

RAAP-NOTITIE 5945

Voetakkers in Venhuizen

Gemeente Drechterland
Archeologisch vooronderzoek:
een geofysisch onderzoek

RAAP

CULTUURHISTORIE

6000 voor Chr

3750 voor Chr

2200 voor Chr

700 voor Chr

190 na Chr

300 na Chr

400 na Chr

1650 na Chr

Colofon

Opdrachtgever: ADC Archeoprojecten B.V. / Heijmans

Titel: Voetakkers in Venhuizen, gemeente Drechterland; archeologisch vooronderzoek: een geofysisch onderzoek

Status: concept

Datum: mei 2017

Auteur: *W.B. Verschoof-van der Vaart MA*

Projectcode: DRVA

Bestandsnaam: NO5945_DRVA

Projectleider: W.B. Verschoof-van der Vaart MA

Projectmedewerkers: dhr. K. Kiestra & dhr. E. van Paridon (vrijwilligers Archeologie West-Friesland)

ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer: 2682278100

Bewaarplaats documentatie: RAAP West-Nederland

Autorisatie: drs. M.S. Jordanov

Bevoegd gezag: Provincie Noord-Holland

ISSN: 0925-6369

RAAP

Leeuwenveldseweg 5b

1382 LV Weesp

Postbus 5069

1380 GB Weesp

telefoon: 0294-491 500

telefax: 0294-491 519

E-mail: raap@raap.nl

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2016

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Samenvatting

In opdracht van ADC Archeoprojecten B.V. / Heijmans heeft RAAP Archeologisch Adviesbureau in juni 2015 een geofysisch onderzoek, in de vorm van een elektrisch weerstandsonderzoek, uitgevoerd in plangebied Voetakkers te Venhuizen in de gemeente Drechterland.

Tijdens het elektrisch weerstandsonderzoek zijn binnen beide deelgebieden verschillende afwijkingen aangetroffen die (mogelijk) kunnen worden geïnterpreteerd als sporen uit de Bronstijd. Het betreffen in beide deelgebieden (kring)greppels en mogelijke kuilen of clusters van kuilen. Op basis van voorgaand elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland is bekend dat naast (kring)greppels ook ringsloten, heuvellichamen (van grafheuvels en terpen) en grote (water)kuilen kunnen worden gemeten.

Een vergelijking tussen de resultaten van het geofysisch onderzoek en het gravend onderzoek in deelgebied 1 laat zien dat een deel van de sporen in kaart zijn gebracht (of kunnen worden gekoppeld aan afwijkingen in de meetdata), terwijl een deel van de sporen geen duidelijke *respons* vertonen in de metingen. Voornamelijk de 'grotere' sporen (zoals bundels van greppels, clusters van sporen en zones met hoge concentraties sporen) zijn in de metingen te onderscheiden. Individuele sporen blijken vrijwel niet te onderscheiden in de meetgegevens. Dit is waarschijnlijk (deels) het gevolg van de gehanteerde *sampling* afstand.

Op basis van onderhavig onderzoek (en voorgaand geofysisch onderzoek) kan geconcludeerd worden dat met elektrisch weerstandsonderzoek sporen uit de Bronstijd in West-Friesland zijn op te sporen. Tot nu toe betreffen dit 'grote' sporen, zoals (bundels van) greppels en grafheuvels. Door de *sampling* afstand tijdens toekomstig onderzoek te verkleinen (bijvoorbeeld van 1 naar 0,5 m) kunnen mogelijk meer kleinere sporen worden aangetroffen met elektrisch weerstandsonderzoek en kan een beter onderscheid gemaakt worden binnen zones met een hoge spoor concentratie. Dit heeft echter wel nadelige gevolgen voor de snelheid van het onderzoek.

Derhalve zou tijdens toekomstig onderzoek een keuze kunnen worden gemaakt tussen beide *sampling* afstanden. Indien enkel het aantonen van archeologie het doel van het onderzoek is (of bijvoorbeeld enkel grafheuvels of andere 'grote' sporen worden verwacht) kan worden volstaan met een *sampling* afstand van 1 m. Indien men specifieke sporen in kaart wil brengen kan worden gewerkt met een *sampling* afstand van 0,5 m.

Daarnaast zou gebruik kunnen worden gemaakt van een Multiplexer om sporen op verschillende dieptes beter te definiëren. Ten slotte zou bij toekomstig onderzoek kunnen worden getracht om gebieden te onderzoeken tijdens ideale weers- en bodemomstandigheden om de kansen op een succesvol onderzoek te verhogen.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Inhoudsopgave	4
Administratieve gegevens	5
1 Inleiding.....	6
1.1 Kader	6
1.2 Ligging van het plangebied	6
1.3 Doel- en vraagstelling.....	6
1.4 Kwaliteit.....	7
2 Voorgaand onderzoek	9
2.1 Archeologisch onderzoek.....	9
2.2 Voorgaand elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland	10
2.3 Karakterisering van de te verwachten resten	12
3 Veldonderzoek	13
3.1 Methode	13
3.1 Elektrisch weerstandsonderzoek	13
3.2 Resultaten	14
3.3 Discussie	18
4 Conclusies en aanbevelingen	21
4.1 Onderzoeksvragen	21
Literatuur	23
Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen	24
Bijlage 1. Geofysisch survey sheet	25

Administratieve gegevens

Projectcode	DRVA	
ARCHIS Onderzoeksmelding	2682278100	
Type onderzoek	Geofysisch onderzoek	
Opdrachtgever	ADC Archeoprojecten B.V. / Heijmans	
Contactpersoon	De heer W. Roessingh	
Onderzoekskader	Wetenschappelijk onderzoek	
Locatie	Voetakkers	
	<i>Plaats</i>	Venhuizen
	<i>Gemeente</i>	gemeente Drechterland
	<i>Provincie</i>	Noord-Holland
	<i>Kaartblad</i>	19F / 20A
	<i>Centrumcoördinaat</i>	Deelgebied 1: 142.822 / 521.670 Deelgebied 2: 143.141 / 521.930
Bevoegd gezag	Provincie Noord-Holland	
Contactpersoon	Mevrouw drs. C. Soonius	
Onderzoeksperiode	juni 2015	
Afbakening plangebied	Tijdens veldonderzoek zijn twee deelgebied onderzocht met een totale oppervlakte van circa 1,2 ha.	

1 Inleiding

1.1 Kader

In opdracht van ADC Archeoprojecten B.V. / Heijmans heeft RAAP Archeologisch Adviesbureau in juni 2015 een geofysisch onderzoek, in de vorm van een elektrisch weerstandsonderzoek, uitgevoerd in plangebied Voetakkers te Venhuizen in de gemeente Drechterland (figuur 1). Het veldwerk is uitgevoerd op 8, 29 en 30 juni 2015. De uitwerking vond plaats in september 2016 en de rapportage in mei 2017.

Dankwoord

Tijdens het onderzoek is op een prettige wijze samengewerkt met de contactpersonen van ADC Archeoprojecten B.V., Archeologie West-Friesland, Archol BV en de Provincie Noord-Holland. Speciale dank gaat uit naar de heren Kees Kiestra en Etienne van Paridon (vrijwilligers bij Archeologie West-Friesland) voor hun hulp tijdens het veldwerk.

1.2 Ligging van het plangebied

Het plangebied Voetakkers is gelegen ten noorden van Venhuizen en ten westen van Princenhof, aan weerszijden van de Provincialeweg N506 (figuur 1). Deelgebied 1 ligt ten oosten van de weg en heeft een onregelmatige vorm. Deelgebied 2 ligt ten noorden van de weg en heeft een rechthoekige vorm. Het huidige grondgebruik van deelgebied 1 en het westelijke deel van deelgebied 2 betreft grasland wat wordt doorsneden door verschillende sloten. Het oostelijke deel van deelgebied 2 betreft akker.

1.3 Doel- en vraagstelling

Het elektrisch weerstandsonderzoek is erop gericht de aard, omvang en diepteligging te bepalen van veronderstelde aanwezige archeologische resten uit de Bronstijd binnen de twee deelgebieden. Daarnaast is het onderzoek erop gericht om te onderzoeken in hoeverre elektrisch weerstandsonderzoek een bruikbare prospectie methode is voor Bronstijd sporen in West-Friesland. Derhalve zullen de resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in deelgebied 1 worden vergeleken met de resultaten van de opgraving die direct volgde op het geofysisch onderzoek.

Onderzoeksvragen

Aard en omvang

1. Wat voor archeologische resten worden binnen de te onderzoeken deelgebieden verwacht?
2. Wat is de ligging en de omvang van de aangetroffen archeologische resten in de bovengenoemde deelgebieden?
3. Wat is de aard van de aangetroffen archeologische resten?

Bruikbaarheid

4. Hebben eerdere elektrisch weerstandsonderzoeken naar sporen uit de Bronstijd in West-Friesland plaatsgevonden? Zo ja, wat waren de resultaten?
5. In hoeverre komen de resultaten van het geofysisch onderzoek overeen met de resultaten van de opgraving in deelgebied 1?
6. Welke conclusies kunnen aan de hand van de vergelijking worden getrokken met betrekking tot de bruikbaarheid van elektrisch weerstandsonderzoek in de prospectie naar archeologische resten uit de Bronstijd in West-Friesland?

1.4 Kwaliteit

Het onderzoek is uitgevoerd volgens de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 3.3), beheerd door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB; <http://www.sikb.nl>). Het geofysisch onderzoek is uitgevoerd volgens de '*Guidelines Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*' (KNA Leidraad geofysisch onderzoek) en de Nederlandse aanvulling op deze *Guidelines* (Hessing & Kattenberg, 2013).

