

**Een aanvullend archeologisch  
inventariserend veldonderzoek door  
middel van boringen ter plaatse van  
monumentterrein 4.282 de Munnikenhof  
te Brakel, gemeente Zaltbommel (Gld)**

W.J.F. Thijs

ARC-Rapporten 2010-251

Geldermalsen  
2010  
ISSN 1574-6887



## Colofon

Een aanvullend archeologisch inventariserend veldonderzoek door middel van boringen ter plaatse van monumentterrein 4.282 de Munnikenhof te Brakel, gemeente Zaltbommel (Gld)

ARC-Rapporten 2010-251  
ARC-Projectcode 2009/357

Tekst

W.J.F. Thijs

Afbeeldingen

W.J.F. Thijs

Redactie

K. Otten

Beheer en plaats van documentatie  
Archaeological Research & Consultancy

*Versie 1.1, 18 november 2010*

Autorisatie — A. Ufkes



Uitgegeven door  
ARC bv  
Postbus 41018  
9701 CA Groningen

ISSN 1574-6887

Geldermalsen, 2010

Een recente lijst van de ARC-Rapporten is te vinden op [www.arcbv.nl](http://www.arcbv.nl)

---

**Projectgegevens**

---

Projectnaam	Brakel, Munnikenhof
Projectcode	2009/357
Archisnummer	36582
Plaats van beheer en documentatie	Archaeological Research & Consultancy
Projectleider	dhr. ir. W.J.F. Thijs
Contact	0345 – 620102, w.thijs@arcbv.nl
Opdrachtgever	Waterschap Rivierenland, dhr. J. K. Luijt
Contact	026 – 3781205, j.k.luijt@minlnv.nl
Bevoegd gezag	Gemeente Zaltbommel, drs. C.M.A. Sanders
Contact	0418 – 681681, cmasanders@zaltbommel.nl

---

**Locatiegegevens**

---

Toponiem	Munnikenhof
Plaats	Brakel
Gemeente	Zaltbommel
Provincie	Gelderland
Kaartblad	44F
RD-coördinaten	NW: 132.158/424.868 NO: 132.376/424.882 ZO: 132.255/423.989 ZW: 132.145/424.024
Oppervlakte	4,0 ha

---

**Beschrijving onderzoekslocatie**

---

Geologie	Formatie van Echteld
Geomorfologie	Rivieroeverwal
Bodem	Ooi- en Poldervaaggronden
Historische situatie	In de 13e eeuw is op de onderzoekslocatie de kloosterhoeve Munnikenhof gebouwd.
Archeologische trefkans	De onderzoekslocatie bestaat voor het grootste deel (met uitzondering van het noordoostelijke deel) uit het archeologische monument 4.282. Binnen dit monumentterrein is een cultuurlaag aanwezig die wordt toegeschreven aan kloosterboerderij de Munnikenland uit de 13e eeuw. Het monumentterrein heeft een hoge trefkans op sporen hiervan.

---



Afbeelding 1. Topografische kaart van de onderzoekslocatie (omcirkeld) en omgeving, voorzien van RD-coördinaten. Bron: Topografische Dienst Nederland.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding tot het onderzoek

In opdracht van Waterschap Rivierenland heeft Archaeological Research & Consultancy (ARC bv) een verkennend en waarderend archeologisch inventariserend veldonderzoek (IVO) door middel van boringen uitgevoerd op het monumentterrein 4.282 ter plaatse van de Waarden bij Slot Loevenstein te Brakel, gemeente Zaltbommel (afb. 1). Aanleiding tot dit onderzoek vormt de voorgenomen ont-poldering van Buitenpolder het Munnikenland en de aanleg van enkele strangen (nevengeulen) in de Waarden bij Slot Loevenstein in het kader van het programma Ruimte voor de Rivier. Voor deze werkzaamheden wordt waarschijnlijk niet gegraven op de onderzoekslocatie. De locatie is onderzocht om de fysieke kwaliteiten van het plangebied Munnikenland van Ruimte voor de Rivier in kaart te brengen. Het veldwerk is uitgevoerd op 19 en 31 augustus en 1 september 2009 door ir. W.J.F. Thijs, drs. K.A. Hebinck, en ing. M.C. Botermans en op 11 oktober 2010 door M. Verboom-Jansen MSc en drs. K.A. Hebinck. Het archeologisch onderzoek is uitgevoerd conform de eisen die gesteld worden in de Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie (KNA versie 3.1).<sup>1</sup>

