


Kirsten van Kappel

partner by **ARCHEO**PRO

**Koksijde
Bodem-micromorfologisch
onderzoek**

Kirsten van Kappel

Januari 2021

Colofon	
Opdrachtgever:	BIAX
Status:	Concept
ISSN:	1569-7363
Auteur:	ir. K. van Kappel ; senior bodem-micromorfoloog
Projectleider:	ir. K. van Kappel
Projectmedewerkers:	ir. Kirsten van Kappel
Autorisatie:	Drs. R.P. Exaltus; senior bodem-micromorfoloog
	
© Copyright 2021 ArcheoPro, De Meern	

Inhoudsopgave

1 Administratieve gegevens	4
2 Inleiding.....	5
2.1 Algemeen	5
2.2 Vraagstelling.....	5
2.3 Bemonstering en monsterverwerking.....	5
2.4 Leeswijzer	5
3 Analyseresultaten	6
3.1 Analyse en beschrijving vondstnummer 27	8
3.2 Interpretatie vondstnummer 27	10
3.3 Beantwoording vragen vondstnummer 27	11
4 Analyseresultaten vondstnummer 30	13
4.1 Analyse en beschrijving vondstnummer 30	14
4.2 Interpretatie vondstnummer 30	15
4.3 Beantwoording vragen vondstnummer 30	15
Literatuur	16

1 Administratieve gegevens

Soort onderzoek:	Micromorfologisch onderzoek
Provincie:	West-Vlaanderen
Gemeente:	Koksijde
Toponiem:	Zeelaan 39
Projectcode:	2017-1383
Opdrachtgever:	BIAX
Projectleider	D. Demoen
Bevoegde overheid:	Agentschap Onroerend Erfgoed

2 Inleiding

2.1 Algemeen

In juli 2017 is door studie- en adviesbureau BAAC Vlaanderen archeologisch onderzoek uitgevoerd aan de Zeelaan 39 in Koksijde (West-Vlaanderen). Om een beter inzicht in de genese van de afzettingen op de monsterlocatie te krijgen, zijn door BAAC Vlaanderen twee profielen ten behoeve van bodemmicromorfologisch onderzoek geselecteerd. Het betreft de profielen met de vondstnummers 27 en 30.

2.2 Vraagstelling

Om een beter inzicht in de genese van de afzettingen op de monsterlocatie te krijgen, zijn de volgende vragen geformuleerd:

- *Wat is de genese van beide vondstnummers?*

2.3 Bemonstering en monsterverwerking

De pollenbakken hebben beide een afmeting 50x10x10 cm. Uit deze pollenbakken zijn door ArcheoPro acht monsters genomen van 10 cm hoogte en 3 cm breedte. Op deze manier is het traject tussen 0 en 50 cm minus de top van de pollenbak met vondstnummer 27 bemonsterd en het traject tussen 0 en 20 cm en 22 en 32 cm minus de top van de pollenbak met vondstnummer 30 bemonsterd, zie afbeelding 1.

De genomen monsters zijn onder geconditioneerde omstandigheden gedroogd. Het is essentieel dat de monsters geconditioneerd gedroogd worden, zodat geen vervorming van het monstermateriaal op kan treden en er geen microstructuren verloren gaan. Tevens is het van groot belang dat de monsters volledig droog zijn. De polyesteroplossing, waar de monsters mee geïmpregneerd worden, kan namelijk niet in het monster dringen als dit nog vochtig is. Nadat de monsters volledig gedroogd zijn, zijn ze meerdere malen geïmpregneerd met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing. Na deze impregnatie zijn de monsters meerdere malen onder een vacuüm geplaatst om de aceton in de polyesteroplossing te laten verdampen en zo het gehele monster volledig doortrokken te krijgen met polyester. Na verdamping van het grootste gedeelte van de aceton uit de polyesteroplossing zijn de monsters door middel van gammaradiatie volledig uitgehard.¹ Vervolgens zijn van de uitgeharde blokken slijplaten gemaakt. De slijplaten met een grootte van 10 x 6 cm (kubiëna-formaat) en een dikte van 25 µm, zijn gemaakt uit de kern van het verharde blok, dit om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten.²