Voor de dateringen, van de in dit rapport genoemde archeologische perioden wordt verwezen naar tabel 1.

Archeologische perioden			
Tijdperk		Datering	
Recente tijd			
Nieuwe tijd	C	1945	
	B	1850	
	A	1650	
Middeleeuwen	Laat B	1500	
	Laat A	1250	
	Vroeg	D: Ottoonse tijd	1050
		C: Karolingische tijd	900
		B: Merovingische tijd	725
		A: Volksverhuizingstijd	525
Romeinse tijd	Laat	450	
	Midden	270	
	Vroeg	70 na Chr.	
Prehistorie	IJzertijd	Laat	15 voor Chr.
		Midden	250
		Vroeg	500
	Bronstijd	Laat	800
		Midden	1100
		Vroeg	1800
	Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	Laat	2000
		Midden	2850
		Vroeg	4200
	Mesolithicum (Midden Steentijd)	Laat	4900/5300
		Midden	6450
		Vroeg	8640
	Paleolithicum (Oude Steentijd)	Laat	9700
		Jong B	12.500
		Jong A	16.000
Midden		35.000	
Oud		250.000	

tabel1_standaard_Archeologisch_RAAP_2014

Tabel 1. Archeologische tijdschaal.

2 Voorgaand onderzoek

2.1 Archeologisch onderzoek

In (de directe omgeving van) beide deelgebieden heeft in het verleden reeds verschillende archeologische onderzoeken plaatsgevonden. In onderstaande zullen de resultaten van deze onderzoeken kort belicht worden.

Luchtfoto-archeologie

Op basis van het onderzoek van de Vries-Metz (1993) zijn in de directe omgeving van beide deelgebieden sporen uit de Bronstijd aanwezig (figuur 2). Ten oosten van deelgebied 1 zijn door de Vries-Metz nederzettingssporen (in de vorm van greppels) waargenomen. Het betreft voornamelijk lineaire en rechthoekige structuren, wat mogelijk wijst op de aanwezigheid van terpen uit de (Late) Bronstijd. Ten zuiden van deze sporen zijn drie mogelijke grafheuvels waargenomen. Direct ten westen van deelgebied 1 zijn eveneens enkel lineaire greppels te onderscheiden. Ten oosten van deelgebied 2 zijn aanwijzingen voor nederzettingssporen uit de Bronstijd waargenomen.

Gravend onderzoek

Westfrisiaweg - proefsleuven (Grontmij)

In het kader van de toekomstige aanleg van de Westfrisiaweg is een archeologisch onderzoek uitgevoerd op verschillende locaties langs – en in de omgeving van – de huidige Westfrisiaweg en Drechterlandseweg (Hakvoort & Jansen, 2013). Ter hoogte van onderhavig plangebied zijn enkele proefsleuven gegraven aan de noordzijde van de N506 en één proefsleuf aan de zuidzijde van de weg (figuur 3). In de sleuven bevinden zich relatief veel sporen (voornamelijk greppels) uit de Bronstijd. Er is in deze sleuven geen daterend vondstmateriaal aangetroffen, maar de vele (smalle) greppels lijken te wijzen op een nederzettingsterrein uit de Midden-Bronstijd.

Venhuizen, N506 aanleg drukriolering - opgraving (ADC ArcheoProjecten)

Ten oosten van deelgebied 1 (en ten zuiden van de N506) heeft in 2014 een archeologisch onderzoek plaatsgevonden ten behoeve van de aanleg van een drukriolering (Roessingh, 2015). Hierbij zijn twee kleine werkputten gegraven, waarvan de westelijke locatie (put 2) in de directe omgeving van deelgebied 1 lag (figuur 3).

Beide locaties (put 1 en 2) bevinden zich op een fossiele kreek (of kreek rug). De ondergrond van deze kreekruigen bestaan volgens de kaart van Ente uit zand- en zavelafzettingen (figuur 3). De bodemopbouw is in beide werkputten verstoord. In put 1 is de ondergrond tot op grote diepte verstoord. Dit perceel is dan ook intensief in gebruik geweest voor de kolenteelt. Het perceel waar put 2 (en deelgebied 1) in ligt is voornamelijk in gebruik geweest als grasland. Derhalve is de ondergrond hier minder diep verstoord. In beide putten bevindt het sporenvlak

zich direct onder de bouwvoor, op een diepte van circa 1,5 m -NAP. Het maaiveld ligt ter hoogte van put 2 op circa 0,9 m –NAP, de bouwvoor is derhalve 0,6 m dik.

In beide putten zijn zoals verwacht resten uit de Bronstijd aangetroffen. Op de oostelijke locatie (put 1) is een bronstijdgreppel gevonden, waarvan nog slechts de onderkant bewaard is gebleven. Dit terrein is door zandafgravingen en intensieve kolenteelt ernstig verstoord. In het westen van het plangebied, rond put 2, is de bodem minder geroerd. De sporen in put 2 laten zien dat een nederzettingsterrein uit de Midden-Bronstijd is aangesneden. De grote hoeveelheid sporen en oversnijdingen zijn een aanwijzing dat dit nederzettingsterrein meerdere generaties in gebruik is geweest. De exacte aard of indeling van dit nederzettingsterrein is – gelet op het beperkte onderzoeksgebied – niet te duiden. Duidelijk is wel dat huisplattegronden aanwezig zijn en dat het terrein door een grote hoeveelheid erf- of nederzettinggreppels wordt doorsneden.

Westfrisiaweg - Opgraving (Archol BV)

Voorafgaand aan het geofysisch onderzoek is door Archol BV ten noorden van de N506 (locatie Voetakkers) gegraven (figuur 3). Volgend op het geofysisch onderzoek is ook een smalle strook ten zuiden en oosten (samenvallend met deelgebied 1) van de N506 onderzocht (zie figuur 1). De resultaten ten noorden van de N506 laat zien dat er een bewoningskern uit de Midden Bronstijd aanwezig is op het zandlichaam (figuur 3). Dit nederzettingsterrein wordt gekenmerkt door een grote hoeveelheid smalle – recht uitgegraven – greppels waarbinnen huiserven zijn gelegen. Op en rond de erven bevinden zich diverse ronde structuren, kringgreppels en kuilenkransen. Naar het westen toe (ongeveer ter hoogte van de weg 'Voetakkers') wordt de ondergrond meer kleiig en neemt de spoordichtheid af. In het oosten verdwijnen de bronstijdsporen abrupt, als gevolg van ontgroningen daar.

2.2 Voorgaand elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland

In West-Friesland zijn in de afgelopen vijf jaar reeds drie elektrisch weerstandsonderzoeken uitgevoerd, specifiek gericht op het in kaart brengen van (nederzetting)resten uit de Bronstijd. Al deze onderzoeken zijn uitgevoerd in het kader van wetenschappelijk onderzoek door W.B. Verschoof-van der Vaart MA (RAAP Archeologisch Adviesbureau). In het volgende zullen deze onderzoeken kort worden toegelicht. In tabel 2 zijn de meetkarakteristieken (oppervlakte gemeten gebied, instellingen elektrische weerstandsmeter, enz.) weergegeven. Deze gegevens zijn gebruikt voor het opstellen van de onderzoeksmethode (§ 3.1).

Venhuizen - Waterberging 2013

In 2013 is in samenwerking met Archeologie West-Friesland een pilotmeting gedaan op de locatie Venhuizen - Waterberging (circa 2 km ten zuidoosten van deelgebied 1). Op deze locatie waren eerder bij gravend onderzoek van Archeologie West-Friesland greppels uit de Bronstijd aangetroffen. Tijdens dit onderzoek zijn drie kleine gebieden rond de opgravingsput gemeten. De

resultaten van het geofysisch onderzoek lieten wel variatie zien in de meetwaarden, maar deze konden niet eenduidig aan specifieke sporen worden toegeschreven. Een mogelijke verklaring was dat de toplaag van het gemeten gebied reeds te sterk verstoord was.

onderzoek	meetgrid	separatie mobiele probes	Voltage / Ampere / Gain (instellingen van de RM15-D weerstandsmeter)	resultaat
Venhuizen - Waterberging	1 m x 1 m	0,5 / 1 m	40 V of 100 V / 0,1 mA / x10	redelijk tot slecht
Enkhuizen - De Rikkert	1 m x 1 m	0,75 m	40 V / 1 mA / x10	goed
Wervershoof - De Eendenkooi	1 m x 1 m	0,5 m / 0,75 m	40 V / 1 mA / x10	zeer goed

Tabel 2. Eerder elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland.

Enkhuizen - De Rikkert 2013–2015

In de zomer van 2013, 2014 en 2015 is in samenwerking met de Faculteit der Archeologie van de Universiteit Leiden een elektrisch weerstandsonderzoek uitgevoerd op de locatie Enkhuizen - De Rikkert (circa 8 km ten noordoosten van deelgebied 1). In totaal is hier in drie jaar een oppervlakte van 1,125 ha onderzocht. De resultaten van het onderzoek laten een grote hoeveelheid sporen uit de Bronstijd zien. Het betreft voornamelijk perceelgreppels. Daarnaast is een ringsloot van een grafheuvel aangetroffen. Een deel van de aangetroffen sporen zijn geverifieerd met gravend onderzoek (<http://www.bronstijdwestfriesland.nl>; zie ook Verschoof-van der Vaart, 2014).

Wervershoof - De Eendenkooi 2014–2016

In 2014 is in samenwerking met Archeologie West-Friesland een pilotmeting gedaan op het monument Zwaagdijk-Oost - De Eendenkooi (circa 5 km ten noordwesten van deelgebied 1). Tijdens dit onderzoek is een zone rond twee grafheuvels (V en VI) van 15 bij 50 m onderzocht. In de resultaten van deze metingen zijn zowel het heuvellichaam als de omliggende ringsloten van beide grafheuvels te onderscheiden (zie Verschoof-van der Vaart, 2014).