## 1.2 Onderzoeksgeschiedenis

In januari – juli 2008 is een bureau-onderzoek met veldtoetsing verricht door landschapsarcheoloog drs. E. Heunks (Heunks 2008). De conclusies en aanbevelingen van dit veldonderzoek zijn hieronder weergegeven en vormen het uitgangspunt voor het verkennend onderzoek. Op grond van het verkennend inventariserend veldonderzoek zijn de volgende conclusies en aanbevelingen gegeven:

*Volgens het bureau-onderzoek komen in het onderzoeksgebied twee meandergordels voor: de meandergordel van de (Afgedamde) Maas en een oudere meandergordel, waarschijnlijk de meandergordel van Rijswijk. Hieronder staat een overzicht gegeven van de kenmerken van deze meandergordels:*

**Meandergordel van de Maas** *De onderzoekslocatie ligt op oeverafzettingen behorend tot de meandergordel van de Maas. Deze meandergordel is actief geweest van 1200 na Christus – heden. De oeverafzettingen van deze meandergordel hebben een hoge trefkans op intacte archeologische resten en/of sporen uit de periode Middeleeuwen – Nieuwe Tijd. De archeologische resten behorend tot de Munnikenhof zijn afgedekt met sedimenten van deze meandergordel.*

**Meandergordel van Rijswijk** *Volgens Berendsen & Stouthamer (2001) komt de meandergordel van Rijswijk alleen voor westelijk van de Afgedamde Maas. Deze meandergordel is actief geweest van 395 voor Christus – het jaar 0. Tijdens de veldtoets zijn in de ondergrond van het monumentterrein op een*

<sup>1</sup>De inhoud van de KNA kan worden geraadpleegd op [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl).

*diepte rond 1,0 m -NAP beddingafzettingen aangetroffen van een onbekende meandergordel. De vondst van Romeins aardewerk in de afgetichelde grond van de ontkleingswerkzaamheden doet vermoeden dat de aangetroffen beddingafzettingen behoren tot de meandergordel van Rijswijk. Deze meandergordel heeft een hoge trefkans op intacte archeologische sporen en/of resten uit de periode Romeinse Tijd – Middeleeuwen.*

*Het monumentterrein is van archeologische waarde en bevat de archeologische resten van Kloosterboerderij Munnikenhof. Deze boerderij werd in de 13e eeuw na Christus gebouwd om het Munnikenland opnieuw te ontginnen. Dit land was in onbruik geraakt door de catastrofale doorbraak van de Alm in de 11e of 12e eeuw waarbij rivier zich verlegde in noordelijke richting. Hierdoor kwam de Alm bij Woudrichem uit in de Waal. De kloosterboerderij is waarschijnlijk gebouwd op een restant van de stroomgordel van Rijswijk. In de afgegraven grond afkomstig van de kleiwinning zijn tussen het bouwpuin van de kloosterboerderij enkele fragmenten Romeins aardewerk aangetroffen. Wanneer en waarom de kloosterboerderij is verdwenen is niet bekend.*

In augustus 2009 is door Archaeological Research & Consultancy op het terrein van de Munnikenhof een verkennend en waarderend archeologisch onderzoek uitgevoerd (Thijs 2009). Dit heeft de volgende resultaten opgeleverd:

*De aanwezigheid van de kloosterboerderij kan worden afgeleid door de aanwezigheid van een cultuurlaag, bestaande uit een bruinigrijze tot donkerbruine ‘vuile’ laag. In deze laag zijn in het waarderend onderzoek een groot aantal archeologische indicatoren en twee grondsporen waargenomen die kunnen worden gerelateerd aan de kloosterboerderij. In de verspreiding van deze indicatoren kunnen twee duidelijke concentraties worden onderscheiden, op het centrale en zuidelijk deel van het monument. Deze kernen liggen op de plaatsen waar de vondstlaag het hoogst ligt in m NAP. De vondstlaag ligt gemiddeld op een diepte van ca. 0,8 m -mv maar ligt met name op het noordwestelijk deel van het monumentterrein dichter onder maaiveld (<0,5 m -mv). De vondstlaag is afgedekt door sedimenten van de Maas. De conservering van de resten is hierdoor goed te noemen. Bij de ontkleining in de jaren 70 is een deel van de resten van de kloosterboerderij verloren gegaan. De begrenzing van het monument is grotendeels voldoende om de nog aanwezige resten te beschermen, ten oosten, noorden en westen van het monument zijn geen intacte archeologische resten waargenomen die te relateren zijn aan de kloosterboerderij. Gezien de vondstconcentraties direct langs de zuidelijk grens van het monument is het niet onwaarschijnlijk dat de resten zich uitstrekken tot aan de geul van de Afgedamde Maas.*

Tijdens het waarderend onderzoek is een aantal vondsten gedaan. Deze vondsten zijn opgestuurd naar de vestiging van Archaeological Research & Consultancy in Groningen, maar helaas is dit vondstmateriaal zoekgeraakt bij TNT Post. Er kon helaas dus geen nadere datering worden aan het kloosterboerderijterrein.

