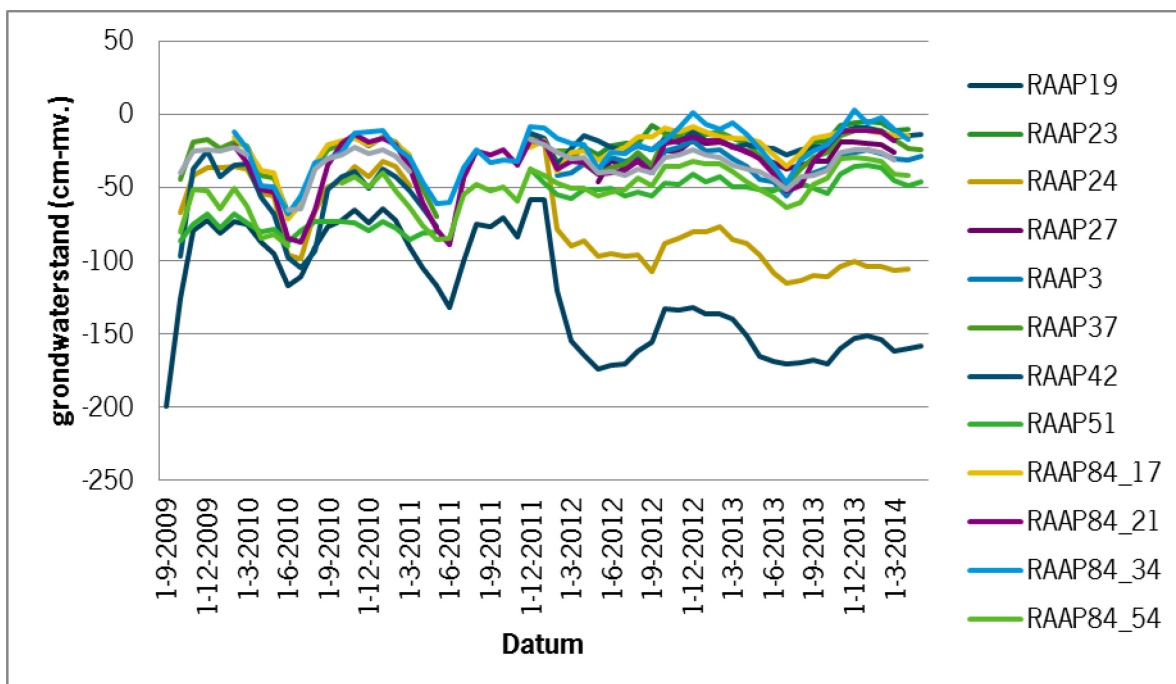
Vervolg monitoring

In het kader van de vervolg monitoring liggen er twee meetmethodes voor de hand.

1. Monitoring door middel van reguliere vegetatiekarteringen. Aangezien de veenterpen een omvang van 400 m² of meer kennen zijn zij in het veld herkenbaar en is de aanwezige vegetatie regelmatig dermate afwijkend van de omgeving dat zij door een ervaren karteerder wordt opgemerkt. Bij dergelijke karteringen is het mogelijk om specifiek te letten op diep wortelende soorten en waarnemingen als een toevoeging aan de gekarteerde vlakken toe te kennen.
2. Gerichtte terpmonitoring. Door de terpen gericht te bezoeken om zo de aanwezigheid en bedekking van de in Bijlage 1 vermelde soorten te volgen. Hier wordt de bedekking van een soort op de gehele terp geschat. Het maken van een detailbeschrijving van een deel van de terp in de vorm van een permanent kwadraat kan op termijn zorgen dat subtiele toename van specifieke ongewenste soorten pas later inzichtelijk wordt.

3.2 Grondwater

In Figuur 6 zijn de gemeten grondwaterstanden weergegeven van de actieve meetlocaties tot mei 2014.



Figuur 6 Grondwaterstanden t.o.v. maaiveld van de veenterpen van 2009 t/m 2014. (De grondwaterstanden van RAAP 19 en RAAP 24 zijn door de afdekking met 0,5m grond na 2012 een stuk dieper a.g.v. de nieuwe maaiveldhoogte).

Door de uurlijkse waarnemingen was het aantal metingen ondertussen zo groot dat eerst de waarden per maand zijn gemiddeld, om gemakkelijk data te kunnen bewerken. Hierdoor en door de keuze van het grafiektype zijn de lijnen geleidelijker dan in werkelijkheid, maar het geeft wel een goed inzicht in de veranderingen gedurende de jaren.

In deze grafiek zijn een aantal zaken goed te zien. De grondwaterstanden van veenterp RAAP19 en RAAP51 en in mindere mate RAAP84_54 zijn tot 2012 over het algemeen wat dieper dan van de overige veenterpen. Deze veenterpen hebben ook de hoogste maaiveldhoogte t.o.v. NAP (Figuur 7). Kortom ze steken het meest boven de omgeving uit.

Vanaf 2012 zijn de grondwaterstanden t.o.v. maaiveld op veenterp 19 en 24 duidelijk dieper dan de andere gemeten veenterpen. Dit komt omdat deze veenterpen dan zijn afgedekt en opgehoogd met 50 cm aarde.

Wat ook opvalt zijn de minder grote fluctuaties van de grondwaterstanden op de andere locaties vanaf najaar 2011. De fluctuatie nam af van 55 naar gemiddeld 33 cm. De verschillen in de hoeveelheid neerslag beschreven in paragraaf 3.8 hebben daar nauwelijks invloed op gehad. Ook de gemiddelde grondwaterstand is ondieper geworden. Vooral de diepste grondwaterstanden in de zomer zijn afgenomen van gemiddeld 80 naar 48 cm -mv. De gemiddelde grondwaterstand over het hele jaar was eerder 46 cm-mv. en nam toe naar -28 cm -mv. De grondwaterstanden zijn dus gemiddeld 18 cm gestegen en fluctueren gedurende het jaar veel minder. De belangrijkste oorzaak zal vrijwel zeker peilverandering zijn geweest, daar neerslaghoeveelheden tussen de jaren weinig fluctueerde (paragraaf 3.8).

Er zitten nog wel behoorlijke grondwaterstandsverschillen tussen de veenterpen. In Tabel 2 zijn de veenterpen naar gemiddelde grondwaterstand na 1-10-2011 uitgezet in drie klassen. Als we ons richten tot de veenterpen die niet zijn opgehoogd, dan valt te zien dat 7 van de 11 veenterpen in een nattere klasse terecht zijn gekomen. Van de veenterpen die eerder in de klasse >40cm -mv. zaten zijn na 1-10-2011 4 van de 8 natter geworden. Deze veenterpen komen voornamelijk uit nr. 1,2 en 3 van de groepsindeling, zoals die vooraf is geformuleerd (Vorenhout, 2008).

Bij de lagere veenterpen zijn 3 van de 5 natter geworden. Deze veenterpen komen voornamelijk uit nr. 4 van de groepsindeling. Het blijkt dus dat van zowel de drogere als de nattere veenterpen de grondwaterstanden ondieper zijn geworden.

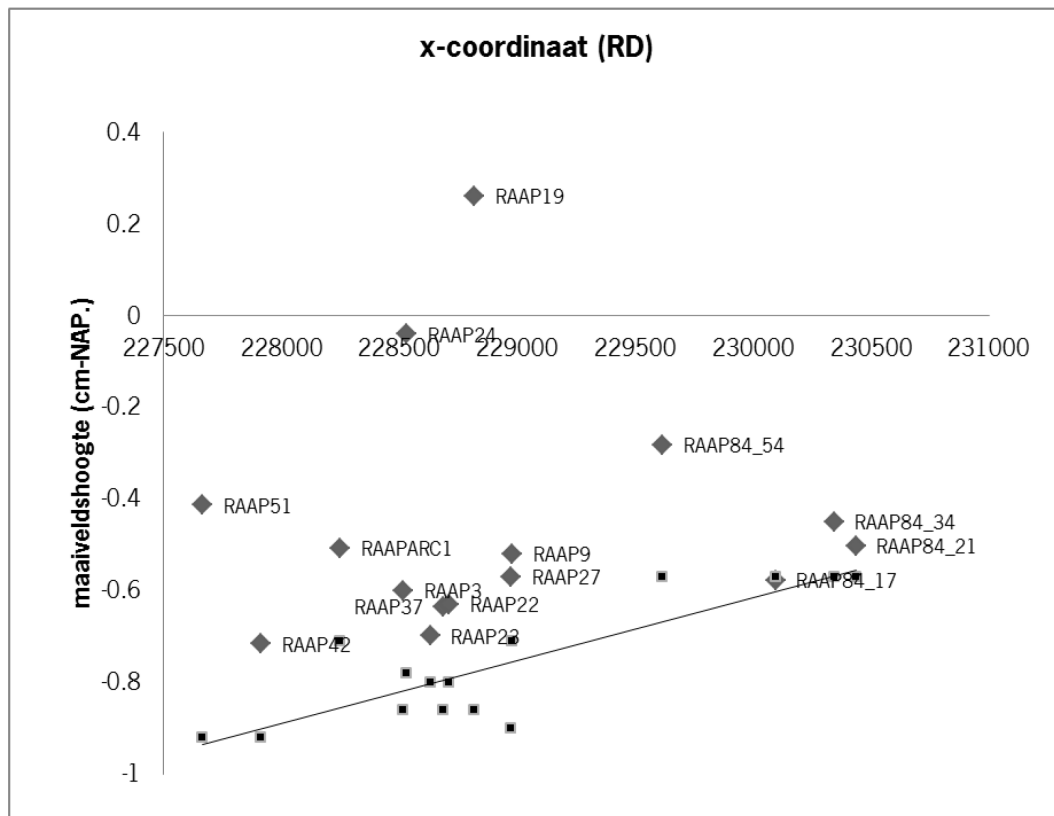
Tabel 2

Indeling van de veenterpen in drie klassen van gemiddelde grondwaterstanden t.o.v. mv. sinds 1-10-2011, 0-20 cm, 20-40cm en >40cm -mv., O= oude situatie, X= nieuwe situatie, de hoogte van het maaiveld bij de peilbuis en de indeling in groepen van vergelijkbare kwaliteit.

Veenterp	0-20cm -mv.	20-40cm -mv.	>40cm -mv.	Indeling groep
RAAP 19			XO	2
RAAP23	X	O		4
RAAP24			XO	1
RAAP27		X	O	2
RAAP3		X	O	1
RAAP37		XO		4
RAAP42	X		O	4
RAAP51			XO	3
AAP84_17	X	O		
RAAP84_21		X	O	
RAAP84_34	X	O		
RAAP84_54			XO	3
RAAPARC1		XO		1

Vergelijken we de grondwaterstanden t.o.v. NAP dan blijkt dat de grondwaterstanden bij de meeste veenterpen onderling redelijk vergelijkbaar te zijn (gemiddeld 85 cm -NAP). Uitzondering vormen de twee opgehoogde exemplaren RAAP19 en RAAP24 (95 en 110 cm -NAP). De gemiddelde grondwaterstanden van de veenterpen in het oosten (Rijksmonumenten RAAP84_17, RAAP84_21, RAAP84_34 en RAAP84_54) zijn wel wat ondieper (63-78 cm -NAP).