De analyse is uitgevoerd door K. van Kappel en heeft in december 2020 en januari 2021 plaatsgevonden. De slijplaten zijn geanalyseerd met een polarisatielichtmicroscoop met vergrotingen tot 500 maal. Bij de analyse is gebruik gemaakt van de hiervoor gangbare handboeken.³

2.4 Leeswijzer

Er is een profielfoto genomen van de bemonsterde grondmassa en de onderscheiden lagen (gele lijnen), zie afbeelding 1. De resultaten van de analyses zijn weergegeven in schematische overzichtsfiguren waarbij de in elk van de afzonderlijke trajecten onderscheiden verschijnselen als volgt zijn gekwantificeerd (tabellen 3.1 en 4.1).

- | | |
|-----|---|
| ++ | komt veel voor / sterk ontwikkeld |
| + | komt regelmatig voor / matig ontwikkeld |
| +/- | komt hier en daar voor / zwak ontwikkeld |
| - | ontbreekt nagenoeg / hier en daar enigszins zichtbaar |
| -- | volledig afwezig/ niet ontwikkeld |

Vervolgens is een beschrijving gegeven van de aangetroffen verschijnselen (paragraaf 3.1 en 4.1) met daaropvolgend de interpretatie (paragraaf 3.2 en 4.2) en de conclusie (paragraaf 3.3 en 4.3).

Afb. 1 De pollenbakken (vnr. 27 linker afbeelding, vnr. 30 rechter afbeelding) met daarin de genomen monsters ten behoeve van slijplaten onderzoek (zwarte rechthoeken) de gele lijnen representeren de onderscheiden lagen.

¹ Deze methode staat beschreven in Bisdom & Schoonderbeek 1983.

² Deze preparatiemethode staat uitgebreider beschreven in Jongerius & Heintzberger 1975.

³ Bullock e.a. 1985 en Macphail e.a. 2018.

3 Analyseresultaten

Tabel 3.1. Resultaten van de analyse van het vondstnummer 27 (traject 0 tot en met 50 cm -top pollenbak).

bemonsterde cm's	laag nr.	lutum	silica resten	silt	zand						kalk	bioturbatie	inspoeling klei, kalk stofhumus	verkoold plantaardig materiaal	as	bot
					uf	zf	mf	mg	zg	ug						
0	1	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	-	-	--	--	--
1		Duinzand														
2																
3																
4																
5	2	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
		Duinzand														
6	3	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
7		Stuifzand- en overstromingslaag														
8																
9																
10																
11																
12																
13	4	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
14		Duinzand														
15																
16																
17	5	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	+	+	+/-
		Duinzand met restanten van een <i>in-situ</i> stookactiviteit														
17,2	6	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+	+/-	+/-	-
18		Duinzand met <i>ex-situ</i> afgezet verkoold plantaardig materiaal en sporen van betreding														
19																
20																
21	7	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	-	-	++	+	-
22		Afwisseling van stuifzand- en overstromingslaagjes met restanten van <i>in-situ</i> stookactiviteiten en intensieve betreding														
23	8	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+	+/-	-	-
24		Duinzand met <i>ex-situ</i> afgezet verkoold plantaardig materiaal en sporen van betreding														
25																
26																
27	9	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+/-	-	-	--
28		Afwisseling van stuifzand- en overstromingslaagjes met sporen van minimale betreding														
29	10	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	++	+/-	+/-	--	+/-
30		Duinzand met sporen van beakkering														
31																
32																
33	11	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+/-	+/-	--	+/-
34		Duinzand met sporen van beakkering														
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																

42																	
43																	
44	12	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	+/-	--	--	--	
45		Duinzand															
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	

Legenda

	Duinzandafzetting
	Afwisseling van stuifzand-, en overstromingslaagjes
	Ex-situ verkoold plantaardig materiaal en betreding door mens en/of dier
	Antropogene indicatoren