### 1.3 Doel van het inventariserend veldonderzoek

Het doel van het verkennend inventariserend veldonderzoek was om vast te stellen waar de vondstlaag behorend bij de kloosterboerderij Munnikenhof nog aanwezig is en in hoeverre het monument is aangetast door de voormalige kleiwinning. Ook heeft dit als doel de fysisch geografische context van de vindplaats vast te stellen. Het waarderend onderzoek had als doel te bepalen wat voor archeologische waarden nog aanwezig zijn op het monumentterrein en wat de waarde hiervan is. Het doel van het aanvullend inventariserend veldonderzoek was om alsnog vondstmateriaal te verwerven van het monumentterrein waarmee de kloosterboerderij nader gedateerd kan worden, zonder al teveel schade aan te richten aan het monument.

### 1.4 Werkwijze

Ter plaatse van de meest kansrijke gebieden (vastgesteld op basis van het voorgaande onderzoek) zijn in totaal zes boringen geplaatst. De boringen zijn geplaatst met een edelmanboor met een diameter van 12 cm. De positie van de boringen is bepaald met behulp van GPS. De maaiveldhoogte is bepaald aan de hand van het Actueel Hoogtebestand Nederland.<sup>2</sup> Het opgeboorde materiaal van de boringen is doorzocht op de aanwezigheid van archeologische resten zoals aardewerkfragmenten, houtskool, fosfaatvlekken, vuursteen, natuursteen, verbrand leem en bot. De boringen zijn beschreven volgens de Archeologische Standaardbeschrijvingsmethode (ASB). Boringen met veel archeologische indicatoren zijn bemonsterd en gezeefd over een zeef van 3 mm. De zeefresiduen zijn hierna bekeken op het voorkomen van archeologische indicatoren.

---

<sup>2</sup>[www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)



vnr	boring	diepte	inhoud	bijzonderheden	datering	afstoten ja/nee
1	36	60– 100	1 aardewerk	grijs gedraaid	14e/15e	nee
2	38	50–80	1 aardewerk	grijs gedraaid	14e/15e	nee
3	38	110	6 aardewerk	1 individu kogelpot	LME	nee
4	38	130	1 aardewerk	steengoed Siegburg	13e	nee
4	38	130	1 bot	kies schaap/geit DP 4	nvt	nee
5	39	90– 120	3 aardewerk	1 steengoed Siegburg en 2 individuen grijs gedraaid	14e/15e	nee
6	39	80	aardewerk	1 bodemfragment roodbakkend loodglazuur	16e/17e	nee

Tabel 1. Overzicht van het aangetroffen vondstmateriaal.

## 2 Resultaten inventariserend veldonderzoek

In het aanvullend onderzoek zijn zes aanvullende boringen gezet (boring 34–39). De locatie van de boringen van het aanvullende onderzoek is weergegeven in afbeelding 3. In deze afbeelding staat tevens de verspreiding van de cultuurlaag weergegeven met de boringen uit de waarderende fase. De resultaten van het aanvullend booronderzoek zijn opgenomen in bijlage 1.

De bodemopbouw van de geplaatste boringen was vergelijkbaar met de resultaten uit de eerdere onderzoeken. Voor een beschrijving van de bodemopbouw wordt daarom verwezen naar Thijs (2009).

In de zeefresiduen van de boringen 36, 38 en 39 is dateerbaar materiaal aangetroffen. Het aardewerk is bekeken door drs. J. Schoneveld en J.J. Lenting. Het botmateriaal is gedetermineerd door mw. drs. H. Halıcı.

Op basis van het aangetroffen aardewerk kan de datering van de kloosterhoeve Munnikenland nader worden bepaald. Het oudste aangetroffen aardewerk (in boring 38) bevestigt de aangenomen ouderdom van de stichting van de hoeve: de 13e eeuw. Op basis van de andere vondsten mag worden geconcludeerd dat de hoeve in ieder geval nog in de 14e en mogelijk zelfs in de 15e eeuw aanwezig was. De vondst van roodbakkend loodgeglazuurd aardewerk uit de 16e – 17e eeuw lijkt op basis van de datering van het overige materiaal een *vervuiling* te betreffen en niet afkomstig te zijn van de kloosterhoeve. Het materiaal is afkomstig uit de laag bóven de daadwerkelijke cultuurlaag.