3.3 Maaiveldhoogte



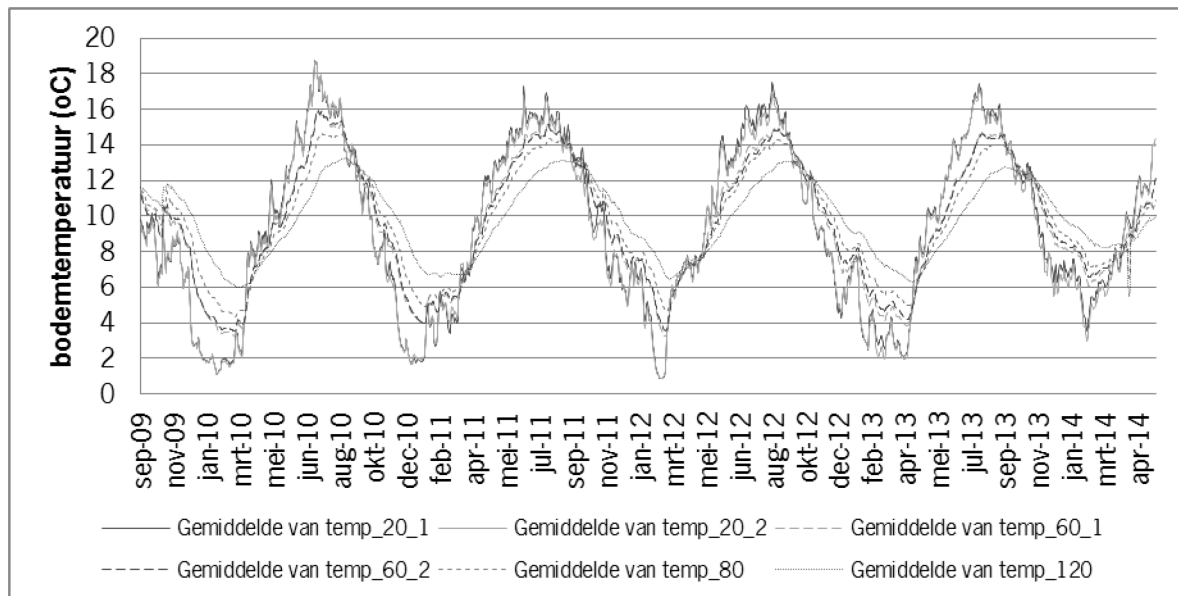
Figuur 7 Maaiveldhoogten (cm -NAP) van de veenterpen (ruit) en hun omgeving (vierkant) uitgezet op de x-coördinaat van het RD-stelsel.

In Figuur 7 zijn de maaiveldhoogten van de veenterpen bij de peilbuis uitgezet langs de x-coördinaat van het RD-stelsel. In het oosten van het gebied (rechts in grafiek) is het maaiveld hoger. De trendlijn van de hoogten in de omgeving van de veenterpen geeft dat ook aan. Er is geen trend dat de veenterpen in het oosten systematisch ook hoger liggen dan in het westen. De hoogte van de veenterpen wordt dus niet bepaald door de hoogte van de omgeving t.o.v. NAP. Dat betekent dat bij gelijkmatig stijgende grondwaterstanden t.o.v. NAP de veenterpen in min of meer gelijke mate vernatten. In paragraaf 3.2 schreven we dat de grondwaterstanden van de veenterpen in het oosten t.o.v. NAP wat ondieper zijn. Deze veenterpen hadden eerder dus ook al hogere grondwaterstanden (t.o.v. NAP).

De veenterpen RAAP19 en RAAP24 zijn in 2012 opgehoogd, waardoor ze veel hoger liggen dan de andere veenterpen. De hoogten van deze veenterpen zijn in de genoemde vergelijking daarom niet meegenomen.

3.4 Bodemtemperatuur

In Figuur 8 zijn de maandgemiddelde bodemtemperaturen van alle meetlocaties op verschillende diepten weergegeven. Hierin is duidelijk het jaarlijkse seizoenseffect zichtbaar. Extreme waarden zijn door de middeling niet meer zichtbaar. Nu lijkt het dat de bodemtemperatuur nooit lager dan 1°C is geweest. Maar het zijn maandgemiddelde waarden.

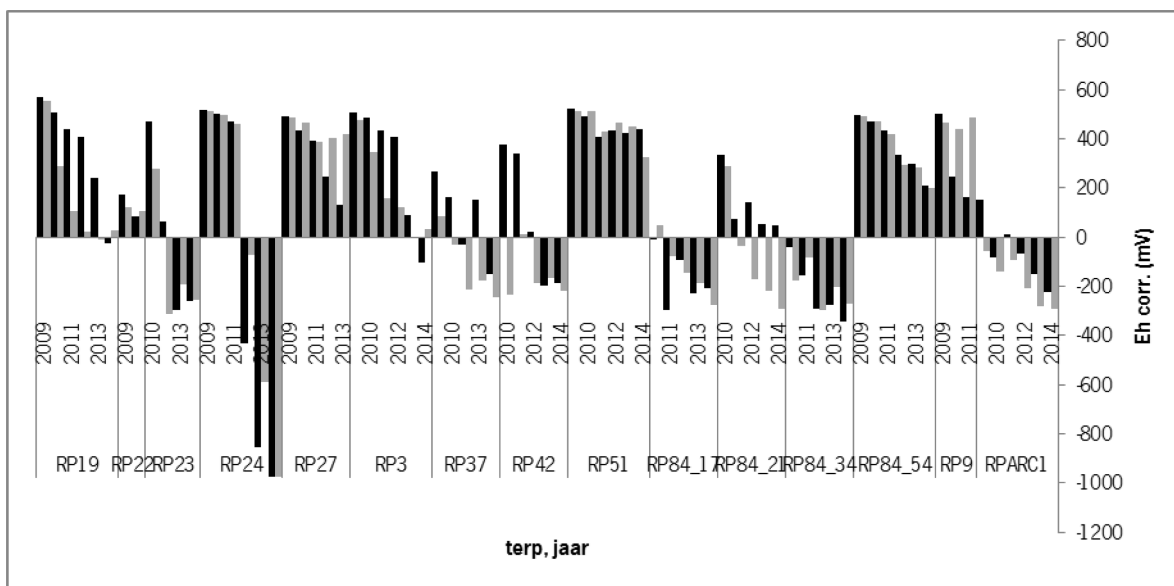


Figuur 8 Maandgemiddelde bodemtemperaturen van alle meetlocaties op verschillende meetdiepten.

3.5 Redoxpotentiaal

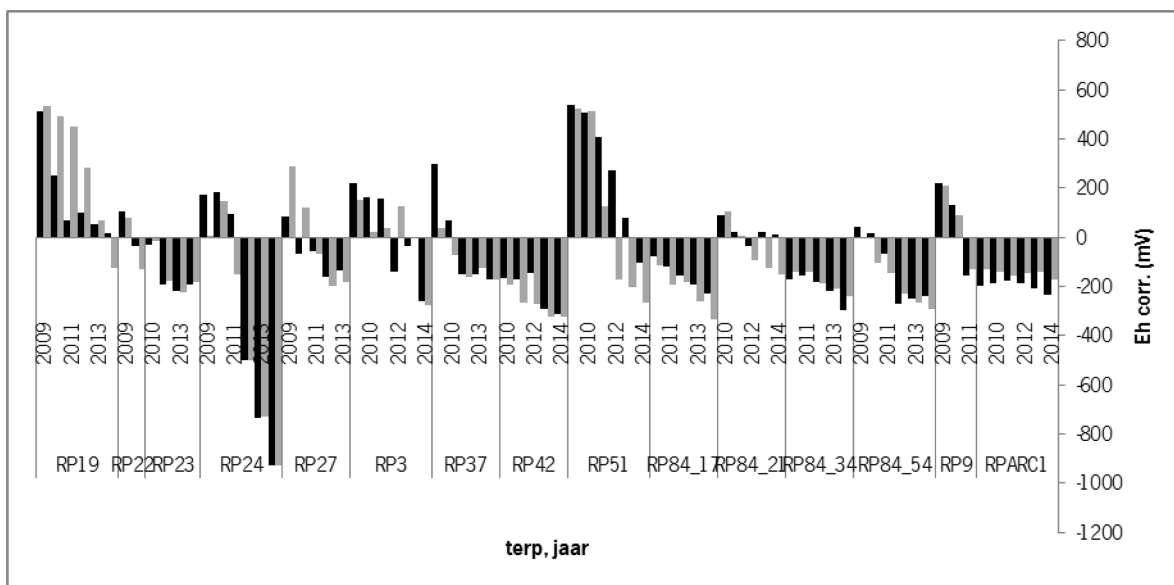
In Figuur 9, 10 en 11 zijn de jaargemiddelde redoxwaarden in de tijd in beeld gebracht van alle 13 meetlocaties. De redoxwaarden zijn lager naarmate de meetdiepte groter is. Met name de waarden van de redoxsensoren op 20 cm vertonen nogal wat veranderingen. Veenterp RAAP24 vertoont de sterkste daling. Deze terp is in 2012 ook afgedekt.

De redoxveranderingen hebben we ook vergeleken met veranderingen in grondwaterstanden en vochtgehalten, omdat daarmee het effect van meer anaerobe omstandigheden aangeduid wordt. In paragraaf 3.2 hebben we gezien dat de grondwaterstanden na 1-10-2011 nogal veranderden. De redoxpotentiaal op 20 cm diepte (Figuur 9) neemt geleidelijk aan af. De redoxpotentiaal veranderde gemiddeld van 2009-2012 naar 2012-2014 van 200 naar -100mV.

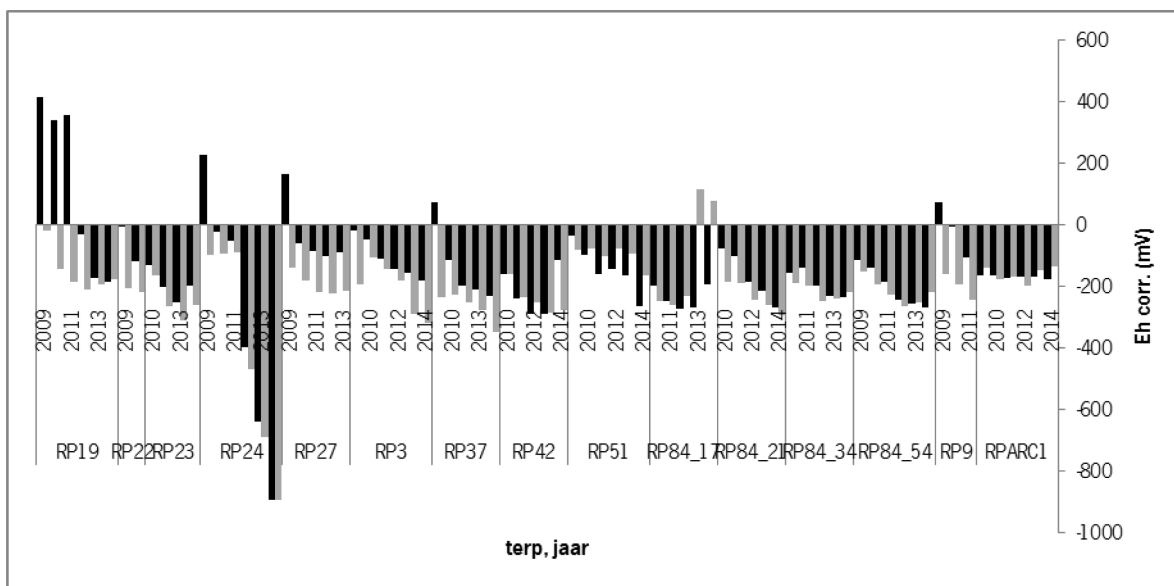


Figuur 9 Redoxpotentiaal (Eh corr.) op 20cm diepte van 2 sensoren per locatie (grijs en zwart), gemiddeld per jaar voor 15 meetlocaties. RAAP is afgekort tot RP.