In 2015 / 2016 is in opdracht van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed een geofysisch onderzoek uitgevoerd op het monument Zwaagdijk-Oost - De Eendenkooi (Verschoof-van der Vaart, 2016). Tijdens het onderzoek zijn vijf zones binnen het monument onderzocht. Het betreft twee zones met grafheuvels (zones 1 en 3) en drie zones met mogelijke nederzettingsresten uit de Bronstijd (zones 2, 4 en 5).

Tijdens het elektrisch weerstandsonderzoek zijn verschillende archeologische resten uit de Bronstijd aangetroffen. Meer specifiek zijn in de zones 3 en 4 resten aangetroffen van heuvellichamen en bijbehorende ringsloten behorende bij de grafheuvels XI en XII. In zone 1 is een greppel aangetroffen die mogelijk kan worden geïnterpreteerd als (een deel van) de ringsloot

van grafheuvel IV. In de zones 2, 4 en 5 zijn greppels aangetroffen. Daarnaast zijn in zone 2 mogelijk ook een waterkuil, kringgreppels en een erf- of huisgreppel aangetroffen. Ten slotte is in zone 4 mogelijk ook een woonterp (uit de Late Bronstijd) gevonden.

2.3 Karakterisering van de te verwachten resten

Op basis van het bovenstaande kan een karakterisering van de te verwachten resten per deelgebied worden opgesteld (tabel 3). Op basis van het voorkomen van nederzettingssporen en woongronden kunnen ophoogpakketten, greppels, (paal)kuilen, ploegsporen en vlakgraven worden verwacht. Daarnaast is het mogelijk dat verdwenen grafheuvels aanwezig zijn in beide deelgebieden. Derhalve kunnen heuvellichamen (ophoogpakketten), (kring)greppels en paalkransen en begravingen en bijzettingen worden verwacht. In tabel 4 is weergegeven hoe bovengenoemde sporen waarschijnlijk zichtbaar zijn in de weerstandsmetingen (naar: Gaffney & Gater, 2003; Schmidt, 2013).

Deelgebied	Oppervlakte (m ²)	Grondgebruik	Verwachting
1	8.212	grasland	In de omgeving van dit deelgebied zijn tijdens voorgaand onderzoek nederzettingssporen uit de Bronstijd aangetroffen. Mogelijk zijn hier (kring)greppels, (paal)kuilen en vlakgraven aanwezig. Daarnaast zijn hier mogelijk resten van grafheuvel(s) (ophoogpakket, (paal)kuilen en ringsloten) aanwezig.
2	3.890	Het westelijke deel betreft grasland. Het oostelijke deel betreft akker.	In de omgeving van dit deelgebied zijn tijdens voorgaand onderzoek nederzettingssporen uit de Bronstijd aangetroffen. Mogelijk zijn hier (kring)greppels, (paal)kuilen en vlakgraven aanwezig. Daarnaast zijn hier mogelijk resten van grafheuvel(s) (ophoogpakket, (paal)kuilen en ringsloten) aanwezig.

Tabel 3. De te onderzoeken zones en de te verwachten sporen.

hoge weerstand afwijkingen	lage weerstand afwijkingen
ophoogpakketten	(kring)greppels / sloten / geulen
wegen / paden	(paal)kuilen ¹
opgravingsputten ²	(vlak)graven en bijzettingen

Tabel 4. Algemene afwijkingen elektrische weerstandsmeter.

¹ Kleine (paal)kuilen (<1 m diameter) zijn over het algemeen niet te onderscheiden in elektrische weerstandsmetingen.

² Over het algemeen hebben dichtgeworpen opgravingsputten een hogere weerstand dan de omgeving. Deze zijn in elektrische weerstandsmetingen zichtbaar als rommelige, scherp begrensde zones.

3 Veldonderzoek

3.1 Methode

Het veldonderzoek bestond uit een elektrisch weerstandsonderzoek in beide deelgebieden. De gebruikte meetkarakteristieken van het onderzoek zijn bepaald op basis van eerder uitgevoerd elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland. In het volgende zal de werking van de elektrische weerstandmeter nader worden toegelicht.

3.1 Elektrisch weerstandsonderzoek

Bij een elektrisch weerstandsonderzoek wordt de elektrische weerstand van het bovenste deel van de bodem gemeten, door middel van het plaatsen van elektrodes in de grond en het opwekken van een elektrische stroom (Gaffney & Gater, 2003). Hierbij wordt niet de weerstand op één bepaalde diepte gemeten, maar de weerstand van het bodemvolume. De weerstandsmetingen zijn uitgevoerd met een RM15-D weerstandsmeter met ingebouwde datalogger in een Twin-Probe configuratie van Geoscan Research. Dit apparaat maakt gebruik van vier elektroden. Twee elektroden staan gedurende de metingen op een vaste plaats (tenminste 20 m) buiten het te meten gebied. De overige twee zijn mobiel en worden op regelmatige afstanden in het te onderzoeken terrein in de grond gestoken. Deze mobiele elektroden bepalen de waarde van de meting: via één van deze elektroden wordt de stroom de grond in gestuurd, terwijl de andere elektrode de spanning meet. Hieruit wordt vervolgens de weerstand berekend. De afstand tussen de mobiele elektroden (mobiele probe separatie) bepaalt tot welke diepte gemeten wordt. Bij een afstand van 1 m wordt de weerstand gemeten tot circa 1 m diepte vanaf het maaiveld. Hoe groter de afstand tussen de elektroden, hoe groter het bodemvolume is dat de meetwaarde bepaalt. Een grotere afstand levert doorgaans een minder gedetailleerd meetresultaat op. Bij de RM15-D weerstandsmeter kan de elektrodeafstand variëren van 0,25 tot 2 m. De keuze is afhankelijk van de diepte waarop de archeologische resten worden verwacht, de verwachte afmeting van deze resten en de diepteligging van de natuurlijke afzettingen. In beide deelgebieden is ervoor gekozen om een mobiele probe separatie van 0,75 m te gebruiken.

De weerstandswaarde wordt voornamelijk bepaald door de grondsoort (poriën- en korrelgrootte), verschillende zouten die aanwezig kunnen zijn en het vochtgehalte van de bodem (Schmidt, 2013). Doordat water goed geleidt, geeft bijvoorbeeld vochtige klei een lagere weerstandswaarde dan droog zand. Organisch materiaal (zoals een humeuze gracht- of slootvulling) houdt over het algemeen veel vocht vast en geeft daardoor relatief lage weerstandswaarden. Stenen muurresten of funderingen houden echter weinig vocht vast en leveren over het algemeen relatief hogere weerstandswaarden op dan het omliggende bodemmateriaal. Lijnvormige structuren (zoals greppels en funderingen) zijn in de metingen meestal gemakkelijker te herkennen dan willekeurig verspreide grondsporen (bijvoorbeeld ondiepe kuilen die niet in een

structuur liggen). Een opgebrachte laag of sterk verstoorde bovengrond kunnen de weerstandsmetingen echter in hoge mate beïnvloeden.

Omdat een meting op één punt onvoldoende informatie geeft, zijn meerdere metingen noodzakelijk. Hiertoe wordt over het te meten terrein een grid van 1 bij 1 m uitgezet. Op elk kruispunt van dit grid wordt de weerstandswaarde gemeten. Tijdens het veldonderzoek is het meetsysteem uitgezet door middel van RTK-GPS en meetlinten.

De geofysische data is na het veldwerk bewerkt met Terrasurveyor 3.0.29.1 (DW Consulting), software ontwikkeld ten behoeve van archeologische geofysica. Hierbij worden de verzamelde weerstandsmetingen in een figuur weergegeven waarbij elke meting wordt voorgesteld als een vierkantje met een vaste grootte. De grijs- of kleurtint van het vierkantje wordt bepaald door de gemeten weerstandswaarde.

3.2 Resultaten

3.2.1 Algemeen

De weeromstandigheden voorafgaand en tijdens van het onderzoek waren (zeer) warm en zonnig waardoor de ondergrond vrij tot zeer droog en hard was. Deze omstandigheden hebben waarschijnlijk invloed gehad op de resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek. Door een lage bodemvochtigheid kunnen (kleine) verschillen in de ondergrond (bijvoorbeeld archeologische sporen met een zwakke *respons*) worden gemaskeerd (zie ook Schmidt, 2013: 24–26) en kan de elektrische weerstandsmeter een slechtere dieptepenetratie hebben.

De resultaten van het geofysisch onderzoek zijn over het algemeen redelijk tot goed van kwaliteit. De ruwe gegevens tonen geen tot een minimum aan meetfouten. In principe was een *Despike*³ filter voldoende om deze meetfouten uit de data te verwijderen. Beide deelgebieden zijn vervolgens *Geclipt*⁴ en in een *Gradual Shade*⁵ weergegeven. Op de resultaten van deelgebied 1 is een *High pass*⁶ filter en *Low pass*⁷ filter toegepast om afwijkingen veroorzaakt door onderliggende geologie te verwijderen.

³ Een *Despike* wordt voornamelijk gebruikt om lokale spikes (vaak veroorzaakt door meetfouten of ruis – bijvoorbeeld puin – in de bovengrond) te verwijderen. Bij een *Despike* wordt de *composite* (het meetblok) gescand met een vast *window* (normaliter 3 bij 3 meetpunten). In dit *window* wordt gekeken naar meetpunten die het gemiddelde of de mediaan van dat *window* overschrijden met een bepaalde *threshold* (normaliter 1.0). Indien overschrijding plaatsvindt, wordt de waarde vervangen door het gemiddelde, de mediaan of een *threshold*.