### 3 Samenvatting en conclusie

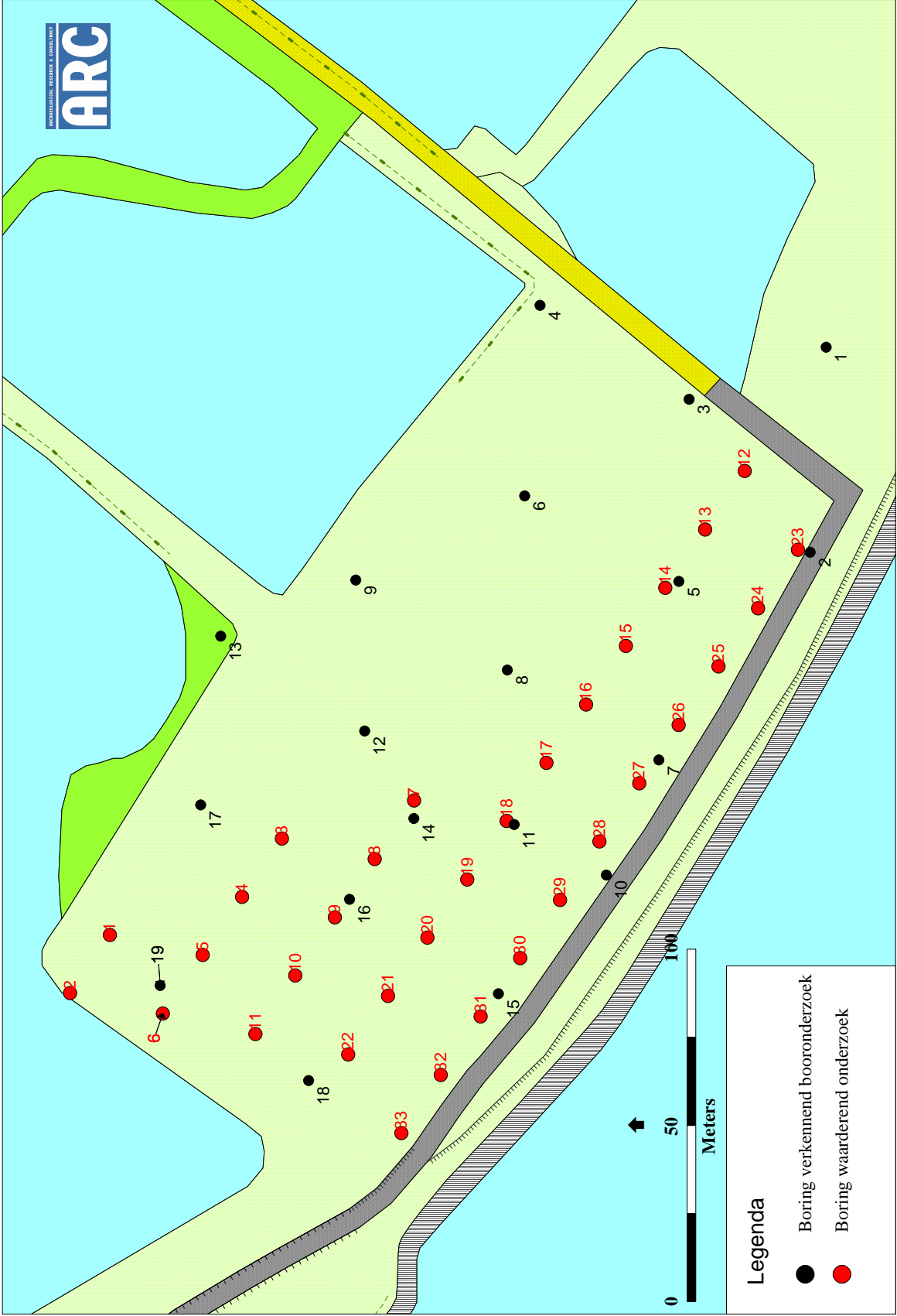
In het kader van het uitvoeringsprogramma Ruimte voor de Rivier is het monumentterrein 4.282 (de Munnikenhof) onderzocht middels een verkennend-, een waarderend- en een aanvullend booronderzoek. Het monumentterrein is momenteel van archeologische waarde en bevat resten van bovengenoemde kloosterboerderij. In het waarderend onderzoek zijn een groot aantal archeologische indicatoren en twee grondsporen waargenomen die kunnen worden gerelateerd aan deze kloosterboerderij. In de verspreiding van deze indicatoren kunnen twee duidelijke concentraties worden onderscheiden: op het centrale én op het zuidelijke deel van het monument. Deze kernen liggen op de plaatsen waar de vondstlaag het hoogst ligt (gemeten ten opzichte van NAP). De vondstlaag ligt gemiddeld op een diepte van ca. 0,8 m –mv maar ligt met name op het noordwestelijke deel van het monumentterrein minder diep (<0,5 m –mv). De vondstlaag is afgedekt door sedimenten van de Maas. De resten zijn hierdoor goed geconserveerd. Bij de ontkleining in de jaren 70 is een deel van de resten van de kloosterboerderij verloren gegaan. De begrenzing van het monument is grotendeels voldoende om de nog aanwezige resten te beschermen. Ten oosten, noorden en westen van het monument zijn geen intacte archeologische resten waargenomen die te relateren zijn aan de kloosterboerderij. Gezien de vondstconcentraties direct langs de zuidelijk grens van het monument is het niet onwaarschijnlijk dat de resten zich uitstrekken tot aan de geul van de Afgedamde Maas. Dit wordt bevestigd door de waarneming van kloostermoppen en bouwpuin tijdens lage waterstanden van de Afgedamde Maas. Dit deel is in onderhavig onderzoek niet onderzocht omdat hier de zomerdijk van de Afgedamde Maas ligt. Met behulp van het vondstmateriaal uit het aanvullend onderzoek kan de datering van de kloosterboerderij worden bepaald. De oorsprong van de boerderij, als afkomstig uit de 13e eeuw, is met behulp van het vondstmateriaal bevestigd. De boerderij is in ieder geval in de 14e eeuw en mogelijk zelfs in de 15e eeuw aanwezig geweest. Een fragment uit de 16e – 17e eeuw, afkomstig van net boven de cultuurlaag die wordt toegeschreven aan de kloosterboerderij, lijkt niet te behoren bij de kloosterhoeve.