De redoxwaarden zijn op grotere meetdiepten lager (Figuur 10 en 11). De redoxveranderingen in de tijd zijn ook in de ondergrond zichtbaar. Op 60, 80 en zelfs 120 cm zie je de zelfde tendens.

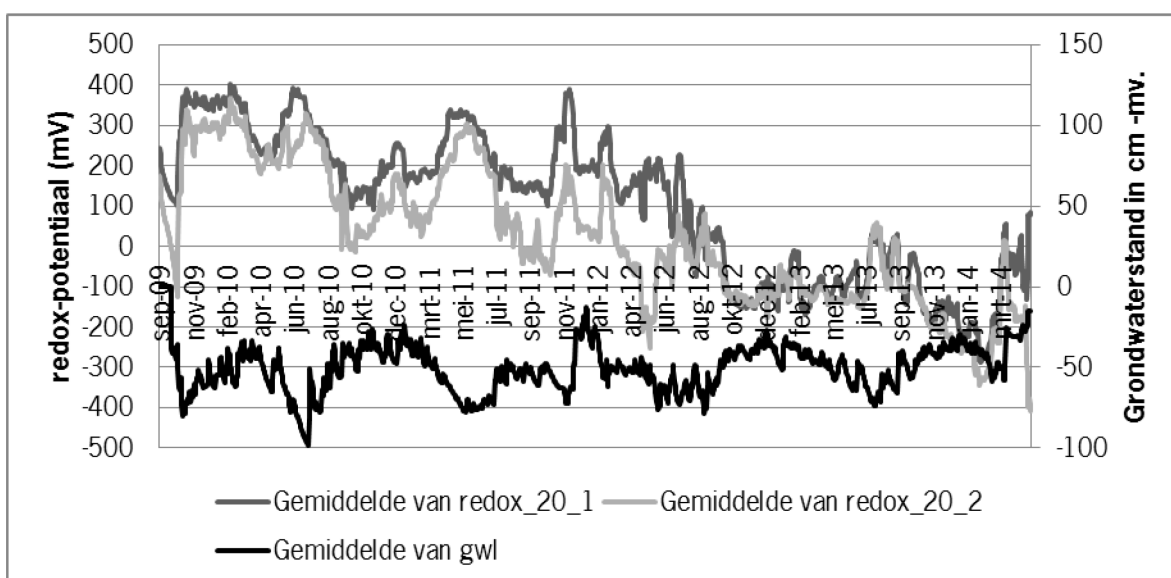


Figuur 10 Redoxpotentiaal (Eh corr.) op 60cm diepte van 2 sensoren per locatie (grijs en zwart), gemiddeld per jaar voor 15 meetlocaties. RAAP is afgekort tot RP.



Figuur 11 Redoxpotentiaal (Eh corr.) op 80 (zwart) en 120cm (grijs), gemiddeld per jaar voor 15 meetlocaties. RAAP is afgekort tot RP.

De redoxveranderingen hebben we ook vergeleken met veranderingen in grondwaterstanden en vochtgehalten, omdat daarmee het effect van minder aerobe omstandigheden aangeduid wordt. In paragraaf 3.2 hebben we gezien dat de grondwaterstanden na 1-10-2011 nogal veranderden. De redoxpotentiaal op 20 cm diepte (Figuur 9 en 12) neemt geleidelijk aan af. De redox potentiaal veranderde gemiddeld van 2009-2012 naar 2012-2014 van 200 naar -100mV. Een verband met de grondwaterstand of vochtgehalte ligt voor de hand. Daardoor zou duidelijk worden of grondwater (bodemvocht) een belangrijk effect op de redoxpotentiaal en dus op de conservering van de veenterpen heeft. In Figuur 12 zijn de maandgemiddelde grondwaterstanden en redoxpotentiaal op 20 cm diepte van alle meetlocaties in grafiek weergegeven. In de grondwaterstanden zijn de winter- en zomerseizoenen terug te herkennen. Na 2012 zijn de pieken en dalen wat kleiner. Aangezien de neerslag in de jaren na de ingreep niet veel afweek van die ervoor (paragraaf 3.8) kunnen we ervan uit gaan dat de ondiepere grondwaterstanden door de ingreep veroorzaakt zijn. Van de redoxpotentiaal is de dalende trend duidelijk zichtbaar. De min of meer permanent nattere omstandigheden lijken een belangrijke invloed op de verandering van de redoxpotentiaal te hebben.



Figuur 12 Maandgemiddelde grondwaterstanden en redoxpotentiaal op 20 cm diepte van alle meetlocaties.

We hebben voor enkele locaties daarom een lineaire regressieanalyse uitgevoerd in Excel van daggemiddelde waarden van redox potentiaal en vochtfractie op 20 cm en grondwaterstand gedurende de hele meetperiode.

Tabel 3

Overzicht van de resultaten van een regressie-analyse tussen grondwaterstand en redoxpotentiaal op 20 cm diepte van alle meetlocaties. De meetwaarden zijn op dagbasis gemiddeld.

Terpnaam	R ² adjusted		X-variabele		Intercept	
	sensor 20_1	sensor 20_2	sensor 20_1	sensor 20_2	sensor 20_1	sensor 20_2
RAAP19	0.34	0.26	2.3	2.2	658	375
RAAP22						
RAAP23	0.62	0.71	-10.7	-10.1	-270	-380
RAAP24	0.54	0.53	12.1	11.4	909	864
RAAP27	0.15	0.08	-2.7	0.6	203	438
RAAP3	0.26	0.06	-6.9	-3.0	44	97
RAAP37	0.26	0.14	-8.8	-3.9	-163	-255
RAAP42	0.34	0.38	-10.1	-7.0	-249	-326
RAAP51	0.14	0.13	-1.1	-1.4	385	387
RAAP84_17	0.45	0.58	-9.6	-12.4	-364	-410
RAAP84_21	0.52	0.49	-7.7	-9.1	-109	-357
RAAP84_34	0.45	0.27	-5.7	-4.7	-344	-307
RAAP84_54	0.32	0.35	-3.5	-4.2	188	132
RAAP9						
RAAPARC1	0.00	0.02	0.6	1.1	-82	-170

Het onderzochte verband tussen gemeten grondwaterstanden en de redoxpotentiaal is niet altijd duidelijk. Een uitgevoerde lineaire regressieanalyse in Excel (Tabel 3) laat zien dat op een aantal meetlocaties de R^2 adjusted > 0,5 is, maar er zijn ook veel locaties waar van een verband nauwelijks sprake is. In de meeste gevallen is er een negatief verband tussen grondwaterstand en redoxpotentiaal. Dit lijkt het meest aannemelijke verband daar bij stijgende de grondwaterstanden het luchtgehalte (en dus ook zuurstofgehalte) in de bodem vermindert en de redoxpotentiaal bij gevolg zal afnemen. Op de veenterpen 19 en 24 zijn de relaties positief (X-variabele >0). Dat wil zeggen dat als de grondwaterstanden stijgen de redox potentiaal ook toeneemt. Toevallig zijn op deze locaties de veenterpen opgehoogd. Berekeningen met een correctie voor de grondwaterstand t.o.v. de redox-sensor (die daar onder een afdekzeil met 0,5m grond zit) en opknippen van de dataset in twee perioden voor en na afdekking, bleken geen ander beeld te geven. Wel is de correlatie dan veel minder duidelijk geworden. Op veenterp RAAP19 daalt de redoxpotentiaal geleidelijk, terwijl ze op RAAP24 abrupt na de afdekking daalt. Deels kan het onverwachte verband ook te maken hebben met de plek waar de referentie-electrode zit. Die zijn voor RAAP19 en RAAP24 op 22 april resp. 27 februari 2013 pas vervangen door een nieuwe referentie-electrode die boven in de afdeklaag is aangebracht. Deze vervanging is niet duidelijk zichtbaar in de metingen.

De verschillen in het verband van de redoxpotentiaal met de grondwaterstand tussen de meetlocaties zijn groot. Er spelen ook andere zaken dan relatief meer anaerobe omstandigheden een belangrijke rol bij de waar te nemen redoxpotentiaal. De bodemtemperatuur speelt ook een belangrijke rol bij de jaarlijkse veranderingen in de redoxpotentiaal. De Eh-waarden zijn wel gecorrigeerd voor bodemtemperatuur.

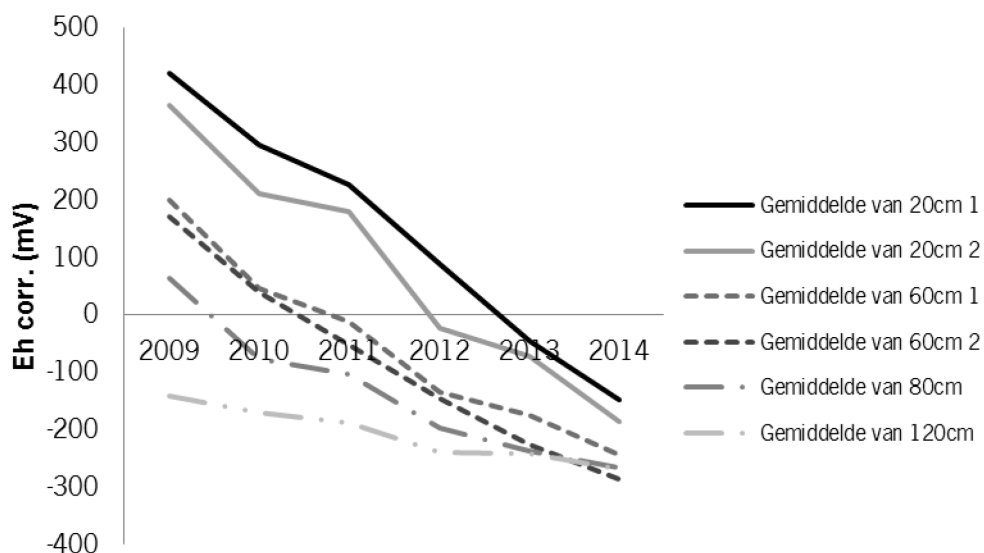
Veranderd landgebruik zal ook voor verandering in de toevoer van voedingsstoffen voor de planten zorgen. Geleidelijk aan zullen daardoor voorraden en vormen van chemische stoffen in de bodem veranderen die onder minder aerobe omstandigheden als oxidator of reductor optreden. Voor het monitoren van het fysisch-chemisch gedrag van de veenterpen wordt aanbevolen om de redox- en grondwaterstandsmetingen nog enkele jaren te verlengen. Hierdoor kan het inzicht in het effect op de

redoxpotentiaal en dus op de conservering van de veenterpen worden vergroot. Dit is vooral van belang als we effecten van de vegetatie-ontwikkeling willen volgen.