⁴ Bij *Clippen* wordt een minimum en maximum waarde bepaald. Alle waarden onder of boven het minimum en maximum krijgen respectievelijk de minimum of maximum waarde.

⁵ Bij dit filter wordt voor elke pixel een *continuously calculated value* berekend. Hierdoor worden de meetwaarden niet meer als losse meetpunten weergegeven maar als een doorlopend figuur.

⁶ Een *High pass* filter wordt gebruikt om kleine afwijkingen in de meetdata te behouden, terwijl achtergrond variaties (vaak door onderliggende grote geologische variatie) worden verwijderd. Problematisch is echter dat door dit filter afwijkingen smaller worden en dat ongewilde 'halo's' kunnen ontstaan rond afwijkingen.

⁷ Een *Low pass* filter wordt gebruikt om variaties in de meetdata, welke kleiner zijn dan de archeologische afwijkingen, te verwijderen. Deze variaties worden ook wel 'noise' genoemd. Problematisch met dit filter is echter dat het de data 'smooth'.

De aangetroffen afwijkingen zijn eerst op hun geofysische karakteristieken (aard, vorm, weerstandswaarden) geïnterpreteerd. Aangezien in beide deelgebied, op basis van het voorgaande onderzoek, nederzettingssporen uit de Bronstijd werden verwacht is bij de interpretatie gebruik gemaakt van de resultaten van het eerdere elektrisch weerstandsonderzoek op nederzettingen uit de Bronstijd in West-Friesland.

Daarnaast zijn de afwijkingen vergeleken met sporen, aangetroffen tijdens het onderzoek in Enkhuizen - Kadijken (Roessingh & Lohof, 2011). Bij het onderzoek in Enkhuizen zijn een groot aantal nederzettingssporen uit de Bronstijd aangetroffen waardoor vergelijkingen tussen de omvang van afwijkingen en de gemiddelde omvang van dergelijke sporen te maken is. Ten slotte zijn de afwijkingen vergeleken met de opgravingstekeningen van het recente graafonderzoek in (de omgeving van) de deelgebieden.

In het volgende zullen de resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek per zone worden besproken.

3.2.2 Deelgebied 1

In figuur 4 en 5 zijn de meetresultaten van deelgebied 1 weergegeven. Figuur 4 geeft de weerstandsdata weer zonder de toepassing van een *High pass filter* en *Low pass filter*, terwijl figuur 5 dezelfde data weergeeft met toepassing van beide filters.

Verspreid over het deelgebied zijn drie noordwest-zuidoost georiënteerde banen met, een breedte van 7 tot 8 m, van of rommelige hoge waarden te onderscheiden (I t/m III). Deze kunnen, op basis van hun aard, vorm en oriëntatie, worden geïnterpreteerd als (recente) verstoringen. Daarnaast zijn vier noordwest-zuidoost georiënteerde banen met, een breedte variërend tussen 1,5 en 3 m, van overwegend lage waarden te onderscheiden (IV t/m VII). Waarschijnlijk betreffen dit, op basis van de regelmatige vorm en oriëntatie (ook in relatie tot verstoring I t/m III), eveneens gedempte sloten / greppels. Al deze verstoringen zijn ook in de opgravingstekeningen te onderscheiden (figuur 6).

De afwijkingen binnen deelgebied 1 betreffen voornamelijk oversnijdende lineaire afwijkingen van lage weerstandswaarden (afwijking A t/m G). Deze afwijkingen hebben een breedte variërend tussen 1 en 6 m. Daarnaast zijn enkele min of meer ovale afwijkingen van lage weerstandswaarden (afwijkingen H t/m I) zichtbaar. Deze afwijkingen hebben afmetingen van respectievelijk 5 bij 4 en 9 bij 5 m. Ten slotte zijn drie grote onregelmatige zones van lage weerstandswaarden (afwijkingen J t/m L) te onderscheiden.

Interpretatie

Greppels

De afwijkingen A t/m G kunnen mogelijk op basis van hun aard en vorm worden geïnterpreteerd als greppels of bundels van greppels. Voornamelijk de brede afwijkingen moeten waarschijnlijk geïnterpreteerd worden als meerdere, parallel lopende greppels. De aangetroffen afwijkingen zijn

vergeleken met de resultaten van elektrisch weerstandsonderzoek dat is uitgevoerd op De Rikkert. Op deze vindplaats is aangetoond dat afwijkingen in de weerstandsdata, geïnterpreteerd als greppels, inderdaad greppels uit de Bronstijd betreffen (<http://www.bronstijdwestfriesland.nl>). De tijdens onderhavig onderzoek aangetroffen afwijkingen komen qua aard en vorm goed overeen met de greppels (zie ook Verschoof-van der Vaart, 2014). Qua afmetingen en vorm komen afwijkingen B, C, F en G goed overeen met greppels uit de Bronstijd aangetroffen in Enkhuizen - Kadijken (Roessingh & Lohof, 2011). Gemiddeld hebben greppels hier een breedte van circa 1,3 m (de breedte varieert tussen 0,5 en 3,0 m). Afwijkingen A en E moeten waarschijnlijk eerder als bundels greppels worden geïnterpreteerd.

Kuilen?

De precieze interpretatie van afwijkingen H en I is onduidelijk. Op basis van de aard en vorm zouden deze afwijkingen mogelijk geïnterpreteerd kunnen worden als kuilen. Op het monument de Eendenkooi is een afwijking, vergelijkbaar in aard en vorm met afwijking H aangetroffen (Verschoof-van der Vaart, 2016). De afwijking op de Eendenkooi is geïnterpreteerd als een waterkuil.

Een vergelijking tussen deze afwijking en kuilen en waterputten in Enkhuizen - Kadijken laat zien dat de omvang afwijkt van 'normale' kuilen. Hier blijkt dat kuilen over het algemeen vrij klein zijn (variërend tussen 0,6 en 4,8 m diameter). Waterputten met deze afmetingen komen echter wel voor (Roessingh & Lohof, 2011). Afwijking I zou echter, ook voor een waterkuil, vrij groot van omvang zijn.

Overig

De interpretatie van afwijkingen J, K en L is eveneens onduidelijk. Deze komen niet overeen met enige eerdere aangetroffen afwijkingen.

Geofysisch onderzoek vs. Gravend onderzoek

In figuur 6 zijn de resultaten van het geofysisch onderzoek en het gravend onderzoek in deelgebied 1 weergegeven. Zichtbaar is dat een deel van de sporen in kaart zijn gebracht (of kunnen worden gekoppeld aan afwijkingen in de meetdata), terwijl een deel van de sporen geen duidelijke *respons* vertonen in de metingen.

Indien de aangetroffen afwijkingen worden vergeleken met de opgravingstekening is te zien dat afwijkingen A, B, C, E, F en G samenvallen met (bundels van) greppels. Voornamelijk in het zuidelijke deel van het onderzochte gebied komen deze goed overeen.

Afwijking D blijkt niet een greppel, maar een serie kuilen te zijn. Ook afwijkingen H en I, geïnterpreteerd als mogelijke (water)kuilen blijken samen te vallen met clusters van kuilen.

Opvallend genoeg blijken de afwijkingen J, K en L deels samen te vallen met zones waar een grote hoeveelheid sporen (zowel (kring)greppels als kuilen) aanwezig zijn. Dit is vooral duidelijk ten noordwesten van verstoring III en ten westen van verstoring V (figuur 6).

Bovenstaande laat zien dat tijdens het elektrisch weerstandsonderzoek voornamelijk de grote sporen (bijvoorbeeld bundels van greppels) zijn aangetroffen. De kleinere sporen, zoals de

kringgrepfels, konden niet worden aangetoond (zie ook § 3.3). Dit is zeer waarschijnlijk afhankelijk van de *sampling* afstand welke is gehanteerd tijdens het onderzoek (1 bij 1 m). Indien een kleinere afstand tussen de meetpunten wordt gebruikt, zullen waarschijnlijk meer (kleinere) sporen waarneembaar worden in de meetgegevens. Daarnaast zal er mogelijk ook meer differentiatie te maken zijn tussen verschillende greppels binnen bundels.

3.2.3 Deelgebied 2

In figuur 7 zijn de meetresultaten van deelgebied 2 weergegeven. Binnen deelgebied 2 zijn een aantal (recente) verstoringen waar te nemen. In het westelijke deel van het gebied is een noord-zuid georiënteerde baan van hoge tot zeer hoge waarden met een breedte van circa 9 m te onderscheiden (I). Dit betreft waarschijnlijk een met zand en/of puin gedempte sloot of greppel. Deze verstoring is duidelijk te onderscheiden op recente luchtfoto's van het gebied (zie bijvoorbeeld figuur 2).

Naar het oosten zijn vier, noord-zuid georiënteerde banen van lage waarden met een breedte van circa 4 m te onderscheiden (II t/m V). Waarschijnlijk betreffen dit, op basis van de regelmatige vorm en oriëntatie (ook in relatie tot verstoring I), eveneens gedempte sloten / greppels. Een deel van deze verstoringen (I, III en IV) zijn ook in de opgravingstekeningen te onderscheiden (figuur 8).

Het gehele gebied ten oosten van verstoring II bestaat uit rommelige hoge en lage weerstandswaarden. Deze waarden worden waarschijnlijk veroorzaakt doordat de ondergrond tot een grotere diepte is verstoord (in vergelijking met het westelijke deel van het gemeten gebied). Deze overgang tussen 'schone' waarden in het westen en rommelige waarden in het oosten valt samen met de overgang tussen grasland (west) en akker (oost). Het is derhalve aannemelijk dat de zone met verstoringen wordt veroorzaakt door het grondgebruik.