## **4 Aanbeveling**

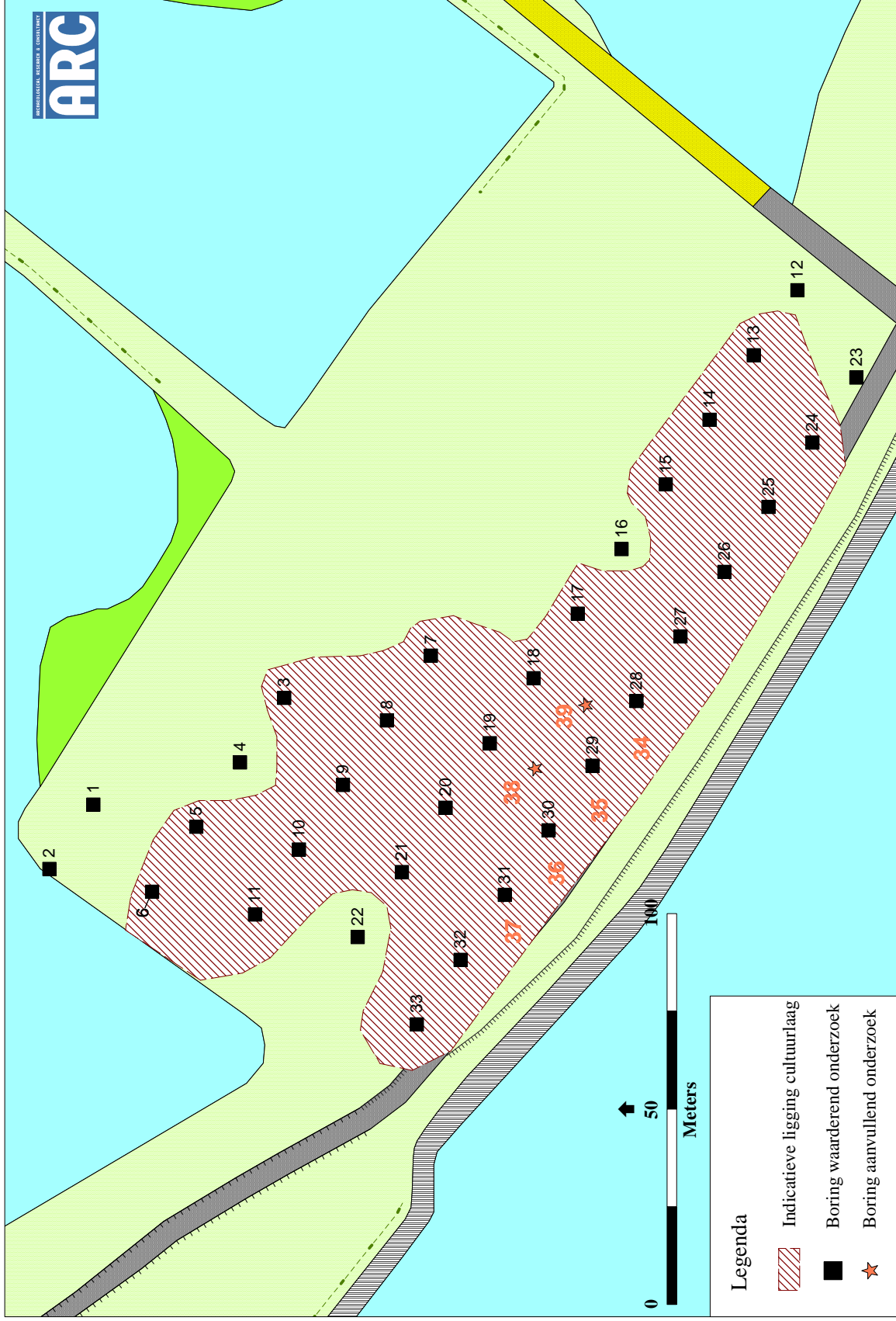
Op de onderzoekslocatie zijn de goed geconserveerde resten van kloosterboerderij de Munnikenhof aangetroffen. Op de onderzoekslocatie is een grote hoeveelheid archeologische indicatoren aangetroffen. Hiernaast zijn ook twee grondsporen aangetroffen. De huidige waardering van het terrein ('van archeologische waarde') is daarom waarschijnlijk aan de lage kant. Wij adviseren om de waarde van het terrein te verhogen naar een 'hoge waarde'. Ook wordt geadviseerd om de zuidelijke grens van het monument te verplaatsen tot aan de Afgedamde Maas. Op de locatie is geen muurwerk aangetroffen, maar het is aannemelijk dat dit nog wel aanwezig is. Wij adviseren om een vervolgonderzoek uit te voeren met behulp van een grondradar om uit te wijzen of er inderdaad muurwerk aanwezig is. Een dergelijk vervolgonderzoek biedt een vollediger inzicht in de actuele archeologische waarde van het monument.