Het is nu niet helemaal duidelijk waardoor de redoxpotentiaal gedaald is en hoe lang dat nog zal doorgaan. Deze metingen zouden daarom moeten worden aangevuld met gerichte bemonstering van de bodemvocht-samenstelling in de bovengrond. Hierdoor ontstaat meer inzicht in de aard, toestand en omvang van bodemchemische afbraakprocessen die een rol spelen bij de conservering van archeologica in de veenterpen.

Lineaire regressie is voor variabelen die regelmatig in de tijd zijn gemeten een minder geschikte methode om verbanden te onderzoeken, omdat de waarden in de tijd gecorreleerd zijn. Daarom zou eigenlijk een tijdreeksmodel moeten worden gebruikt, wat in feite een regressiemodel is dat temporele autocorrelatie verdisconteert. De grondwaterstanden schommelen ook door seizoeneffecten als gevolg van neerslag en verdamping. De redoxmetingen doen dat ook. Een tijdreeksmodel kan deze meteorologische effecten afzonderen van het effect van de ingreep in de waterhuishouding.

De redox-waarden nemen met de diepte meestal af, maar er is ook een duidelijk verschil tussen de veenterpen zichtbaar. Zo zijn de redoxwaarden van veenterp RAAP19 en RAAP51 op 60cm diepte duidelijk hoger dan die van de andere veenterpen (Figuur 10). Dit zijn ook de wat hoger gelegen veenterpen.



Figuur 13 Verloop van gemiddelde redoxpotentiaal per jaar op verschillende diepten en gemiddeld voor 15 meetlocaties.

De redoxpotentiaal is gedurende de onderzoeksperiode op alle diepten sterk afgenomen (Figuur 13). Na de zomer van 2011 zijn de grondwaterstanden aanzienlijk gestegen. Het effect hiervan zal zeker een rol gespeeld hebben, maar is niet zo sterk zichtbaar als verwacht. Er is meer sprake van een bijna lineaire afname. Andere oorzaken zouden meer te maken kunnen hebben met veranderend landgebruik. De percelen worden nauwelijks gemaaid of geweid en niet meer bemest.

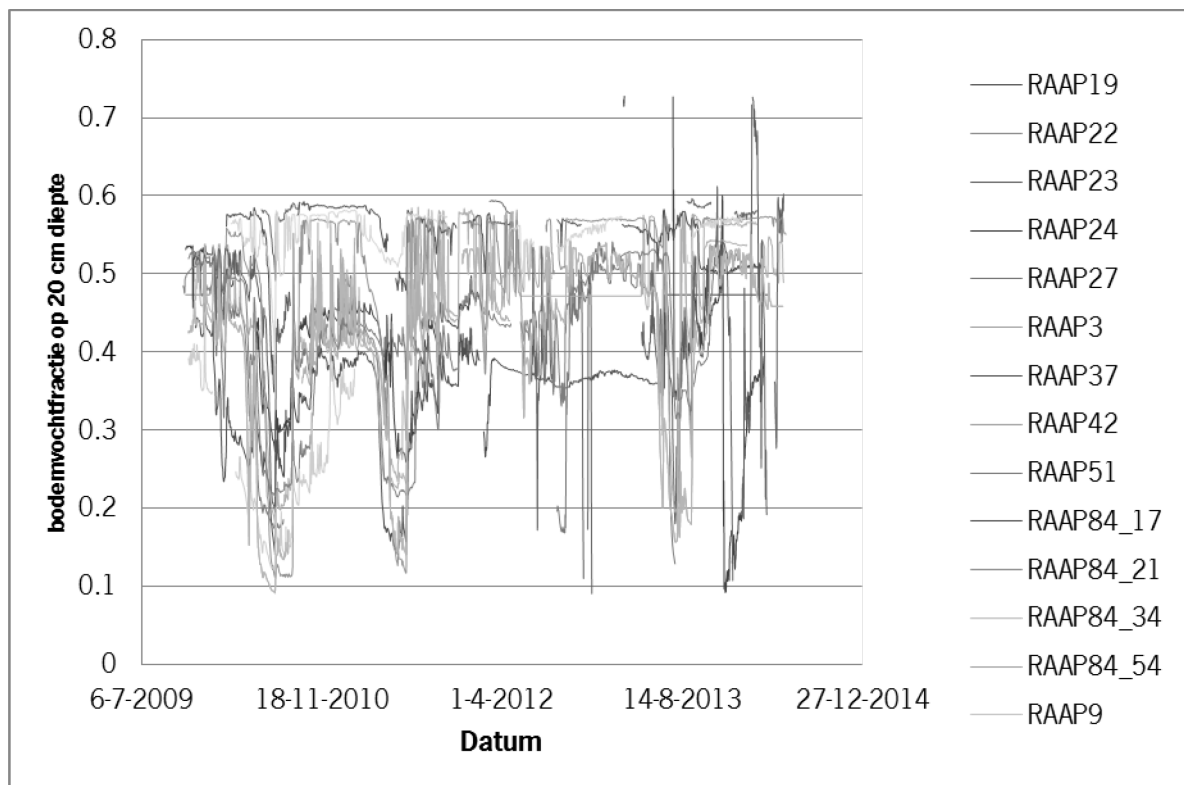
3.6 Bodemvocht

De bodemfractie vocht op 20 cm vertoont de meeste fluctuatie. De bodemfractie vocht op 20 cm diepte wordt in de zomer meestal kleiner (Figuur 14). Sommige veenterpen drogen harder uit dan andere. Op een aantal veenterpen worden de vochtfracties in de zomer lager dan 0,2. Voor moerige gronden is dit erg droog. De vochtgehalten op 20 cm schommelen sterk onder invloed van het weer, maar ook door de veranderende grondwaterstand.

De metingen van de bodemfractie vocht zijn gekalibreerd voor een standaard *mineral soil* (DECAGON). In de grafiek is te zien dat de metingen aan de bovenkant afgeplat zijn door een maximum bereikbaar vochtfractie van ongeveer 0,58. In moerige gronden kunnen wel hogere vochtfracties voorkomen. Waarden in de grafiek die hoger zijn dan 0,58 duiden dan op afwijkende spanningsmetingen. Dit is vooral na 2012 het geval.

De bodemvochtmetingen geven met name goed inzicht in het vochtgehalte van de ondiepe bodem (20cm). Deze metingen zouden gekalibreerd moeten worden met gravitatie-vochtmetingen. Op groter diepte is de werking van deze vochtsensoren onvoldoende.

Op groter diepten zijn de vochtgehalten logischerwijs altijd hoger. Veel sensoren zitten bijna permanent in het grondwater. De EC-5 sensor is daar blijkbaar gevoelig voor, want veel sensoren zijn gedurende het onderzoek uitgevallen. Ze zijn helaas zodanig geplaatst dat ze niet makkelijk te vervangen zijn. Daarvoor zou de bodem opnieuw verstoord moeten worden.



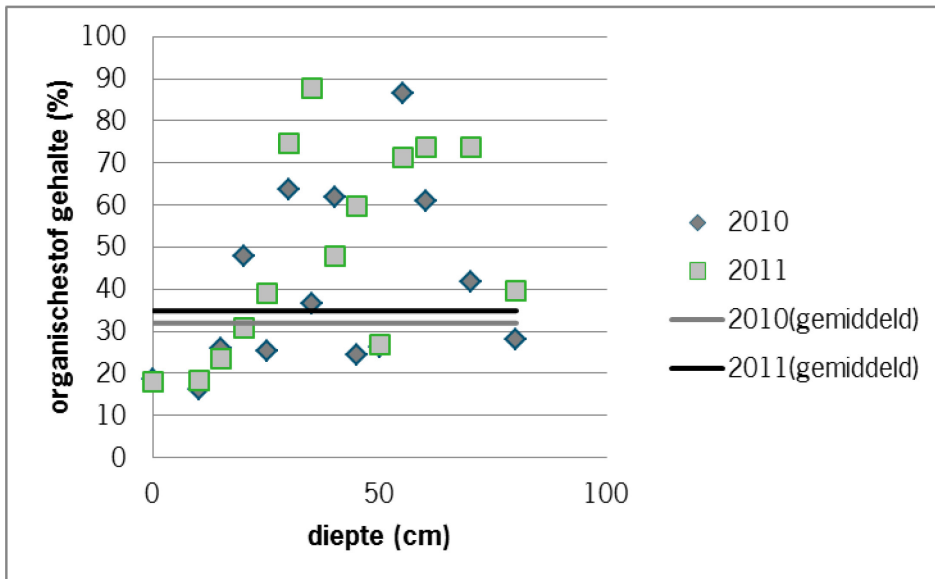
Figuur 14 Fractie vocht in de bodem op 20 cm diepte van de veenterpen gedurende de meetperiode.

3.7 Bodem

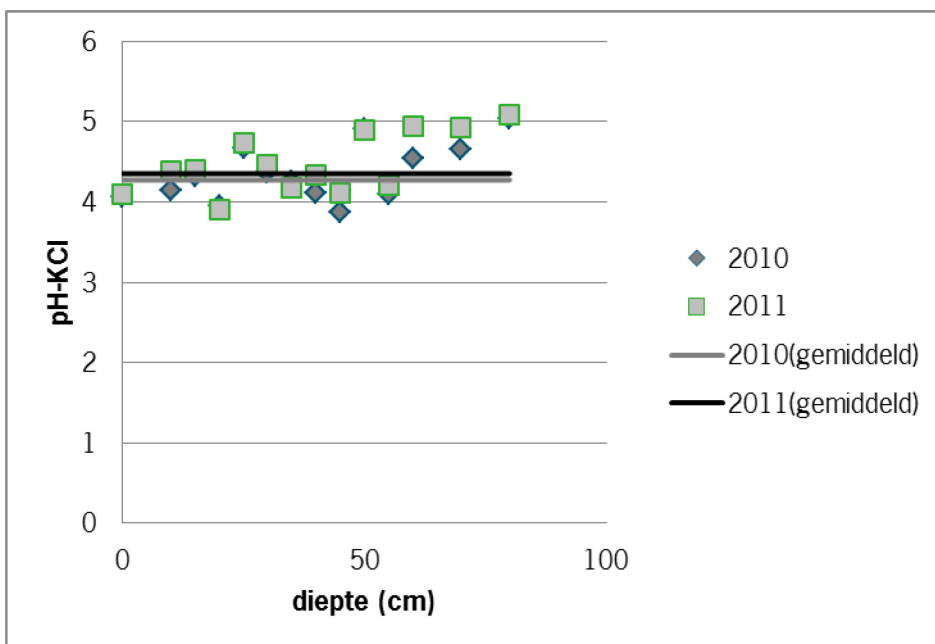
In het voorjaar van 2010 en 2011 zijn op de veenterpen gutsboringen verricht en grondmonsters verzameld voor chemische analyse. De monsters zijn op exact dezelfde diepten genomen. De locaties waren niet exact gelijk.