Dergelijke verschillen in verstoring door landgebruik zijn ook waargenomen tijdens de opgraving ten zuiden van de N506 ten behoeve van de drukriolering (Roessingh, 2015). De werkput die op een perceel lag waar intensieve kolenteelt had plaatsgevonden was tot een grotere diepte verstoord dan de werkput welke in een perceel lag dat voornamelijk als grasland was gebruikt.

Verspreid over het gebied zijn een verschillende lineaire en cirkelvormige afwijkingen van lage weerstandswaarden te onderscheiden (afwijkingen A t/m I).

Afwijkingen B, E, F, H en I betreffen lineaire afwijkingen van lage weerstandswaarden met een breedte van 1 tot 2 m. Ook afwijkingen C, D en G komen overeen. Het betreft cirkelvormige afwijkingen met een centrum van licht verhoogde waarden en een buitenrand van lage weerstandswaarden met een diameter van 3 tot 4 m. In het geval van C en G lijken het clusters van deze afwijkingen te zijn. Ten slotte is nog een min of meer cirkelvormige afwijking (A) te onderscheiden in het westelijke deel van het onderzochte gebied. Deze afwijking heeft een diameter van circa 8 m, de breedte van de afwijking betreft circa 0,75 m.

De afwijkingen in het westelijke deel van het onderzochte gebied (ten westen van verstoring III) zijn duidelijker gedefinieerd en begrensd dan de afwijkingen in het oostelijke deel van het onderzochte gebied.

Interpretatie

Greppels

De afwijkingen B, E, F, H en I kunnen op basis van de aard en vorm waarschijnlijk worden geïnterpreteerd als greppels. De aangetroffen afwijkingen zijn vergeleken met de resultaten van elektrisch weerstandsonderzoek dat is uitgevoerd op De Rikkert. Op deze vindplaats is aangetoond dat afwijkingen in de weerstandsdata, geïnterpreteerd als greppels, inderdaad greppels uit de Bronstijd betreffen (<http://www.bronstijdwestfriesland.nl>). De tijdens onderhavig onderzoek aangetroffen afwijkingen komen qua aard, vorm en begrenzing (geofysisch) goed overeen met de greppels (zie ook Verschoof-van der Vaart, 2014). De afmetingen en vorm komen ook goed overeen met greppels uit de Bronstijd aangetroffen in Enkhuizen - Kadijken (Roessingh & Lohof, 2011). Gemiddeld hebben greppels hier een breedte van circa 1,3 m (de breedte varieert tussen 0,5 en 3,0 m).

Indien de vorm en ligging van de afwijkingen wordt vergeleken met de opgravingstekening van de zone direct ten zuiden van deelgebied 2 (figuur 8) is te zien dat afwijkingen B en F (en mogelijk E en H) lijken aan te sluiten op bestaande greppels.

Kringgreppels

De precieze interpretatie van afwijkingen A, C, D en G is onduidelijk. De individuele ronde structuren binnen afwijkingen C, D en G hebben een diameter van circa 4 m, terwijl afwijking A een diameter van circa 8 m heeft. Mogelijk kunnen deze afwijkingen, op basis van hun aard en vorm, worden geïnterpreteerd als kringgreppels of clusters van kringgreppels.

Een vergelijking tussen deze afwijkingen en de kringgreppels aangetroffen tijdens het onderzoek in Enkhuizen (Roessingh & Lohof, 2011) laat zien dat de diameter van de ronde kringgreppels varieert van 3,3 tot 4,9 m, met een gemiddelde van exact 4 m (de diameter varieert tussen 3 en 9,8 m). De breedte van de greppels zelf varieert tussen 0,2 en 0,7 m. Qua vorm komen zowel ronde als ovale, achtvormige en klaverbladvormige kringgreppels voor (zie Roessingh & Lohof, 2011, figuur 4.54). Ook clustering en oversnijding van meerdere kringgreppels komt regelmatig voor. Qua vorm en diameter komen deze afwijkingen ook goed overeen met kringgreppels die tijdens de opgraving ten zuiden van het deelgebied zijn aangetroffen. Ook oversnijdingen van verschillende kringgreppels komen hier voor (figuur 8).

3.3 Discussie

De bruikbaarheid van elektrisch weerstandsonderzoek

De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in plangebied Voetakkers zijn over het algemeen redelijk tot goed van kwaliteit. Het elektrisch weerstandsonderzoek heeft hinder ondervonden van de verschillen in grondgebruik. Deze verschillen zijn voornamelijk een belemmering tijdens de uitwerking van de meetgegevens; de uitvoer van het veldonderzoek ondervindt hiervan weinig hinder. Tijdens de uitwerking van de elektrische weerstandsdata was

in principe maar weinig bewerking van de data nodig om tot een duidelijk beeld van te komen.⁸ Enkel de verschillen in de elektrische weerstandsdata, ontstaan door de verschillen in onderliggende geologie, vergden meer verwerking van de data.

Tijdens het elektrisch weerstandsonderzoek in plangebied Voetakkers zijn binnen beide deelgebieden verschillende afwijkingen aangetroffen die (mogelijk) kunnen worden geïnterpreteerd als sporen (uit de Bronstijd). Het betreffen in beide deelgebieden (kring)greppels en mogelijke clusters van sporen. Op basis van voorgaand elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland is bekend dat naast (kring)greppels ook ringsloten, heuvellichamen (van grafheuvels en terpen) en grote (water)kuilen kunnen worden gemeten. De resultaten voldoen aan de verwachting zoals opgesteld voorafgaand aan het geofysisch onderzoek. Op basis van de resultaten van onderhavig onderzoek en voorgaand onderzoek kan worden geconcludeerd dat met elektrisch weerstandsonderzoek sporen uit de Bronstijd zijn op te sporen. Het elektrisch weerstandsonderzoek heeft echter wel enige beperkingen / problemen:

Een eerste beperking / probleem is dat (paal)kuilen ontbreken in de elektrische weerstandsdata van alle onderzoeken. Dit is waarschijnlijk deels het gevolg van de gehanteerde *sampling* afstand van 1 m (bij alle onderzoeken is gemeten in een standaard meetgrid van 1 bij 1 m). Dit heeft als gevolg dat afwijkingen kleiner dan 1 m (diameter) niet te onderscheiden zijn in de elektrische weerstandsdata. Kijkend naar de resultaten van het onderzoek op Enkhuizen - Kadijken blijkt dat bijvoorbeeld kuilen over het algemeen vrij klein zijn (variërend tussen 0,6 en 4,8 m diameter; Roessingh & Lohof, 2011). Paalkuilen zullen zelfs nog kleiner zijn. Derhalve is het aannemelijk dat een deel van deze sporen tijdens onderhavig onderzoek niet is aangetroffen. Dit zou mogelijk kunnen worden opgelost door bij elektrisch weerstandsonderzoek op vermoedelijke nederzettingsterreinen een kleinere *sampling* afstand te hanteren. Nadeel hiervan is dat dit de snelheid van het elektrisch weerstandsonderzoek omlaag haalt.

Een tweede beperking is dat de elektrische weerstandsmeter geen onderscheid kan maken tussen dicht naast elkaar-, op elkaar- of over elkaar liggende sporen doordat de weerstandsmeter een weerstandswaarde meet van een bodemvolume (in het geval van onderhavig onderzoek een halve bol met een diameter van circa 75 cm) en niet van een specifiek punt, op een specifieke diepte. Dit probleem komt duidelijk naar voren in de resultaten van onderhavig onderzoek. In het geval van nederzettingsterreinen, waar een grote hoeveelheid (vaak overlappende) sporen aanwezig zijn, kan dit leiden tot zones die afwijkende waarden geven maar waarbinnen geen duidelijke sporen zijn te herkennen (zie bijvoorbeeld afwijkingen J, K en L in deelgebied 1 van onderhavig onderzoek).

Dit zou mogelijk eveneens kunnen worden verbeterd door een kleinere *sampling* afstand (bijvoorbeeld van 1 m naar 0,5 m) te hanteren. Daarnaast zou ook gebruik kunnen worden gemaakt van een elektrische weerstandsmeter (RM15-D) met een Multiplexer (MPX-15). Met een

⁸ Dit is echter ook (sterk) afhankelijk van de manier en nauwkeurigheid van de dataverzameling (het veldonderzoek). Aangezien de data over het algemeen niet 'beter' kan worden tijdens het uitwerkingsproces.

dergelijke Multiplexer is het mogelijk om gelijktijdig met meerdere mobiele probe separaties (dus tot verschillende dieptes) te meten. Hierdoor kunnen mogelijk dieper gelegen sporen gescheiden worden van hoger gelegen sporen.

Wat ten slotte opvalt aan de resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in plangebied Voetakkers zijn de kleine verschillen tussen de 'natuurlijke' grond en de sporen, waardoor deze moeilijk te onderscheiden zijn in de metingen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het aanhoudende droge en warme weer voorafgaand en tijdens het veldonderzoek. Dit probleem zou kunnen worden opgelost door het geofysisch onderzoek reeds vroegtijdig in het onderzoeksproces op te starten en dan te wachten totdat er ideale weers- en bodemomstandigheden zijn.

Concluderend kan gezegd worden dat met elektrisch weerstandsonderzoek sporen uit de Bronstijd in West-Friesland zijn op te sporen. Tot nu toe betreffen dit 'grote' sporen, zoals (bundels van) greppels en grafheuvels. Door de *sampling* afstand tijdens toekomstig onderzoek te verkleinen (bijvoorbeeld van 1 naar 0,5 m) kunnen mogelijk meer kleinere sporen worden aangetroffen met elektrisch weerstandsonderzoek en kan een beter onderscheid gemaakt worden binnen zones met een hoge spoor concentratie. Dit heeft echter wel nadelige gevolgen voor de snelheid van het onderzoek.