## Literatuur

- Berendsen, H.J.A., 2004. *De vorming van het land*. Assen (Fysische geografie van Nederland). 4e, geheel herziene druk.
- Berendsen, H.J.A. & E. Stouthamer, 2001. *Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands*. Assen.
- Brandt, R.W. et al. (red.), 1992. *ARCHIS. Archeologisch Basis Register, versie 1.0*. Amersfoort.
- Heunks, E., 2008. *Basisrapport archeologische vindplaatsen en verwachtingen Munnikenland; Archeologisch vooronderzoek bureauonderzoek met veldtoetsing*. Utrecht.
- Mulder, E.J.F. de et al., 2003. *De ondergrond van Nederland*. Utrecht.
- Thijs, W.J.F., 2009. *Een verkennend en waarderend archeologisch inventariserend veldonderzoek door middel van boringen ter plaatse van monumentterrein 4.282 de Munnikenhof te Brakel, gemeente Zaltbommel (Gld)*. Geldermalsen (ARC-Rapporten 2009-190).



Afbeelding 2. Boorpuntenkaart van het verkennend en waarderend booronderzoek. Door: W.J.F. Thijs.



Afbeelding 3. Boorpuntenkaart van het waarderend en aanvullend booronderzoek met indicatieve ligging van de cultuurlaag behorend bij de kloosterboerderij Munnikenhof. Door: W.J.F. Thijs.

## Bijlage 1 Boorstaten

Locatiebepaling	gemeten, differentieel GPS, nauwkeurig 1
Referentievlak	Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling	gemeten, landmeting
Nauwkeurigheid maaiveldhoogte	5 cm

De volgende afkortingen worden in de boorstaten gebruikt.

grondsoort (onderdeel lithologie)		s4	uiterst siltig
K	klei	z1	zwak zandig
Z	zand	z3	sterk zandig
bijmengsel (onderdeel lithologie)		humus (onderdeel lithologie)	
kx	kleiig (ARC-code)	h1	zwak humeus
s1	zwak siltig	h3	sterk humeus
s2	matig siltig		
s3	sterk siltig		