De grondanalyses geven aan dat het organische stofgehalte in 2011 wat hoger is dan 2010 (Figuur 15) en de pH-KCl vrijwel onveranderd is (Figuur 16). Het organische stofgehalte varieert sterk in de ruimte (met name de diepte) en daarom is het lastig om een goede vergelijking tussen de twee jaren te maken. De pH-KCl en het organische stofgehalte zijn gebruikt om gemeten redox potentiaal te corrigeren (pH-KCl) en om de gemeten fracties bodemvocht te verifiëren. Bij hoge organische stofgehalten neemt de verzadigde vochtfractie in de bodem vaak ook toe.

Aangezien de pH weinig veranderd was en het organische stofgehalte heel erg afhankelijk van de bemonsterlocatie zijn daarna geen nieuwe metingen verricht.



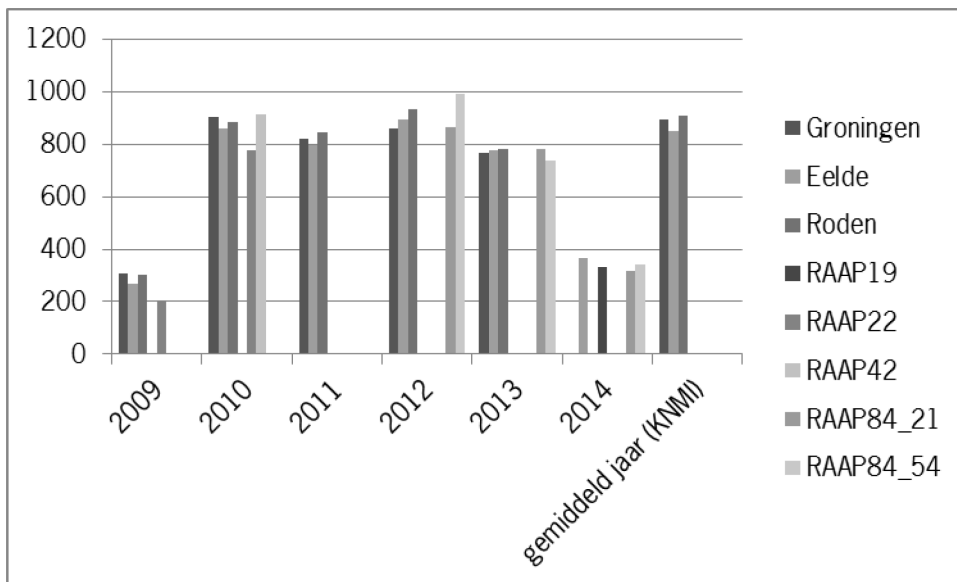
Figuur 15 Het organische stofgehalte afhankelijk van de diepte en gemiddeld in twee meetjaren.



Figuur 16 De pH-KCl afhankelijk van de diepte en gemiddeld in twee meetjaren.

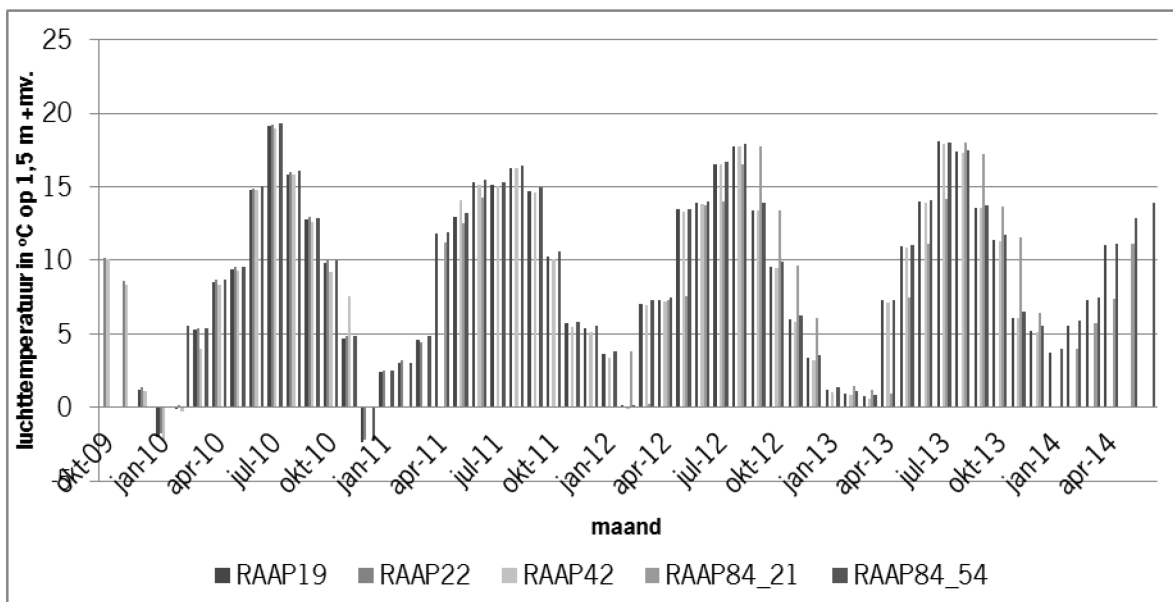
3.8 Meteo

De meteometingen op de meetpaal bestonden uit relatieve vochtigheid, luchttemperatuur op 1,5 m + mv. Daarnaast stond een aparte neerslagmeter op 40 cm + mv op enkele meters afstand opgesteld.



Figuur 17 Neerslag in mm per jaar op de vijf meteo-lokaties en de drie KNMI -weerstations (KNMI, 2014).

De neerslagmetingen van de vijf meteo-locaties zijn onderling redelijk goed vergelijkbaar (Figuur 17). Er zijn gedurende de meetperiode wel eens verstoppingen geweest in de neerslagmeter, waardoor de neerslagmetingen afwaken van de overige locaties. Dat is de reden dat we neerslagegevens van het KNMI uit de regio gebruikt hebben om de neerslagmetingen te verifiëren. De neerslag in de weerjaren 2010 en 2012 was gemiddeld. 2011 en 2013 waren wat droger (resp. 7 en 12%). Extreme weerjaren wat betreft neerslag zijn er dus niet geweest. De hoeveelheid neerslag voor en na de ingreep in het grondwaterpeil van 2012 verschilde daardoor ook weinig. Omdat 2013 zelfs wat droger was, heeft het weer zeker niet bijgedragen aan de nattere omstandigheden bij de veenterpen. Dat betekent dat we grondwaterstandsverandering vooral aan de ingreep kunnen toeschrijven.

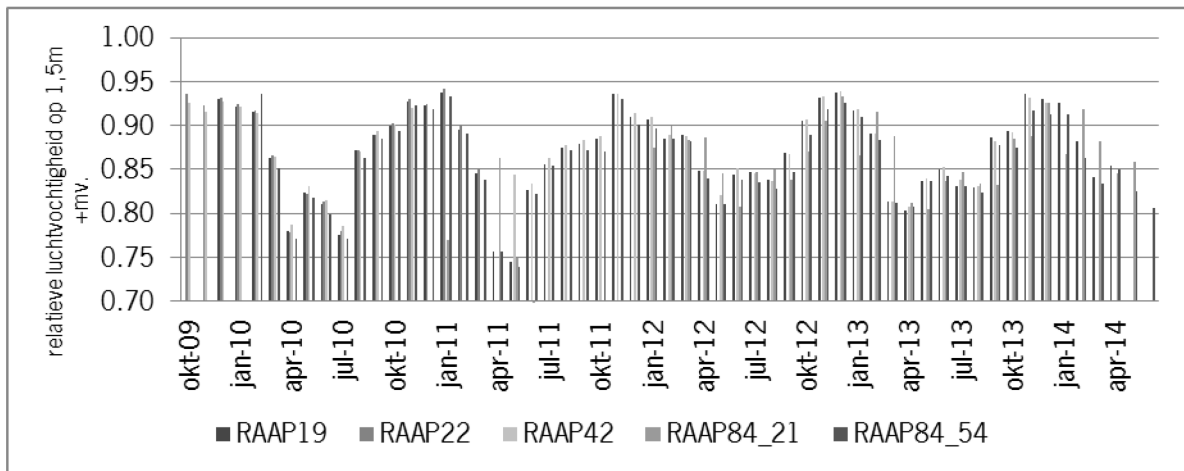


Figuur 18 Gemiddelde maandtemperaturen op de vijf meteo-lokaties.

De jaarlijks fluctuerende gemiddelde maandtemperaturen per jaar komen goed naar voren in de grafiek met de luchttemperatuur op 5 locaties (Figuur 18). Er zijn geen grote verschillen. De

gemiddelde temperatuur was in 2010 en 2013 wat lager dan de andere jaren. In 2010 was met name de maand juli wel warmer.

De relatieve vochtigheid is in Figuur 19 weergegeven. De verschillen tussen de locaties zijn gering. De jaarlijkse fluctuatie is met de vochtiger lucht in de winterperiode goed zichtbaar.



Figuur 19 Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid per maand van de vijf meteo-locaties.

De meteometingen kunnen goed vervangen worden door KNMI-data. De drie weerstations Groningen, Eelde en Roden geven al een goed inzicht in de neerslag, temperatuur en relatieve vochtigheid. Neerslag kan op korte afstand sterk variëren, maar de neerslagmeter op de veenterpen vergt regelmatig onderhoud (schoonhouden).

3.9 Website

In 2010 is de website www.veenterpen.nl tot stand gekomen. Hierop bevinden zich webpagina's met algemene informatie over de veenterpen, beschrijvingen van de bodem en archeologische lagen, vondsten, en informatie over hydrologische, bodemchemische en vegetatiekundige eigenschappen van de 15 veenterpen die intensief zijn gemonitord.

3.10 Logboek

In 2009 zijn de meeste meetlocaties op de veenterpen geïnstalleerd. De veenterpen 84-17, 84-21 en 84_34 waren pas later bekend. Die zijn in het vroege voorjaar ingericht. In het begin bleek al snel dat de meetpalen geschikte uitzichtspunten voor roofvogels zijn. De uitwerpselen en etensresten kwamen op de dataloggers terecht. Om dit probleem op te lossen zijn beschermende houten kapjes geplaatst. De hypnos dataloggers zijn later ook een kwart slag gedraaid, zodat het drukventiel en de bedrading voortaan aan de onderkant binnenkwam. De plek waar de sd-kaart kan worden verwisseld en de aan-uitknoppen kwamen daardoor aan de praktischer zijkant te zitten. De magneet die nodig is om contact met de logger te verkrijgen, blijft goed aan de kast 'hangen'.

Technische storingen zijn beperkt gebleven, mits tijdig batterijen werden vervangen. We hebben geen hoge waterstanden in het bereik van de dataloggers gehad, die schade hebben veroorzaakt. Wat wel opviel is dat de EC5 sensoren van vochtgehalte onder verzadigde omstandigheden afwijkende meetwaarden (buiten het standaard bereik) maten. Hierdoor zijn veel metingen van diepere vochtsensoren onbruikbaar.

Een aantal keren zijn batterijen te laat vervangen waardoor data niet zijn geregistreerd. De meetkasten waarin de Hypnos loggers zijn bevestigd, zijn niet voldoende waterdicht. De druksensor die bij oververzadiging met waterdamp (bij afkoeling) overtollig vocht moet laten ontsnappen, werkt onvoldoende. De rubber afdichtingen van de deksel zijn in 2012 vervangen en in 2014 zijn de rubberafdichtingen op de plek van de sd-kaarhouder vervangen.