3.1 Analyse en beschrijving vondstnummer 27

Algemeen; het zand zoals dat in alle hieronder beschreven lagen voorkomt, behoort hoofdzakelijk tot de grootteklassen uiterst- en zeer fijn zand. Een enkele korrel behoort tot de grootteklassen matig fijn of matig grof zand. In het tweedimensionale vlak, waartoe slijpplatenonderzoek beperkt is, hebben de zandkorrels 1 á 2 raakpunten ten opzichte van elkaar en is derhalve relatief los gepakt. De korrels zijn matig tot sterk afgerond en goed gesorteerd. De korrels bestaan hoofdzakelijk uit het mineraal kwarts. De grondmassa is in meer of mindere mate gebioturbeerd door bodemmesofauna zoals, springstaarten, mijten, regenwormen enzovoorts. De gehele grondmassa is kalkrijk. De kalk bestaat hoofdzakelijk uit schelprestanten. Deze restanten komen qua formaat hoofdzakelijk overeen met de hiervoor genoemde zandfracties, zijn sterk afgerond en hebben een relatief scherpe begrenzing. De silica die aanwezig is in de hieronder beschreven lagen, bestaat hoofdzakelijk uit restanten van sponsnaalden en diatomeeën.

Laag 1: 2-5 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De grondmassa is nagenoeg niet gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit zand, kalk en een minimale hoeveelheid klei.

Laag 2: 5-6 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit zand, kalk en een minimale hoeveelheid klei. Een opgevulde graafgang bevat een minimale hoeveelheid ijzeroxides.

Laag 3: 6-13 cm overspoeling

De grondmassa bestaat uit sterk zandige, zwak siltige, lutumhoudende, kalkrijke silica, waarbij de zandkorrels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel van zwak siltige, kalkrijke silica.

Laag 4: 13-17 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen 16 en 16,5 cm minus de top van de bemonsterde pollenbak is een laagje zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silica aanwezig, waarbij de zandkorrels grotendeels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is zwak gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica.

Laag 5: 17-17,2 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De zandkorrels worden van elkaar gescheiden door tussenliggende asresten, verkoolde plantenresten en drie fragmenten verbrand bot. De verkoolde plantenresten variëren qua grootte tussen het formaat uiterst en matig fijn zand. Twee van de drie botresten, komen qua formaat overeen met de grootteklasse zeer grof zand en één met het formaat zeer fijn zand.

Laag 6: 17,2-21 cm

De grondmassa bestaat uit zwak humeus, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een matige hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. Tussen 19,2 en 19,5 cm minus de top van de bemonsterde pollenbak is een laagje zwak siltige, sterk zandige, lutumhoudende, kalkrijke silica aanwezig, waarbij de zandkorrels grotendeels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica. Verspreid door de grondmassa is een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel tot en met zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd. Op 18 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment bot aanwezig. Qua grootte komt dit fragment overeen met het formaat uiterst grof zand.

Laag 7: 21-23 cm

De grondmassa bestaat uit een compact pakket horizontaal georiënteerde laagjes die van boven naar onder bestaan uit:

- relatief 'schone', zwak siltige, zwak zandige, kalkrijke klei;
- relatief 'schoon', kalkrijk zand met een zwakke hoeveelheid onherkenbare sterk afgeronde plantenresten;
- kalkrijk, zwak humeus zand met veel verkoolde, sterk gefragmenteerde plantenresten, enkele asresten en een fragment bot van één millimeter groot;
- zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silicaresten met veel verkoolde sterk gefragmenteerde plantenresten;
- zwak zandige as;
- kalkrijk, zwak humeus zand met veel verkoolde, sterk gefragmenteerde plantenresten;
- relatief 'schone', zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke klei.

Ieder afzonderlijk laagje heeft een dikte van enkele tienden van een millimeter tot een maximale dikte van twee millimeter. De grondmassa bevat twee opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De ene graafgang is hoofdzakelijk opgevuld met zand en kalk en de andere met bolletjes moderhumus.

Laag 8: 23-27 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. Verspreid door de grondmassa zijn enkele fragmenten van horizontaal georiënteerde laagjes aanwezig die bestaan uit zwak siltige, kalkrijke silicaresten en zwak siltige, kalkloze klei. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica. De grondmassa bevat twee fragmenten bot. Het fragment op 26 cm onder de top van het bemonsterde profiel komt qua formaat overeen met de fractie zeer fijn zand en het fragment op 25 cm onder de top van het bemonsterde profiel komt qua formaat overeen met de fractie zeer grof zand. Verspreid door de grondmassa is een minimale hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel tot en met zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd.