---

### boring 34 RD-X: 130.158. RD-Y: 424.140. Maaiveld: 2,64. Boormethode: edelmanboring.

diepte lithologie	kleur	grens	
20 Zs3	donker grijsgrijs	geleidelijk	
50 Zs4	donker geelbruin	geleidelijk	
70 Zs3	donker geelbruin	scherp	
90 Zs4	licht grijsbruin	geleidelijk	Archeologische indicatoren: baksteen, weinig. Opmerkingen: 2 stenen, lesteen.
110 Kz1	licht bruینگrijs	geleidelijk	Vlekken: licht gevlekt, oranje. Archeologische indicatoren: baksteen, spoor. Opmerkingen: lesteen, houtskoolspikkels.
120 Kz3	licht bruینگrijs	geleidelijk	Vlekken: licht gevlekt, oranje. Archeologische indicatoren: baksteen, spoor.
140 Kz1	licht bruینگrijs	beëindigd	Vlekken: matig gevlekt, oranje.

---

### boring 35 RD-X: 130.142. RD-Y: 424.151. Maaiveld: 2,50. Boormethode: edelmanboring.

diepte lithologie	kleur	grens	
30 Kz1	donker grijsbruin	scherp	Bodemkundige interpretaties: bouwvoor.
60 Kz3	grijsbruin	geleidelijk	Vlekken: licht gevlekt, oranje.
70 Zs3	grijsbruin	geleidelijk	Vlekken: licht gevlekt, oranje.
110 Kz1	licht bruینگrijs	geleidelijk	Vlekken: licht gevlekt, oranje. Archeologische indicatoren: baksteen, weinig. Bodemkundige interpretaties: cultuurlaag.
140 Ks3	bruینگrijs	beëindigd	Vlekken: sterk gevlekt, oranje.

---

### boring 36 RD-X: 130.125. RD-Y: 424.162. Maaiveld: 2,27. Boormethode: edelmanboring.

diepte lithologie	kleur	grens	
25 Kz3	donker grijsbruin	geleidelijk	
50 Zs4	grijsbruin	geleidelijk	
60 Zs3	grijsbruin	scherp	
100 Kz1	licht bruینگrijs	scherp	Vlekken: licht gevlekt, oranje. Archeologische indicatoren: baksteen, spoor. Bodemkundige interpretaties: cultuurlaag. Opmerkingen: houtskoolspikkels, aardewerk.
120 Ks3	licht bruینگrijs	beëindigd	Vlekken: licht gevlekt, oranje. Sublagen: zandlagen.

---

**boring 37** RD-X: 130.108. RD-Y: 424.174. Maaiveld: 2,15. Boormethode: edelmanboring.

<i>diepte lithologie</i>	<i>kleur</i>	<i>grens</i>	
50 Kz1	grijsbruin	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor.
60 Zs2	licht grijsbruin	geleidelijk	
95 Zs4	grijsbruin	geleidelijk	<i>Vlekken:</i> matig gevlekt, oranje. <i>Sublagen:</i> zandlagen. <i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor. <i>Opmerkingen:</i> 1 mini spikkeltje baksteen.
120 Kz1	grijsbruin	geleidelijk	<i>Vlekken:</i> licht gevlekt, oranje. <i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor.
130 Ks3	grijsbruin	beëindigd	<i>Vlekken:</i> licht gevlekt, oranje.