De referentie-electroden behorend bij de Hypnos loggers zijn in 2011 en begin 2012 allemaal opnieuw gevuld met 3M KCl. Omdat mogelijk de kwaliteit van de electrode toch terugloopt zijn in 2012 en 2013 de referentie-electroden vervangen. Op veenterp RAAP19 en RAAP24 zijn de nieuwe referentie-electroden in het ophoogmateriaal gestopt. In 2012 en 2014 zijn ook enkele redoxsensoren vervangen, omdat ze beschadigd zijn door maaien of knaagdieren.

De Odyssey- loggers dienen ook minstens regelmatig nieuwe batterijen te krijgen. In 2012 zijn de batterijen te laat vervangen, waardoor een periode geen metingen zijn gedaan.

De calibratie van de grondwaterstandregistratie met de Odyssey-loggers is vooraf uitgevoerd op het lab met een proefopstelling. In het veld worden steeds handmetingen verricht, waarmee calibraties steeds opnieuw zijn uitgevoerd.

In Tabel 4 staan alle veenterpen met de nummering van de verschillende loggers per 21-7-2011.

Tabel 4

De locaties van de meetinstallaties op de veenterpen met de nummering van de dataloggers en de meetdiepten.

NAAM	X	Y	odyssey	EM	EM	HypnosIII	vocht				verwijderd	
				vocht	meteo		redox	Diepten (cm-mv.)				
RAAP19	228815	577689	43104	9121	9109	036	20	40	60	80	150	
RAAP22	228710	578647	43107	9125	9112	025	20	40	60	80	130	15-4-2011
RAAP23	228630	578698	43106	9117		031 ¹	20	40	60	80	110	
RAAP24	228528	579026	43114	9119		029	20	40	60	80	120	
RAAP27	228972	579029	43101	9114		030	20	40	60	80	110	
RAAP3	228513	577563	43105	9118		027	20	40	60	80	120	
RAAP37	228686	577564	43113	9124		035 ²	20	40	60	80	100	
RAAP42	227912	579235	43100	9115	9123	024	20	40	60	80	120	
RAAP51	227662	579194	43108	9122		023	20	40	60	80	120	
RAAP84-54	229616	576535	43111	9116	9110	032	20	40	60	80	140	
RAAP9	228979	578324	43109	9113		033	20	40	60	80	150	24-3-2011
RAAPARC1	228247	577942	43102	9120		034	20	40	60	80	100	
RAAP84_17	230094	577323	43112	9126		037	20	40	60	80		
RAAP84_34	230343	576742	43110	9111		002	20	40	60	80	120	
RAAP84_21	230435	577363	43103	9127		026	20	40	60	80	120	

¹ In 2011 vervangen door 033 (van RAAP9). ² In 2012 vervangen door 025 (van RAAP22).

3.11 Ontwikkelingen veenterpen

Metingen van de redoxpotentiaal, vochtparameters op verschillende diepten alsmede de bodemanalyses geven inzicht in de actuele abiotische omstandigheden waarin de veenterpen op dit moment verkeren. Dit vormt een goed uitgangspunt voor mogelijke veranderingen die zullen ontstaan wanneer de waterstanden stijgen. Dit geldt ook voor de vegetatieopnamen.

Aandachtspunten zijn geweest:

- De invloed op de conservering en interpretatie van onderzoeksresultaten van archeologische onderzoeken van de veenterpen (proefkuilen en -sleuven) door ARCADIS;
- Het afgraven van de veenterpen RAAP9 en RAAP22 en daarom verwijderen van de meetapparatuur aldaar (2011);
- Afstemming met de folieafdekking van de veenterpen 19 en 24 in 2012.
- De bereikbaarheid van de meetlocaties is in de laatste jaren sterk verminderd. Enkele veenterpen zijn nog slechts per boot te bereiken;
- In 2014 is voor het eerst grotere schade ontstaan aan bekabeling door knaagdieren (RAAP42 en RAAP51). Daarvoor zijn wel eens sensoren beschadigd door maaien of graafwerkzaamheden. De bekabeling is hersteld.

4 Conclusies en aanbevelingen

De herinrichting heeft invloed op het behoud in situ van de veenterpen in het plangebied. De grondwaterstanden zijn gemiddeld 18 cm gestegen sinds het waterbergingsgebied in 2012 in werking is genomen en ze fluctueren gedurende het jaar veel minder. Er heerst een hoger peil. Zowel op de hogere als de lagere veenterpen zijn de grondwaterstanden ondieper geworden.

De redoxpotentiaal op 20 cm diepte als maat voor de oxidatie van organisch en anorganisch materiaal, neemt af. Hierdoor remt ook de afbraak van archeologica. Vermoedelijke oorzaken zijn naast de stijgende grondwaterstand het veranderd landgebruik.

Voor het monitoren van het fysisch-chemisch gedrag van de veenterpen wordt aanbevolen om de redox- en grondwaterstandsmetingen te verlengen. Hierdoor ontstaat een nog beter inzicht in de veranderde conservering van de veenterpen. De metingen zouden kunnen worden aangevuld met gerichte bemonstering van de bodemvocht-samenstelling in de bovengrond. Hierdoor ontstaat meer inzicht in de soort en omvang van bodemchemische afbraakprocessen die een rol spelen bij de conservering van archeologica. Dan wordt ook duidelijker hoe de vegetatie-ontwikkeling hierop van invloed is.

Tijdreeksanalyse kan meer inzicht verschaffen in het effect van grondwaterdiepte en landgebruiksverandering op de conservering van veenterpen, omdat er in tegenstelling tot de in dit rapport, op eigen initiatief gebruikte, eenvoudiger lineaire regressie, er rekening mee wordt gehouden dat de metingen in de tijd met elkaar gecorreleerd zijn.

De bodemvochtmetingen geven vooral goed inzicht in het vochtgehalte van de ondiepe bodem (20cm) Deze metingen zouden gekalibreerd moeten worden met gravitatie-vochtmetingen. Op grotere diepte is de werking van deze vochtsensoren onvoldoende. De meteometingen kunnen goed vervangen worden door KNMI-data.

Het specifieke vegetatiebeheer (begrazing of maaien en afvoeren) blijft achter of is zelfs gestopt. Dominantie van enkele ruige soorten waaronder rietgras is op een aantal terpen duidelijk waarneembaar. Voor het natuurbeheer wordt daarom aanbevolen een vorm van graslandbeheer te hervatten/introduceren, waardoor minder ruige soorten weer verdwijnen en daarmee ook voor een deel de dieper wortelende soorten.

Het blijft belangrijk voor de ontwikkeling van de conservering van de veenterpen om de vegetatieveranderingen nog enkele jaren te monitoren. Voor een vervolg van de vegetatiemonitoring liggen er twee mogelijke meetmethodes voor de hand, monitoring door middel van reguliere vegetatiekarteringen of gerichte terpmonitoring.

Gedurende de monitoringperiode van vijf jaar zijn al keuzes gemaakt voor beheer van het gebied en beperkte afdekking van veenterpen. Conclusies en aanbevelingen uit dit monitoringonderzoek konden daarin nog niet worden meegenomen. Bij een herijking van de genomen stappen verdient het aanbeveling hier alsnog rekening mee te houden.

Literatuur

Vorenhout, M. 2008. Veenterpen Matsloot-Roderwolde én Peizer en Eeldermeden: beperkte nulmeting en advies voor monitoring, IGBA, Amsterdam.

Schepers, M. 2008. Een archeologische inventarisatie van de staat van veenterpen in de polders Matsloot-Roderwolde én de Peizer en Eeldermeden, gemeente Noordenveld (Dr.), ARC publicaties 196, Groningen.

KNMI, 2014. Weersgegevens van het KNMI van website: <http://www.knmi.nl/klimatologie/monv/>

Bijlage 1 Waargenomen plantensoorten

Waargenomen soorten met worteldiepte van 50 centimeter of dieper. Waarbij de soorten in de grijs gevulde cellen bij uitzondering dieper wortelen dan 50 centimeter. En de soorten in de witte cellen gemiddeld genomen dieper wortelen dan 50 centimeter.

Problematische soorten.

VALID_NR	SPECIESNAME	Worteldiepte 1	Hogere planten- code_Codenaam	Worteldiepte 2	Hogere planten- code_1_Codenaam	aangepast
18	Agrostis stolonifera	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
66	Anthoxanthum odoratum	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
546	Galium aparine	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
631	Holcus lanatus	1	Max. worteld. tot 10 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
632	Holcus mollis	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
1093	Rumex acetosa	1	Max. worteld. tot 10 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
1306	Trifolium repens	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
1321	Urtica dioica	1	Max. worteld. tot 10 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
1369	Vicia cracca	1	Max. worteld. tot 10 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
70	Anthriscus sylvestris	2	Max. worteld. tot 20 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
335	Cirsium palustre	2	Max. worteld. tot 20 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
520	Festuca rubra	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
533	Fumaria officinalis	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
543	Galeopsis tetrahit	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
679	Juncus conglomeratus	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
756	Lolium perenne	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
784	Lysimachia vulgaris	2	Max. worteld. tot 20 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
2385	Phleum pratense	2	Max. worteld. tot 20 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
946	Plantago lanceolata	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
968	Polygonum aviculare	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
1040	Ranunculus acris	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
1056	Ranunculus repens	2	Max. worteld. tot 20 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
1275	Thalictrum flavum	2	Max. worteld. tot 20 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
40	Alopecurus geniculatus	3	Max. worteld. tot 50 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
2337	Bromus hordeaceus	3	Max. worteld. tot 50 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
259	Carex riparia	3	Max. worteld. tot 50 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
390	Dactylis glomerata	3	Max. worteld. tot 50 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
446	Elytrigia repens	3	Max. worteld. tot 50 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
451	Epilobium hirsutum	3	Max. worteld. tot 50 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
519	Festuca pratensis	3	Max. worteld. tot 50 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
665	Iris pseudacorus	3	Max. worteld. tot 50 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
967	Persicaria amphibia	3	Max. worteld. tot 50 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
977	Persicaria maculosa	3	Max. worteld. tot 50 cm	3	Max. worteld. tot 50 cm	
6498	Sonchus species	3		4		x cf eco flora brittain
42	Alopecurus	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	

VALID_NR	SPECIESNAME	Worteldiepte 1	Hogere planten- code_Codenaam	Worteldiepte 2	Hogere planten- code_1_Codenaam	aangepast
	pratensis					
188	Calystegia sepium	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
225	Carex disticha	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
306	Chenopodium album	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
463	Equisetum fluviatile	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
466	Equisetum palustre	4	Max. worteld. tot 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
514	Festuca arundinacea	4	Max. worteld. tot 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
526	Filipendula ulmaria	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
584	Glyceria fluitans	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
585	Glyceria maxima	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
680	Juncus effusus	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
780	Lycopus europaeus	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
972	Persicaria hydropiper	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
933	Phragmites australis	4	Max. worteld. tot 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
958	Poa pratensis	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
1099	Rumex hydrolapathum	4	Max. worteld. tot 100 cm	4	Max. worteld. tot 100 cm	
1101	Rumex obtusifolius	4	Max. worteld. tot 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
331	Cirsium arvense	5	Max. worteld. > 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
336	Cirsium vulgare	5		5		x britse ecoflora cf C arvense
350	Convolvulus arvensis	5	Max. worteld. > 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
607	Heracleum sphondylium	5	Max. worteld. > 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
930	Phalaris arundinacea	5	Max. worteld. > 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
1098	Rumex crispus	5	Max. worteld. > 100 cm	5	Max. worteld. > 100 cm	
369	Crataegus monogyna	99		99		x
6192	Epilobium species	99		99		x
1642	Epilobium tetragonum	99		99		x