Laag 9: 27-29

De grondmassa bestaat uit horizontaal georiënteerde laagjes die van boven naar onder bestaan uit relatief 'schone':

- a. zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silicaresten;
- b. losgepakt kalkrijk zand met een geringe hoeveelheid gefragmenteerd verkoold plantaardig materiaal tussen de zandkorrels;
- c. zwak siltige, kalkloze klei met veel silicaresten;
- d. matig siltige, zwak zandige, kalkrijke silicaresten;
- e. kalkrijke silicaresten.

Ieder afzonderlijk laagje heeft een dikte van enkele millimeters tot en met een halve centimeter. De laagjes zijn sterk gefragmenteerd. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Op de overgang van laag a naar laag b, op 28 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak, is een langwerpig stookrestant aanwezig. Dit restant bestaat uit verkoold plantaardig materiaal en as. Het fragment is twee millimeter lang en één millimeter dik.

Laag 10: 29-33 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is sterk gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. In de bovenste centimeter van deze laag is verspreid door de grondmassa een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel en zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd. Op 32 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Dit fragment is sterk afgerond en komt qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 31 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 29 cm onder de top van het bemonsterde profiel is nog een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua grootte overeen met het formaat matig fijn zand.

Laag 11: 33-44 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Enkele graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige, kalkrijke klei of sterk zandige kalkrijke klei. Op 43 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak, is een graafgang aanwezig waarvan de vulling vrijwel volledig uit moderhumus (uitwerpselen van bodemfauna) bestaat. Op 38 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak, zijn twee fragmenten bot aanwezig. Beide fragmenten komen qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 37 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment verkoold organisch materiaal aanwezig met een doorsnede van één millimeter. Op 36 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is in de vulling van een graafgang een fragment houtskool aanwezig. Dit fragment is matig afgerond en heeft een doorsnede van een halve millimeter. Op 33 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua formaat overeen met de grootteklasse matig grof zand. Alle hiervoor beschreven artefacten bevinden zich in de vulling van graafgangen. Op 35 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak zijn twee graafgangen aanwezig, waarbij de opvulling hoofdzakelijk bestaat uit zandkorrels en ingespoeld ijzerfosfaat.

Laag 12: 44-50 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Rondom de zandkorrels zijn zwak ontwikkelde huidjes van klei, kalk en/of stofhumus aanwezig. De grondmassa is zwak gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand. In enkele van deze opgevlude graafgangen is een minimale hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus aanwezig.

3.2 Interpretatie vondstnummer 27

Afzettingssomstandigheden:

De basis van het bemonsterde profiel (lagen 10 tot en met 12), bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische zandafzetting in de vorm van duinzandafzettingen, zie afbeelding 2.

Afb. 2 Grondmassa laag 12 bestaande uit relatief losgepakt kalkrijk zand

Vanaf laag 9 richting de top (laag 1) van het bemonsterde profiel, wordt het duinzand (lagen 1, 2, 4, 5, 8, 10 tot en met 12) met enige regelmatig, onderbroken door laagjes die hoofdzakelijk bestaan uit zeer fijn sediment, zoals kalkrijke silica, kalkloze klei met silicaresten en/of zwak siltige, lutumhoudende, kalkrijke silicaresten (lagen 3, 6, 7 en 9), zie afbeelding 3.

Afb. 3 Grondmassa laag 9 bestaande uit een laagje relatief losgepakt kalkrijk zand (onderzijde afbeelding nummer 3) en een laagje kalkrijke, lutumhoudende silica met ingebedde zandkorrels (bovenzijde afbeelding nummer 1)

De silicaresten bestaan hoofdzakelijk uit de restanten van diatomeeën en sponsnaalden. Dit zijn aanwijzingen dat het duinzand op gezette tijden overstroemde/onderwater stond. Op basis van de zeer fijne fractie, waaruit deze overstromingslaagjes bestaan, kan worden aangenomen dat het hier materiaal betreft dat onder zeer rustige afzettingssomstandigheden is gevormd. In enkele van deze overstromingslaagjes is duinzand aanwezig, dit is een aanwijzing dat de aanvoer van eolisch duinzand doorging terwijl de monsterlocatie overstroemde/onderwater stond. Deze afwisseling van door de wind afgezet zand en door water aangevoerde lutum, kalk en diatomeeën, doet vermoeden dat het bemonsterde profiel gevormd is in relatief laag gelegen zone van het kustlandschap, zoals bijvoorbeeld een restant van een getijdengul of duinvallei.