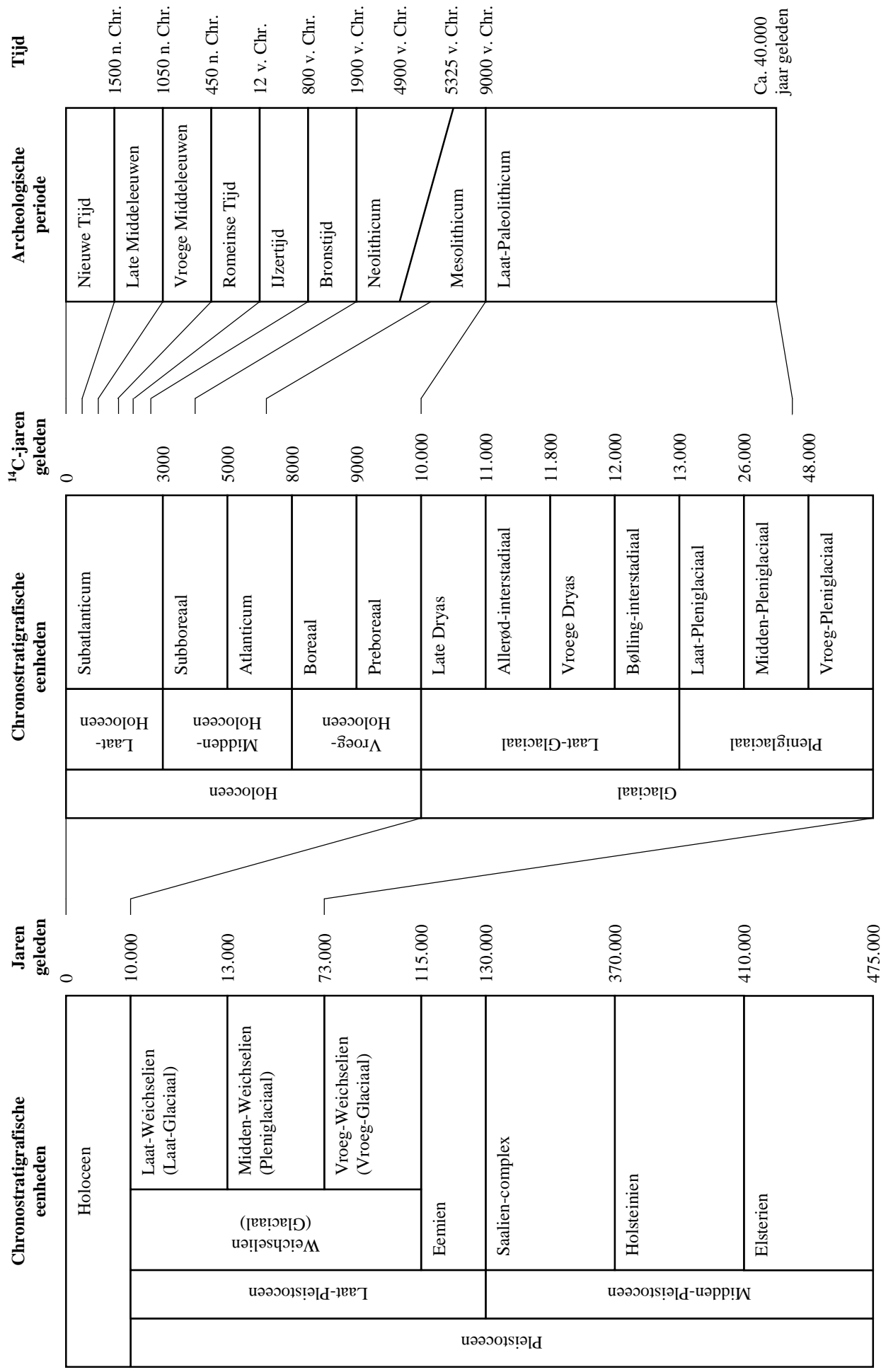
**boring 38** RD-X: 130.135. RD-Y: 424.172. Maaiveld: 2,35. Boormethode: edelmanboring, guts.

<i>diepte lithologie</i>	<i>kleur</i>	<i>grens</i>	
20 Kz3	grijsbruin	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor.
50 Zs4	licht grijsbruin	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor.
80 Zkx	bruingrijs	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, weinig. <i>Opmerkingen:</i> mortel, enkele grote brokken baksteen.
120 Kz1	licht bruingrijs	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor. <i>Opmerkingen:</i> aardewerk,.
150 Kz1	bruingrijs	geleidelijk	<i>Vlekken:</i> matig gevlekt, geel. <i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, spoor. <i>Opmerkingen:</i> onverbrand bot.
160 Ks3	grijs	beëindigd	<i>Vlekken:</i> matig gevlekt, oranje.

**boring 39** RD-X: 130.157. RD-Y: 424.153. Maaiveld: 7,31. Boormethode: edelmanboring.

<i>diepte lithologie</i>	<i>kleur</i>	<i>grens</i>	
40 Kz1	donker grijsbruin	geleidelijk	
90 Zs4	grijsbruin	geleidelijk	
100 Kz1	grijsbruin	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> baksteen, weinig. <i>Bodemkundige interpretaties:</i> cultuurlaag. <i>Opmerkingen:</i> leisteen fragmenten.
120 Kz1	grijsbruin	geleidelijk	<i>Archeologische indicatoren:</i> onverbrand bot, weinig. <i>Bodemkundige interpretaties:</i> cultuurlaag. <i>Opmerkingen:</i> baksteen 2.
150 Ks3	bruingrijs	beëindigd	<i>Vlekken:</i> matig gevlekt, oranje.





Bijlage 2. Een overzicht van geologische (chronostratigrafische) en archeologische periodes. Door: drs. A.J. Wullink. Gebaseerd op: Brandt et al. 1992; De Mulder et al. 2003; Berendsen 2004.