Bijlage 2 Bodembeschrijvingen

Veenterp								
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen	
ARC 1								
0 - 20	1A1	27			1	5	venige klei d gr, op 15 scherf	
20 - 100	1Cw	60					zwart, amorf, veraard, heterogeen, op 70 scherf	
100 - 120	2Cr	70					rietzeggeveen verslagen	
120 - 145	3Cr	75					Rietzeggeveen	
145 - 155	2Cr	60					zwart amorf veen	
155 - 165	3Ab	20		170			zwart zwak lemig dekzand	
165 - 175	3E			170			lichtgrijs	
175 - 190	3Bh			170			bruin	
190 - 200	3BC			170			Lichtbruin	

Veenterp ARC 1

Zichtbaarheid 4

+ mv: ca 15 cm

∅ : Oost-west: ca. 17 m; noord-zuid ca. 20 m

Archeologica: twee scherven in het profiel

Veenterp								
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen	
3								
0 - 45	1Ah	20	45		1		d gr, met veel verbrande leemresten	
45 - 80	2Cw	80					zwart, amorf	
80 - 100	2Cgr	90					Verweerd veenmosveen	
100 - 150	2Cr1	80					Zeggeveen	
150 - 190	2Cr2	60					Rietveen	
190 - 195	3Cr	3			1	3	Dgr kleibandje	
195 - 250	4Cr	55					Donkerbruin	
250 - 260	5Ab	10		170			Zwart	
260 - 270	5E			170			Loodgrijs	
270-300	5Bh			170			Bruin	

Veenterp 3

Zichtbaarheid 1

+ mv: ca 1,2 m

∅ : Oost-west: ca. 20 m; noord-zuid ca. 30 m

Archeologica: veel verbrande leem

Profiel geen duidelijke veenterp, wel wat materiaal opgebracht

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
9							
0 - 25	1Ah	13	48				d gr br
25 - 60	1Cg		48				Grijs, gevlekt Opgebracht met hutteleem
60 - 100	2AC	50					Verstoord veen opgebracht
100 - 200	3Cr	70					Bruin zeggeveen

Veenterp 9

Zichtbaarheid 2

+ mv: ca 60 cm

Ø : Oost-west: ca. 35 m; noord-zuid ca. 37 m

Archeologica: wat verbrande leem en baksteenpuin

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
19							
0 - 40	1AC						Bruine hutteleem
40 - 65	1Cu						Lichtbruine hutteleem
65 - 85	2Ab1	70					Zwart met bruine hutteleem
85 - 120	2Ab2	65					Zwart veraard compact
120-140	2Cgr	75					Verweerd zeggeveen
140-200	2Cr1	75					Bruin zeggeveen
200-220	2Cr2	60					Lichtbruin rietveen
220-250	3Cr1	80					Bruin zeggeveen
250-270	3Cr2	60					Lichtbruin
270-290	4Cr	50					Zwart amorf veen (met zand)
290-300	5Ab	14		160			Zwart zwak lemig matig fijn zand
300-320	5Bh			160			bruin podzol dekzand
350-360	5BC			160			lichtbruin dekzand

Veenterp 19

Zichtbaarheid 2

+ mv: ca 100 cm

Ø : Oost-west: ca. 35 m; noord-zuid ca. 25 m

Kern is duidelijk hoger. Voorkomen van veel hutteleem doet denken aan boerderijtje → huisplaats.

Archeologica: scherf kogelpot; hutteleem in molshopen

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
22							
0 - 35	1Ah	22	48		1	5	d gr, hutteleem en mortel
35 - 110	2Cw	60					zwart veraard veen
110 - 150	3Cr	70					Br zeggeveen

Veenterp 22

Zichtbaarheid 3

+ mv: ca 30 cm

∅ : Oost-west: ca. 25 m; noord-zuid ca. 30 m

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
23							
0 - 15	1A1	22	48		1	5	d gr
15 - 60	2Cw	60					zwart veraard veen met scherf
60 - 75	3Cgr	70					dbr verweerd
75 - 120	3Cr1	70					zeggeveen
120-150	3Cr2	60					Zeggerietveen met slib

Veenterp 23

Zichtbaarheid 3

+ mv: ca 20 cm

∅ : Oost-west: ca. 10 m; noord-zuid ca. 30 m

Sloot doorsnijdt veenterp

Archeologica: scherf in profiel

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
24							
0 - 20	1A1	20	48		1	5	d gr
20 - 50	1Cg		48				gr geroerd, hk. brokjes hutteleem
50 - 130	2Cw	60					amorf, brokjes hutteleem
130 - 200	3Cr	75					zeggeveen

Veenterp 24

Zichtbaarheid 1

+ mv: ca 80 cm

∅ : Oost-west: ca. 30 m; noord-zuid ca. 40 m

Sloot doorsnijdt veenterp

Archeologica: geen

Veenterp								
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen	
27								
0 – 35	1Ah	20					d gr,	
35 – 110	2Cw	80					zwart, amorf, veraard, weinig archeologica	
110– 120	2Cr1	80					Verweerd zeggeveen	
120 – 140	2Cr2	70					rietzeggeveen	
140 – 160	2Cr3	60					rietveen	

Veenterp 27

Zichtbaarheid 3

+ mv: ca 20-30 cm

∅ : Oost-west: ca. 22 m; noord-zuid ca. 9 m

Archeologica: iets baksteen

Geen veenterp, maar waarschijnlijk huisplaats

Veenterp								
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen	
33								
0 – 30	1Cg						Lemen vloer onder zodelaag	
30 – 33	2Cg		40		1		Gr verbrand	
33 – 40	3Cw	70					Zwart veraard veen	
40 – 60	3Cw2	70					Verweerd zeggeveen	
60 – 90	3Cr	60					Rietveen	
90 – 110	4Cr	40					Rietklei	
110 – 120	5Cr1		45		1	4	dgr	
120- 135	5Cr2		40		1	4	gr	
135 – 145	5Cr3	10		180	1		dgr	
145-165				180			gr	

Veenterp 33

Zichtbaarheid 4

+ mv: ca 20-40 cm

∅ : Oost-west: ca. 30 m; noord-zuid ca. 25 m

Archeologica: lemen vloertje? en hutteleem

Veenterp								
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
37								
	0 – 25	1Ah	23	45				d gr
	25 – 40	2Cw1	75					Zwart veraard zegge- en veenmosveen
	40 – 70	2Cw2	90					Verweerd veenmosveen
	70 – 85	2Cr1	80					Veenmos- en zeggeveen
	85 – 120	2Cr2	75					Zeggeveen
	120 – 170	2Cr3	60					Rietveen
	170 – 180	3Cr1	50					Zwart amorf veen met zand
	180- 190	4Ab			170			Zwart lemig dekzand
	190 – 210	4Bh			170			bruin
	210-250	4BC						Lichtbruin dekzand

Veenterp 37

Zichtbaarheid 5, niet of nauwelijks zichtbaar; hoogstwaarschijnlijk geen veenterp of huisplaats

+ mv: 2 - 0 cm

Ø : Oost-west: ca. 6-7 m; noord-zuid ca. 6-7 m

Archeologica: wat fijn baksteenpuin

Veenterp								
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
38								
	0 – 25	1Ah	4	45		1		d grbr, met baksteenpuin
	25 – 55	1Cg1	2	45				dgr,
	55 – 90	2Cg2	13	40				zwgr met brokken veen
	90 – 150	2Cr	13					Blgr met brokken veen
	150 – 170	3Cr	8	30		2	4	Dgrbl restgeul
	170 – 190	4Cr	70					zeggeveen

Veenterp 38

Zichtbaarheid 1

+ mv: ca 50 cm

Maakt deel uit van inversierug. Geen veenterp

Veenterp								
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
41								
	0 – 30	1Ah	8	45	180			d gr, met baksteen
	30 – 80	2Cw	70					Veraard veen

Veenterp 41

Zichtbaarheid 3

+ mv: ca 40 cm

Maakt deel uit van de inversierug, die de Matsloot doorkruist

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	opmerkingen
42							
0 - 30	1Ah	10	48				d grbr, met baksteen
35 - 50	1Cg	3	48				dgr, heterogeen, roestvlekken, verbr kl
50 - 90	2Cw	70					Verslagen zeggeveen
90 - 130	2Cr	70					Verslagen zeggeveen
130 - 200	3Cr1	70					Rietzeggeveen
200 - 220	3Cr2	50					Rietveen
220 - 235	4Cr						Zwart amorf veen
235 - 245	5Ab	6		170			Zwartgr loodzand
245 - 260	5Eb			170			Bruingrijs zwak lemig dekzand
260-280	5Bh	1		170			Dbr

Veenterp 42

Zichtbaarheid 4

+ mv: ca 40 cm

∅ : Oost-west: ca. 20 m; noord-zuid ca. 25 m

Archeologica: wat baksteen en verbr klei

Restgeulopvulling, inversierug (zie ook nr 40, 41 en 42)

Veenterp							
Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
44							
0 - 35	1Ah	4	45		1		d gr, zeer droog
35 - 55	1AC	2	45		1		zwgr, baksteenpuin, geroerd
55 - 85	1Cg		40		1		Gr met roestvlekken
85 - 130	2Cw	55					Zwart kleilig veen
130 - 140	2Cr		30		1	4	Lichtgrijs
140 - 150	3Cr1	80					Veraard
150 - 180	3Cr2	85					Donkerbruin verslagen veenmosveen
180- 200	4Cr	75					bruin zeggeveen

Veenterp 44

Zichtbaarheid 2

+ mv: ca 50 cm

∅ : Oost-west: ca. 22m; noord-zuid ca. 22m

Geen veenterp, maar inversierug

Grijsbakkend aardewerk aangetroffen, mogelijk hutteleem

Veenterp								
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
51								
	0 – 50	1Ah	3	48				d gr, met baksteenpuin, leem
	50 – 70	1Cg1		48				Gr. verbrande klei
	70 – 100	2Cg2	10	45				Gr geroerd met veenbrokken
	100 – 150	2Cr	2	45				Blgr gelaagd met humusbandjes
	150 – 220	3Cr1	75					Zeggeveen top verweerd
	220 – 280	3Cr2	70					Rietzeggeveen
	280 – 360	3Cr3	60					Rietveen op rietklei
	360- 420	4Cr1	85					Verslagen veenmoseveen
	420 - 440	4Cr2	75					Zeggeveen
	440–450	5Cr	50					Zwart amorf veen
	450-460	6Ab	13		140			zwart sterk lemig fijn dekzand
	460-470	6Bh	2		140			dbr met grindjes verspoeld

Veenterp 51

Zichtbaarheid 3

+ mv: ca 50 cm

∅ : Oost-west: ca. 28 m; noord-zuid ca. 40 m

Archeologica: baksteenpuin en wat verbrande leem

Het betreft een inversierug (Lauwersstelsel?), waardoorheen de Matsloot is gegraven (achtergrens ontginning)