Het relatief hoge kalkgehalte van de grondmassa, in combinatie met de afwisseling van door wind en water afgezet materiaal, zijn indicatoren dat er sprake was van vrijwel continue aanvoer van sediment op de monsterlocatie. Ondanks deze vrijwel continue aanvoer van sediment, heersten er op gezette tijden dusdanig rustige/(semi) droge afzettingssomstandigheden dat plantengroei en daarmee gepaard gaande activiteit van bodemmesofauna tot ontwikkeling kon komen. Dit heeft ervoor gezorgd dat de gehele grondmassa in meer of mindere mate is gebioturbeerd en aangereikt met stofhumus. Deze condities waren echter niet van lange duur, aangezien de grondmassa op geen enkele niveau volledig gehomogeniseerd, organisch rijk of ontkalkt is.

Antropogene invloeden:

Vanaf laag 11 tot en met laag 5, zijn in meer of mindere mate artefacten in de vorm van verkoold plantaardig materiaal, botresten en/of houtskool aanwezig. Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, worden de artefacten in de lagen 5, 7, 10 en 11 geïnterpreteerd als de restanten van menselijke activiteiten op de monsterlocatie. Indien deze restanten gelijktijdig met het aangevoerde sediment zouden zijn afgezet, zouden deze beter gesorteerd zijn en hoofdzakelijk tot dezelfde grootteklassen behoren. Zoals het geval is voor nagenoeg al het antropogene materiaal dat aanwezig is in de lagen 6 en 8.

De artefacten in laag 11 bevinden zich allemaal in de opgevulde graafgangen van bodemmesofauna en zijn naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk afkomstig uit laag 10. De aanwezigheid van ijzerfosfaat in laag 11, zie afbeelding 4, in combinatie met de aanwezigheid van verkoold plantaardig materiaal, houtskool en bot, zijn aanwijzingen dat er op dit niveau naar alle waarschijnlijkheid sprake is geweest van akkeractiviteiten waarbij huishoudelijk afval en dierlijke uitwerpselen gebruikt zijn als bemesting. Fosfaat komt hoofdzakelijk met dierlijke mest mee, het is een weinig mobiele stof die alleen bij zeer hoge fosfaatgehalten uitspoelt.

Afb. 4 Grondmassa laag 11 met ijzerfosfaat (geel omcirkeld)

Het is echter ook mogelijk dat niveau zich bevindt in een zone waar sprake is van een combinatie van menselijke-, en dierlijke activiteit, zoals bijvoorbeeld de overgangszone van een nederzettingsterrein naar meer ruraal gebied. Dit laatste is echter minder waarschijnlijk gelet op de aanwezigheid van relatief veel opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. Bodems op intensief betreden locaties bevatten door verdichting van de grondmassa, doorgaans relatief weinig sporen van bioturbatie.⁴

Deze vermoedelijke akker wordt afgedekt door een opeenvolging van overstromings- en stuifzandlaagjes (lagen 9a tot en met 9e) met daarin nagenoeg geen indicatoren die duiden op menselijke activiteit op en/of in de directe omgeving van de monsterlocatie, zie afbeelding 2. In dit pakket is op de overgang van laag 9a naar laag 9b één stookrestant aanwezig, zie afbeelding 2 (nummer 2). Dit restant is te groot om door bioturbatie, wind of water te zijn afgezet. Aangezien het één stookrestant betreft, kan middels dit onderzoek geen uitspraak worden gedaan over de herkomst van het fragment en het doel van de stookactiviteit. Op basis van het formaat, is het mogelijk dat het een restant van een *in-situ* stookactiviteit betreft, of dat het fragment afkomstig is uit de directe omgeving van de monsterlocatie en door betreding op deze plek terecht is gekomen. Dit laatste lijkt het meest aannemelijk. De sterke