Derhalve zou tijdens toekomstig onderzoek een keuze kunnen worden gemaakt tussen beide *sampling* afstanden. Indien enkel het aantonen van archeologie het doel van het onderzoek is (of bijvoorbeeld enkel grafheuvels of andere 'grote' sporen worden verwacht) kan worden volstaan met een *sampling* afstand van 1 m. Indien men specifieke sporen in kaart wil brengen kan worden gewerkt met een *sampling* afstand van 0,5 m.

Daarnaast zou gebruik kunnen worden gemaakt van een Multiplexer om sporen op verschillende dieptes beter te definiëren. Ten slotte zou bij toekomstig onderzoek kunnen worden getracht om gebieden te onderzoeken tijdens ideale weers- en bodemomstandigheden om de kansen op een succesvol onderzoek te verhogen.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Onderzoeksvragen

Aard en omvang

1. *Wat voor archeologische resten worden binnen de te onderzoeken deelgebieden verwacht?*

Op basis van voorgaand onderzoek werden nederzettingssporen verwacht. Meer specifiek werden ophoogpakketten, greppels, (paal)kuilen, ploegsporen en vlakgraven worden verwacht. Daarnaast is het mogelijk dat verdwenen grafheuvels aanwezig zijn in beide deelgebieden. Derhalve kunnen heuvellichamen (ophoogpakketten), (kring)greppels en paalkransen en begravingen en bijzettingen worden verwacht. Binnen beide deelgebieden zijn (bundels van) greppels aangetroffen. In de deelgebieden zijn mogelijk ook (clusters) kuilen aangetroffen. In deelgebied 1 zijn mogelijk enkele kringgreppels waargenomen.

2. *Wat is de ligging en de omvang van de aangetroffen archeologische resten in de bovengenoemde deelgebieden?*

Voor de ligging van de aangetroffen afwijkingen wordt verwezen naar figuur 4 t/m 8. De (bundels van) greppels in beide deelgebied variëren in breedte tussen 1 en 6 m. De mogelijk kringgreppels hebben een individuele diameter van 4 m. In deelgebied 2 is mogelijk een grotere kringgreppel, met een diameter van circa 8 m, aangetroffen. De clusters van sporen variëren in afmeting tussen 5 bij 4 en 9 bij 5 m.

3. *Wat is de aard van de aangetroffen archeologische resten?*

Op basis van de aard, vorm en ligging (en een vergelijking tussen de resultaten van het onderhavige onderzoek en eerder geofysisch en gravend onderzoek) kunnen de aangetroffen afwijkingen worden geïnterpreteerd als (bundels van) greppels, kringgreppels en clusters sporen.

Bruikbaarheid

4. *Hebben eerdere elektrisch weerstandsonderzoeken naar sporen uit de Bronstijd in West-Friesland plaatsgevonden? Zo ja, wat waren de resultaten?*

In West-Friesland hebben drie eerdere elektrisch weerstandsonderzoeken naar sporen uit de Bronstijd plaatsgevonden. Twee van deze onderzoeken hadden goede tot zeer goede resultaten. Bij deze twee onderzoeken zijn zowel nederzettingssporen (in de vorm van greppels en grote kuilen) als grafheuvels (in de vorm van heuvellichamen en ringsloten) succesvol in kaart gebracht. Het derde onderzoek had slechte resultaten. Dit was waarschijnlijk het gevolg van een sterk verstoorde bovengrond.

5. *In hoeverre komen de resultaten van het geofysisch onderzoek overeen met de resultaten van de opgraving in deelgebied 1?*

Een vergelijking tussen de resultaten van beide onderzoeken laat zien dat een deel van de

sporen in kaart zijn gebracht (of kunnen worden gekoppeld aan afwijkingen in de meetdata), terwijl een deel van de sporen geen duidelijke *respons* vertonen in de metingen. Voornamelijk de 'grotere' sporen (zoals bundels van greppels), clusters van sporen en zones met hoge concentraties sporen zijn in de metingen te onderscheiden. Individuele sporen blijken vrijwel niet te onderscheiden in de meetgegevens. Dit is waarschijnlijk (deels) het gevolg van de gehanteerde *sampling* afstand.

6. *Welke conclusies kunnen aan de hand van de vergelijking worden getrokken met betrekking tot de bruikbaarheid van elektrisch weerstandsonderzoek in de prospectie naar archeologische resten uit de Bronstijd in West-Friesland?*

Concluderend kan gezegd worden dat met elektrisch weerstandsonderzoek sporen uit de Bronstijd in West-Friesland zijn op te sporen. Tot nu toe betreffen dit 'grote' sporen, zoals (bundels van) greppels en grafheuvels. Door de *sampling* afstand tijdens toekomstig onderzoek te verkleinen (bijvoorbeeld van 1 naar 0,5 m) kunnen mogelijk meer kleinere sporen worden aangetroffen met elektrisch weerstandsonderzoek en kan een beter onderscheid gemaakt worden binnen zones met een hoge spoor concentratie. Dit heeft echter wel nadelige gevolgen voor de snelheid van het onderzoek.

Derhalve zou tijdens toekomstig onderzoek een keuze kunnen worden gemaakt tussen beide *sampling* afstanden. Indien enkel het aantonen van archeologie het doel van het onderzoek is (of bijvoorbeeld enkel grafheuvels of andere 'grote' sporen worden verwacht) kan worden volstaan met een *sampling* afstand van 1 m. Indien men specifieke sporen in kaart wil brengen kan worden gewerkt met een *sampling* afstand van 0,5 m.

Daarnaast zou gebruik kunnen worden gemaakt van een Multiplexer om sporen op verschillende dieptes beter te definiëren. Ten slotte zou bij toekomstig onderzoek kunnen worden getracht om gebieden te onderzoeken tijdens ideale weers- en bodemomstandigheden om de kansen op een succesvol onderzoek te verhogen.

Literatuur

- Gaffney, C. & J. Gater**, 2010. *Revealing the buried past: geophysics for archaeologists*. Tempus, Stroud (UK).
- Hakvoort, S. & H. Jansen**, 2013. Archeologisch proefsleuvenonderzoek Westfrisiaweg. Eindrapport fase 1 en 2, *Grontmij Archeologische Rapporten* 900. Grontmij, Houten.
- Hessing, W.A.M. & A. Kattenberg**, 2013. Toelichting bij de Guidelines Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation van English Heritage. Amersfoort, SIKB.
- Jones, D.M. (ed.)**, 2008. *Guidelines Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*. Swindon, English Heritage.
- Roesingh, W.**, 2015. Venhuizen – N506 aanleg drukriolering. Een archeologische opgraving, *ADC Rapport* 3698. ADC ArcheoProjecten, Amersfoort.
- Roessingh, W. & E. Lohof**, 2011. Bronstijdboeren op de kwelders. Archeologisch onderzoek in Enkhuizen-Kadijken, *ADC Rapport* 2200. ADC ArcheoProjecten, Amersfoort.
- Schmidt, A.**, 2013. *Earth Resistance for Archaeologists*. AltaMira Press, Plymouth (UK).
- Verschoof-van der Vaart, W.B.**, 2014. *Antwoord op vragen aangaande geofysisch onderzoek op monument De Eendenkooi* (RAAP-memo 22 oktober 2014), RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.
- Verschoof-van der Vaart, W.B.**, 2016. Plangebied De Eendenkooi, gemeente Medemblik; archeologisch vooronderzoek: een geofysisch onderzoek, *RAAP-rapport* 3220. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.
- Vries-Metz, W.H. de**, 1993. *Luchtfoto-archeologie in Oostelijk West-Friesland: mogelijkheden en resultaten van archeologische Remote Sensing in een verdwijnend prehistorisch cultuurlandschap*. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.

Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

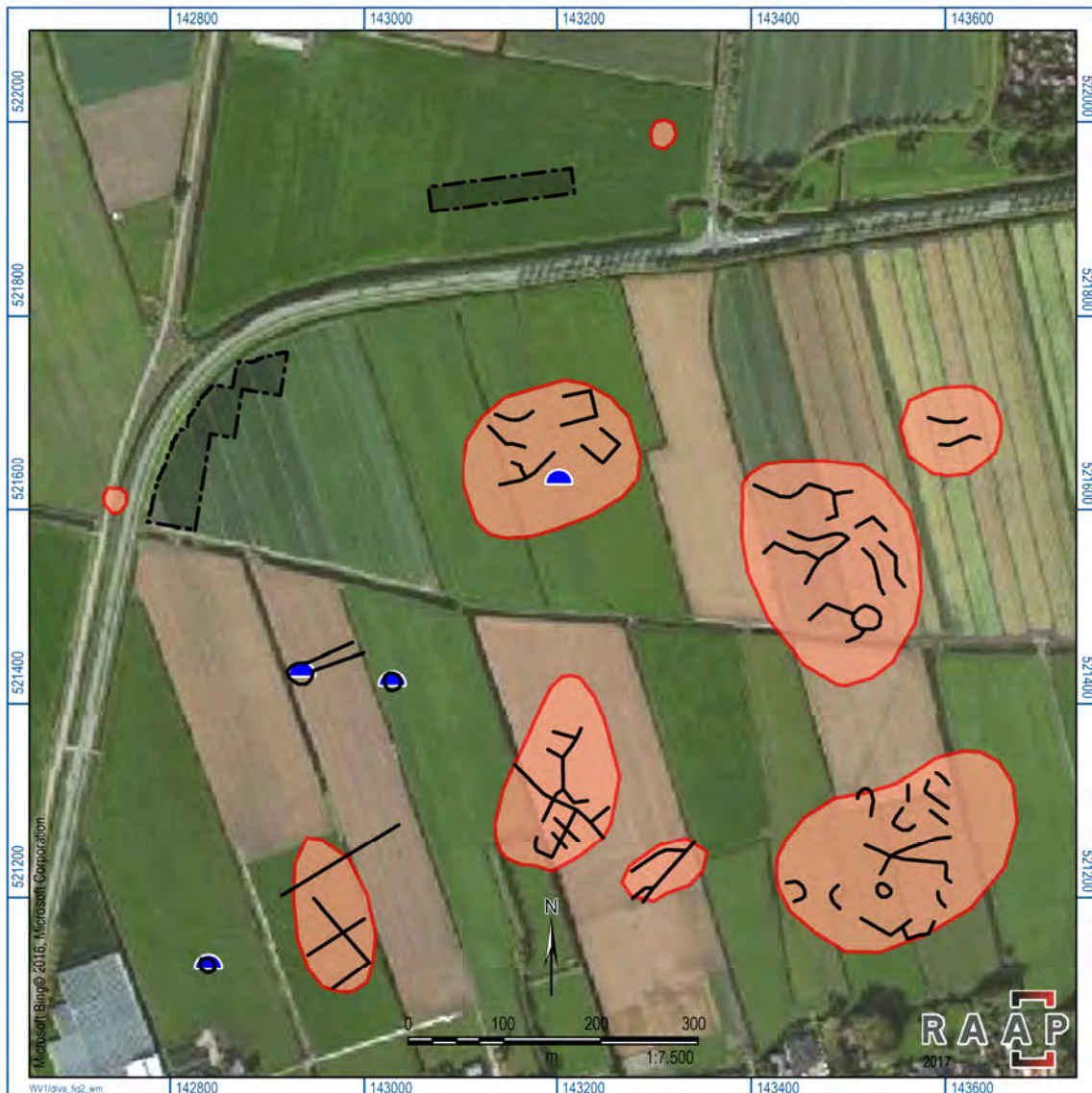
- Figuur 1.** Ligging van de deelgebieden (gearceerd) met ARCHIS-waarnemingen (rood) en AMK-terreinen (blauw) op een recente luchtfoto; inzet: ligging in Noord-Holland.
- Figuur 2.** Ligging van de deelgebieden (gearceerd) met zones met prehistorische nederzettingen (rood), sporen (zwart) en grafheuvels (blauw) volgens de Vries-Metz (1993) op een recente luchtfoto.
- Figuur 3.** Overzicht van voorgaand onderzoek in de omgeving van onderhavig plangebied en de bewoningskern uit de Midden-Bronstijd (rood) op een vereenvoudigde kaart van Ente (lichtgeel: zavelgronden, geel: zandgronden); bron: Roessingh, 2015.
- Figuur 4.** De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in deelgebied 1.
- Figuur 5.** De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek (met een high- en lowpass filter) in deelgebied 1.
- Figuur 6.** De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek en het gravend onderzoek (zwart) in deelgebied 1.
- Figuur 7.** De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in deelgebied 2.
- Figuur 8.** De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek en het gravend onderzoek.
- Tabel 1.** Archeologische tijdschaal.
- Tabel 2.** Eerder elektrisch weerstandsonderzoek in West-Friesland.
- Tabel 3.** De te onderzoeken deelgebieden en de te verwachten sporen.
- Tabel 4.** Algemene afwijkingen elektrische weerstandsmeter.
- Bijlage 1.** Geofysisch survey sheet

Bijlage 1. Geofysisch survey sheet

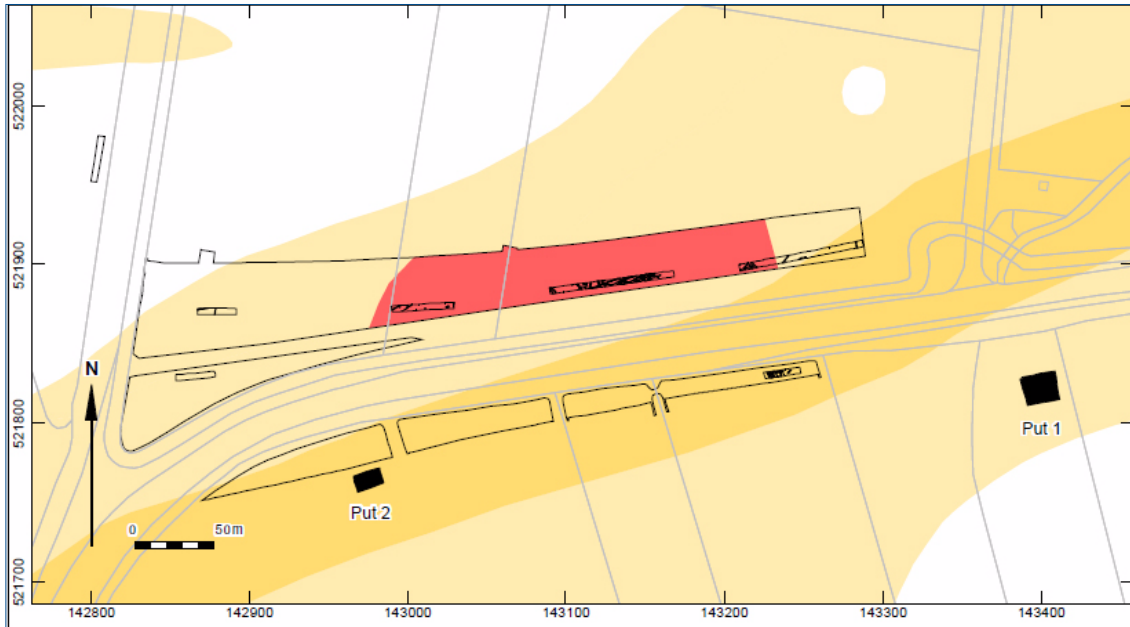
Projectcode	DRVA
Toponiem	Voetakkers
Site type	nederzetting
Beschrijving	het betreft een terrein met resten van nederzetting(en)
Periode	Bronstijd
Geologie	kreekazettingen
Huidig landgebruik	Grasland / akker
Weersomstandigheden	Droog en warm
Type geofysisch onderzoek	elektrisch weerstandsonderzoek
Instrument	RM15-D
Configuratie	twin-probe
Separatie mobile probes	0,75 m
Methode	ZIGZAG
Sample interval	1 m
Transverse interval	1 m
Voltage	40 Volt
Ampere	1 mA
Gain	x10
Auto-log snelheid	Slow
Operator(s)	W.B. Verschoof-van der Vaart MA
Start- en einddatum veldonderzoek	juni 2015



Figuur 1. Ligging van de deelgebieden (zwart gearceerd) met ARCHIS-waarnemingen (rood) en AMK-terreinen (blauw) op een recente luchtfoto; inzet: ligging in Noord-Holland.



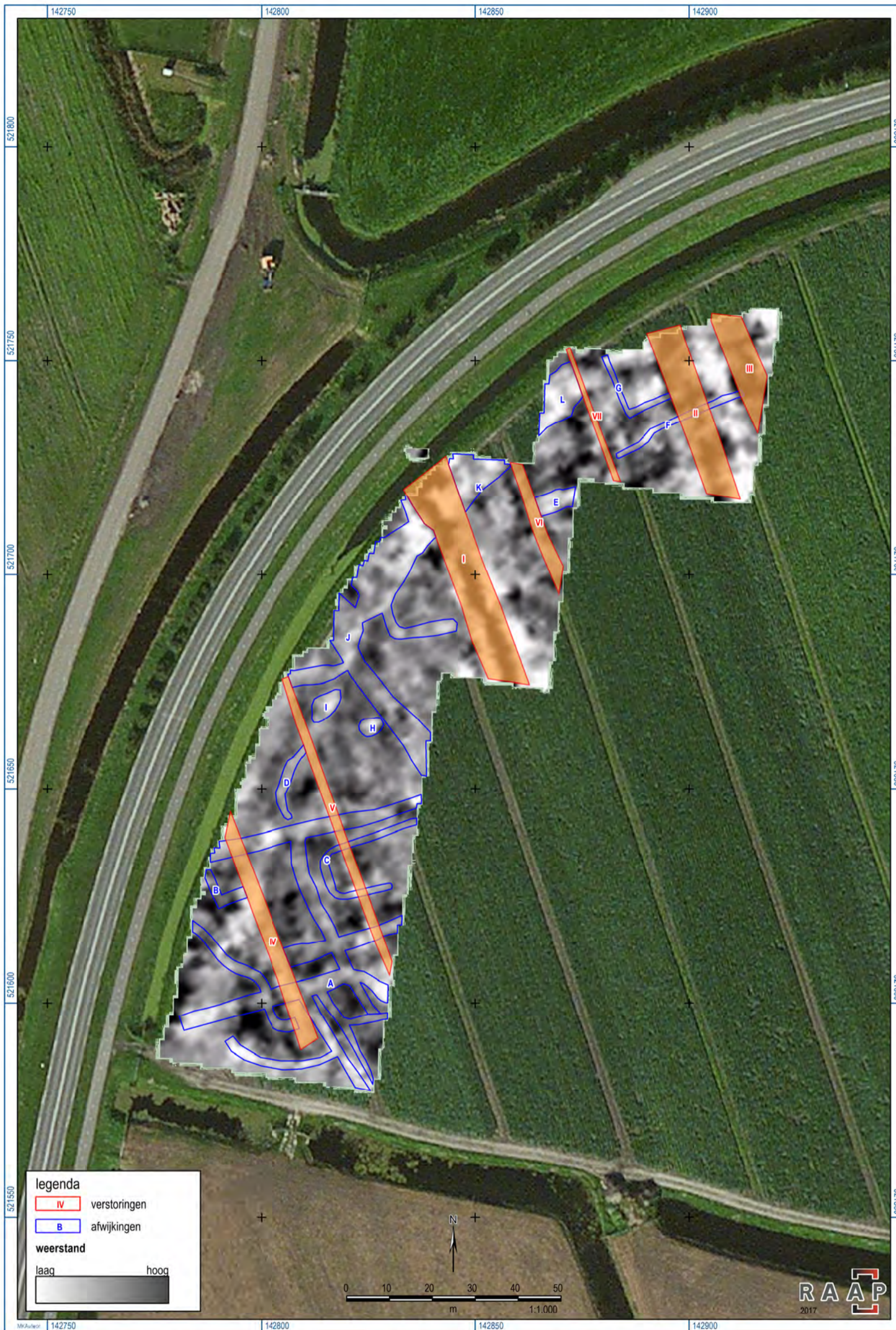
Figuur 2. Ligging van de deelgebieden (gearceerd) met zones met prehistorische nederzettingen (rood), sporen (zwart) en grafheuvels (blauw) volgens de Vries-Metz (1993) op een recente luchtfoto.