Veenterp								
	Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	lutum (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
54								
	0 – 35	1Ah	15	20	180			d gr, met scherven
	35 – 55	2Cw	60					zwart, amorf, veraard, heterogeen
	55 – 65	2Cu	70					rietzeggeveen
	65 – 75	3cw	70					amorf veen
	75 – 80	4Ab	60					zwart dekzand
	80 – 85	5 E	20		170			lichtgrijs zwak lemig dekzand
	85 – 90	5B2			170			Donkerbruin
	90- 110	5B3			170			bruin
	110 - 130	5BC			170			Lichtbruin

Veenterp 84_54

Zichtbaarheid 2

+ mv: ca 50 cm

∅ : Oost-west: ca. 33 m; noord-zuid ca. 20 m

Archeologica: twee scherven in het profiel en in molshopen, muizengaten

Mogelijk is terp doorsneden door een sloot

Veen- terp	Grt	12-2009								
		Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	Veen- soort	lutum (%)	leem (%)	M50	Ca	R
84-17										
	0 - 25	1Ah	30	Dk			180			Homogeen
	25 - 35	1Cw1	60							zwart, veraard, heterogeen, grijsbr kleibrokjes
	35 - 75	1Cw2	70	Rc						Rietzeggeveen, zwart
	75 - 160	1Cr	70	Cr						Zeggerietveen
	160- 220	2Ab	5			12	145			zwart dekzand

Veenterp 84-17

Coördinaten niet op top: meetlokatie verlegd naar: x: 230083 y: 577325

Zichtbaarheid 1

+ mv: ca 20 cm

Ø : ca. 15 m

Grote molshoop aan ZW-kant

Archeologica: geen; grijsbruine kleibrokjes in profiel

Begroeiing: rietgras, brandnetel rozetvormende distel

Veen- terp	Grt	12-2009								
		Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	Veen- soort	lutum (%)	leem (%)	M50	Ca	R
84-21										
	0 - 15	1Ah	30	Dk			180			Homogeen
	15 - 25	1Cw1	30	Dk						zwart, veraard, heterogeen, grijsbr kleibrokken
	25 - 90	1Cw2	70	Rc						Rietzeggeveen, verweerd
	90 - 210	1Cr	70	Cr						Zeggerietveen (helderbruin)
	210- 220	3Cr	5			12	145			zwart dekzand

Veenterp 84-21

Coördinaten niet op top: meetlokatie verlegd naar: x: 230448 y: 577362

Zichtbaarheid 1

+ mv: ca 30 cm

Ø : ca. 25 m

Archeologica: 1 scherf uit molshoop; grijsbruine kleibrokken in profiel

Begroeiing: ridderzuring (afgestorven) tekent de terp af.

Veen- terp	Grt	12-2009									
		Diepte in cm-mv	horizont	org. stof (%)	Veen- soort	lutum (%)	leem (%)	M50	Ca	R	Opmerkingen
84-34											
	0 - 10	1Ah	20	Dk				180			Homogeen, zand en grindbijmenging
	10 - 20	1Cw1	30	Dk							zwart, veraard, heterogeen, wat grijsbr kleibrokjes
	20 - 65	1Cw2	65	CB							broekveen, takjes, verweerd
	65 - 90	1Cw3	70	Rc							Rietzeggeveen,
	90 - 110	1Cr	70	Cr							Zeggerietveen (helderbruin
	110- 140	3Cr	5			12		145			zwart dekzand
	140-160	3Cr2				12		145			Geelbruin
	160-210	3Cr3				40		120			Grijze leem

Veenterp 84-34

Coördinaten niet op top: meetlokatie verlegd naar: x: 230344 y: 576733

Zichtbaarheid: 1

+ mv: ca 15 cm

Ø : ca. 20-30 m

Archeologica: geen; wat gele leem in profiel en zandbijmenging in bovengrond

Begroeiing: grasland met bepaalde zuring (blad met lipjes)

Bijlage 3 Archeologica

project	boring	diepte	Horizont	categorie	soort	aantal	fragment	begin datering	eind datering	begin periode	eind periode	opmerkingen
Peize		38 0-55		SXX		1	fragment					
Peize		38 0-55		BKR		2	fragment					verbrande leem
Peize	naast 37	0-30		BKR		3	fragment					verbrande leem
Peize		19 35	A	BKR		1	fragment					verbrande leem
Peize		19 40-50		BKR		3	fragment					verbrande leem
Peize		44 molshoop		BKR		4	fragment					verbrande leem
Peize		44 molshoop		BKR		2	fragment	1200	1900	LMEB	NTC	baksteen
Peize		44 molshoop		KER	kogelpot	1	wand	700	1400	VMED	LMEB	
Peize		54 35		KER	kogelpot	5	wand	700	1400	VMED	LMEB	
Peize		51 30		INDET	indet	2	fragment					zeer kleine fragmenten
Peize	ARC1	15-20		KER	kogelpot	1	wand	700	1400	VMED	LMEB	
Peize	ARC1	80		KER	kogelpot	1	wand	700	1400	VMED	LMEB	samengeknepen fragment; standing of zwaluwnestoor?
Peize	opp terp 51			KER	kogelpot	1	rand	1100	1300	LMEA	LMEB	facetrand met afgeronde lip met deksleugel
Peize	opp terp 51			KER	kogelpot	32	wand	700	1400	VMED	LMEB	
Peize	opp terp 51			BKR		8	fragment					verbrande leem
Peize	opp terp 51			SXX		1	fragment					
Peize		23 25	overgang Ap naar veen	KER		1	wand	700	1400	VMED	LMEB	
Peize		9 20		BKR		1	fragment	1200	1900	LMEB	NTC	daktegel of dakpan
Peize	terp 19	A	molshoop	BKR		26	fragment					verbrande leem
Peize		33 molshoop		BKR		veel	fragment					verbrande leem, niet geteld, blijft brokkelen...
Peize		27 0-35	Ap	BKR		5	fragment					verbrande leem
		19 0-40		BKR		1	fragment					verbrande leem
		19 0-40		BKR		1	fragment	1200	1900	LMEB	NTC	baksteen

Bijlage 4 Hoogtemetingen

Veenterpnaam	Code locatie	X (m)	Y (m)	Z (m+NAP)	Datum
RAAP34	34VOCHT1	230346.2	576731	-0.45	25-6-2014
RAAP34	34VOCHT2	230345.8	576730.8	-0.022	25-6-2014
RAAP34	34VOCHT3	230346.9	576732.3	-0.477	25-6-2014
RAAP34	34VOCHT4	230345.1	576728.7	-0.485	25-6-2014
RAAP21	21VOCHT1	230453.2	577359	-0.503	25-6-2014
RAAP21	21VOCHT2	230452.5	577358.8	-0.139	25-6-2014
RAAP21	21VOCHT3	230454.4	577357.6	-0.474	25-6-2014
RAAP21	21VOCHT4	230451.1	577359.6	-0.466	25-6-2014
RAAP17	17VOCHT1	230086.1	577320.9	-0.577	25-6-2014
RAAP17	17VOCHT2	230085.5	577320.6	-0.143	25-6-2014
RAAP17	17VOCHT3	230083.7	577321.2	-0.582	25-6-2014
RAAP17	17VOCHT4	230086.7	577322.2	-0.563	25-6-2014
RAAP54	54VOCHT1	229612.1	576533.1	-0.282	25-6-2014
RAAP54	54VOCHT2	229612.3	576533.3	0.517	25-6-2014
RAAP54	54VOCHT3	229613	576534.5	-0.291	25-6-2014
RAAP54	54VOCHT4	229611.2	576531.9	-0.258	25-6-2014
RAAP24	RAAP24OPH1	228539.9	579028	-0.041	25-6-2014
RAAP24	RAAP24OPH2	228539.6	579028.2	0.574	25-6-2014
RAAP24	RAAP24OPH3	228541.3	579027.8	0.04	25-6-2014
RAAP24	RAAP24OPH4	228538.7	579028.7	0.036	25-6-2014
RAAP27	27VOCHT1	228969.6	579028.1	-0.571	25-6-2014
RAAP27	27VOCHT2	228969.4	579028.5	-0.298	25-6-2014
RAAP27	27VOCHT3	228969.4	579030	-0.654	25-6-2014
RAAP27	27VOCHT4	228971.5	579027	-0.565	25-6-2014
RAAPARC	RCVOCHT1	228246.6	577947.9	-0.508	25-6-2014
RAAPARC	RCVOCHT2	228246.5	577948.2	-0.047	25-6-2014
RAAPARC	RCVOCHT3	228247.5	577947	-0.575	25-6-2014
RAAPARC	RCVOCHT4	228247	577948.9	-0.521	25-6-2014
RAAP23	23VOCHT1	228629.9	578707.1	-0.699	25-6-2014
RAAP23	23VOCHT2	228630.5	578707.1	-0.382	25-6-2014
RAAP23	23VOCHT3	228630.7	578707.7	-0.694	25-6-2014
RAAP23	23VOCHT4	228629.8	578705.8	-0.742	25-6-2014
RAAP19	ob19	228815.3	577688.1	0.369	21-5-2014
RAAP19	bb19	228815.2	577688.1	0.872	21-5-2014
RAAP19	v19	228815	577687.5	0.261	21-5-2014
RAAP3	bb3	228518.7	577564.2	-0.205	21-5-2014
RAAP3	ob3	228518.6	577564.3	-0.566	21-5-2014
RAAP3	rr3	228518	577562.6	-0.564	21-5-2014
RAAP3	rl3	228518.6	577565.3	-0.603	21-5-2014
RAAP3	v3	228518.9	577563.7	-0.6	21-5-2014
RAAP37	bb37	228684.9	577567.5	-0.035	21-5-2014
RAAP37	ob37	228684.9	577567.5	-0.623	21-5-2014
RAAP37	v37	228684.7	577568.3	-0.635	21-5-2014
RAAP37	rr37	228684.5	577566.7	-0.621	21-5-2014
RAAP37	rl37	228685.3	577568.8	-0.677	21-5-2014
RAAP51	bb51	227662.7	579194.4	0.012	21-5-2014
RAAP51	ob51	227662.7	579194.4	-0.395	21-5-2014
RAAP51	rr51	227662.4	579193.3	-0.406	21-5-2014

Veenterpnaam	Code locatie	X (m)	Y (m)	Z (m+NAP)	Datum
RAAP51	r151	227663.8	579195	-0.419	21-5-2014
RAAP51	v51	227663.4	579193.8	-0.414	21-5-2014
RAAP42	bb42	227910.1	579236.9	-0.306	21-5-2014
RAAP42	ob42	227910.1	579236.9	-0.717	21-5-2014
RAAP42	ri42	227910.8	579238	-0.68	21-5-2014
RAAP42	v42	227910.8	579236.7	-0.717	21-5-2014
RAAP42	rr42	227911.4	579235.8	-0.738	21-5-2014

Toelichting bij tabel:

- 34VOCHT1 maaiveld
- 34VOCHT2 boven kant buis
- 34VOCHT3 maaiveld bij 2 redoxsensoren (20 en 60 cm)
- 34VOCHT4 maaiveld bij 4 redoxsensoren

Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2594
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2594
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