⁴ Ilson e.a. 2016.

fragmentatie van de overstromings- en stuifzandlaagjes is namelijk niet volledig toe te schrijven is aan bodemmesofauna, aangezien de grondmassa matig gebioturbeerd is. Vervolgens breekt een fase aan waarin voornamelijk duinzand wordt afgezet (laag 8). Tegelijkertijd met het zand zijn verkoolde plantaardige deeltjes afgezet. Dit is een aanwijzing dat, ten tijde van de vorming van deze afzettingen, er sprake was van menselijke activiteit in de omgeving van de monsterlocatie (enkele tientallen tot honderden meters). Een gedeelte van deze deeltjes is gefragmenteerd, zie afbeelding 5.

Afb. 5 Grondmassa laag 8 met gefragmenteerd verkoold plantaardig materiaal (geel omcirkeld)

Fragmentatie van verkoold plantaardig materiaal kan worden veroorzaakt door zowel bioturbatie door bodemfauna als door betreding. Aangezien niet al het gefragmenteerde verkoolde plantaardige materiaal aanwezig is in de vulling van graafgangen, kan worden aangenomen dat er ten tijde van de vorming van deze afzettingen sprake was van enige vorm van menselijke en/of dierlijke betreding.

Dit duinzand wordt afgedekt door een afwisseling van overstromings- en stuifzandlaagjes (lagen 7a tot en met 7g). Het merendeel van deze laagjes bevat verkoold plantaardig materiaal en as (lagen 7c tot en met 7f), zie afbeelding 6.

Afb. 6 Grondmassa laag 7 met verkoold plantaardig materiaal (zwarte fragment onderzijde afbeelding) en as (ecru kleurige substantie bovenzijde afbeelding).

Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, wordt dit materiaal geïnterpreteerd als de restanten van *in-situ* stookactiviteiten. De aanwezigheid van een fragment bot in laag 7c, zou een aanwijzing kunnen zijn dat deze stookactiviteiten een specifiek doel hadden, zoals bijvoorbeeld het bereiden van dierlijk voedsel. Aangezien het echter om één fragment gaat, is dit op basis van dit onderzoek niet met zekerheid te zeggen. De compactheid van de grondmassa, in combinatie met het nagenoeg ontbreken van bioturbatie en de sterke fragmentatie van het aanwezige verkoolde plantaardige materiaal, zijn aanwijzingen dat de grondmassa gedurende de vorming van deze laagjes intensief betreden is. Naar alle waarschijnlijkheid bevindt dit niveau zich binnen de directe invloedssfeer van een nederzetting.

Vervolgens vindt hoofdzakelijk hernieuwde afzetting van duinzand plaats (laag 1 tot en met 6). De genese van laag 6 komt overeen met die van laag 8. Het enige verschil tussen de beide lagen, is de hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal dat aanwezig is in de grondmassa. In laag 6 is dit iets hoger dan in laag 8. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er ten tijde van de vorming van laag 6 intensiever gestookt werd in de omgeving van de monsterlocatie dan tijdens de vorming van laag 8.

In laag 5 worden nagenoeg alle zandkorrels van elkaar gescheiden door as-, en verkoolde plantenresten, zie afbeelding 7.

Afb. 7 Grondmassa laag 5 met verkoold plantaardig materiaal, as en verbrand bot (geel omcirkeld).

Op basis van de hoeveelheid stookresten, de diversiteit in de grootteklassen van het verkoolde plantaardige materiaal en de aanwezigheid van as, betreft het hier de restanten van een *in-situ* stookactiviteit. De aanwezigheid van drie fragmenten bot tussen de stookresten, is een aanwijzing dat er sprake kan zijn geweest van de bereiding van dierlijk voedsel op dit niveau.

Vanaf laag 4 tot en met laag 1 bevat het afgezette sediment geen artefacten meer. Dit is een aanwijzing dat er geen sprake meer was van menselijke activiteit op of in de directe omgeving van de monsterlocatie, ten tijde van de vorming van deze lagen.

3.3 Beantwoording vragen vondstnummer 27

- Wat is de genese van vondstnummer 27?