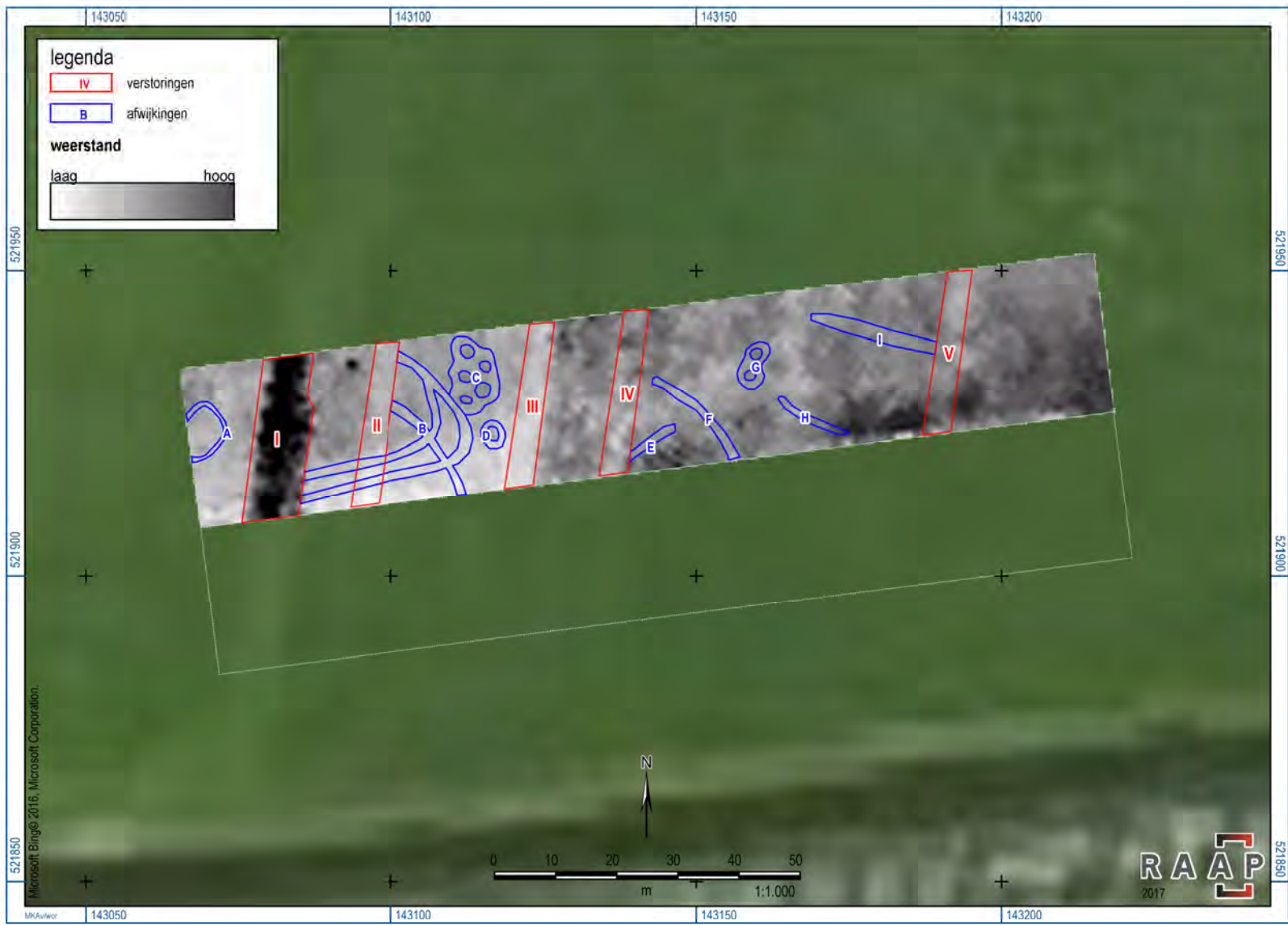
Figuur 3. Overzicht van voorgaand onderzoek in de omgeving van onderhavig plangebied en de bewoningskern uit de Midden-Bronstijd (rood) op de vereenvoudigde kaart van Ente (lichtgeel: zavelgronden, geel: zandgronden); bron: Roessingh, 2015.



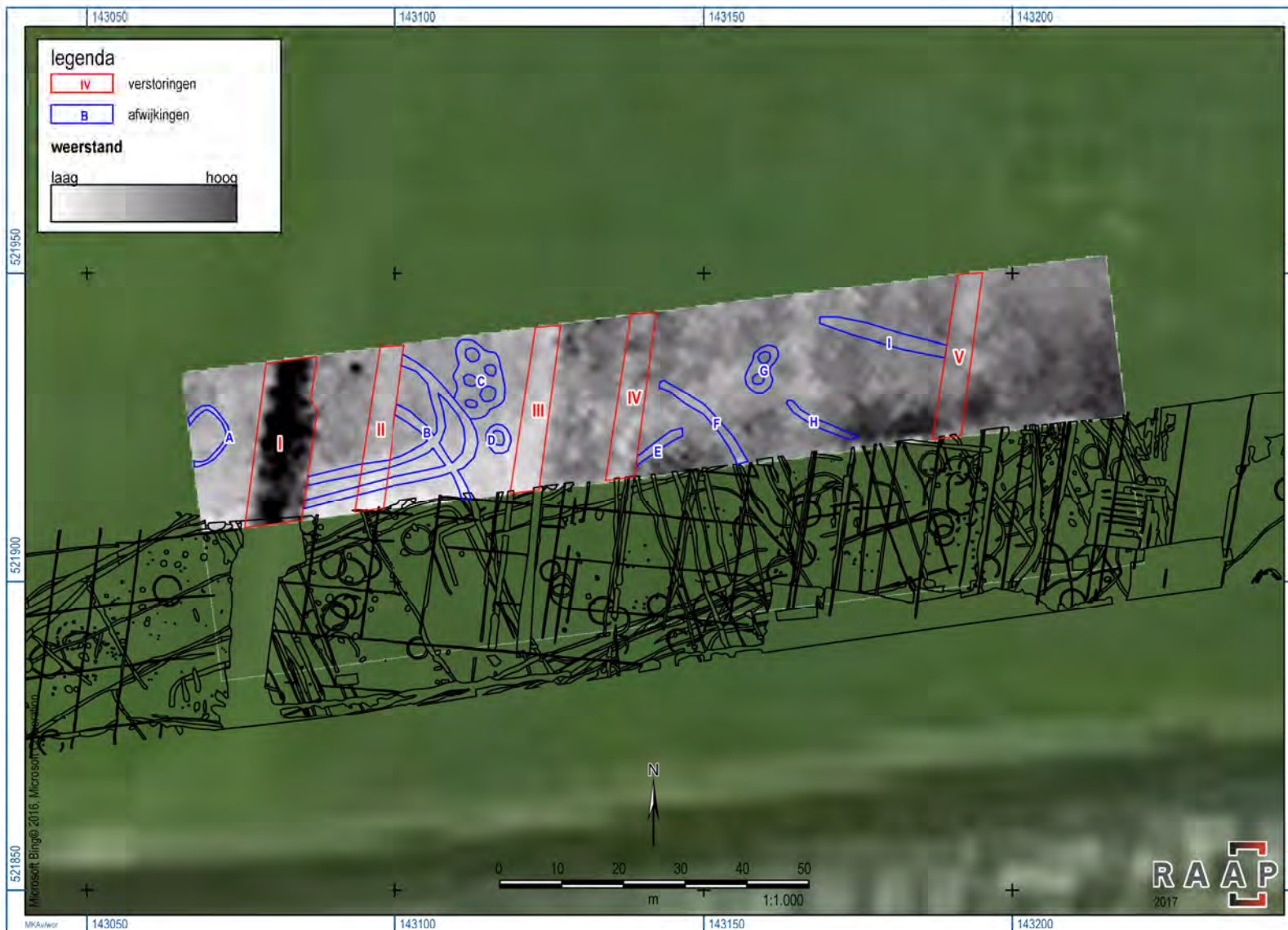
Figuur 4. De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in deelgebied 1.



Figuur 5. De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek (met een high- en lowpass filter) in deelgebied 1.



Figuur 7. De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek in deelgebied 2.



Figuur 8. De resultaten van het elektrisch weerstandsonderzoek en het gravend onderzoek.