Het gehele bemonsterde profiel bestaat uit door de wind afgezet duinzand (lagen 1, 2, 4, 5, 8, 10 tot en met 12) en door water aangevoerde lutum, kalk en diatomeeën (lagen 3, 6, 7 en 9) en is waarschijnlijk gevormd in relatief laag gelegen zone van het kustlandschap, zoals bijvoorbeeld in een restant van een getijdengeul of duinvallei. Het relatief hoge kalkgehalte van de grondmassa, in combinatie met de afwisseling van door wind en water afgezet materiaal, zijn indicatoren dat er sprake was van vrijwel continue aanvoer van sediment op de monsterlocatie. Ondanks deze vrijwel continue aanvoer van sediment, heersten er op gezette tijden dusdanig rustige/(semi) droge afzettingssomstandigheden dat plantengroei en daarmee gepaard gaande activiteit van bodemmesofauna tot ontwikkeling kon komen. Dit heeft ervoor gezorgd dat de gehele grondmassa in meer of mindere mate is gebioturbeerd en aangereikt met stofhumus. Deze condities waren echter niet van lange duur, aangezien de grondmassa op geen enkele niveau volledig gehomogeniseerd, organisch rijk of ontkalkt is.

Vanaf laag 11 tot en met laag 5, zijn in meer of mindere mate artefacten in de vorm van verkoold plantaardig materiaal, botresten en/of houtskool aanwezig. Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, worden de artefacten in de lagen 5, 7, 10 en 11 geïnterpreteerd als de restanten van menselijke activiteiten op de monsterlocatie. Indien deze restanten gelijktijdig met het aangevoerde

sediment zouden zijn afgezet, zouden deze beter gesorteerd zijn en hoofdzakelijk tot dezelfde grootteklassen behoren, zoals het geval is voor het verkoolde plantaardige materiaal dat aanwezig is in de lagen 6 en 8. Dit materiaal is afkomstig van stookactiviteiten die op enkele tientallen tot honderden meters van de monsterlocatie plaatsvonden. Enkele van deze verkoolde plantaardige deeltjes zijn gefragmenteerd. Fragmentatie van verkoold plantaardig materiaal kan worden veroorzaakt door bioturbatie door bodemfauna als door betreding. Aangezien niet al het gefragmenteerde verkoolde plantaardige materiaal zich in de vulling van graafgangen bevindt, kan worden aangenomen dat ten tijde van de vorming van de lagen 6 en 8 sprake was van enige vorm van menselijke en/of dierlijke betreding.

4 Analyseresultaten vondstnummer 30

Tabel 4.1. Resultaten van de analyse van het vondstnummer 30 (traject 0 tot 20 cm en 22 tot 32 cm -top pollenbak).

bemonsterde cm's	laag nr.		lutum	silica resten	zand						kalk	bioturbatie	inspoeling klei, kalk stofhumus	verkoold plantaardig materiaal	as	bot	
					uf	zf	mf	mg	zg	ug							
0	1		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	+/-	--	-	--	-	
1			Duinafzetting														
2																	
3																	
4																	
5	2		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	+	-	--	--	--	
6			Duinafzetting met zwakke bodemvorming														
7	3		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	+/-	--	--	--	--	
8			Duinafzetting														
9																	
10																	
11																	
12	4		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	+	+	+	+/-	--	-	
13			Duinafzetting met matige bodemvorming en akkeractiviteit														
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22	5		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	+	+/-	-	--	--	
23			Duinafzetting met zwakke bodemvorming														
24																	
25																	
26	6		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	+/-	-	-	--	--	
27			Duinafzetting met minimale bodemvorming														
28	7		--	--	++	++	+-/	+/-	--	--	++	--	--	--	--	--	
29			Duinafzetting, C-horizont														
30																	
31																	
32																	

Legenda

	Duinafzetting
	Duinafzetting met minimale bodemvorming
	Duinafzetting met zwakke bodemvorming
	Duinafzetting met matige bodemvorming
	Antropogene indicatoren
	Niet bemonsterd

4.1 Analyse en beschrijving vondstnummer 30

Algemeen; het zand zoals dat in alle hieronder beschreven lagen voorkomt, behoort hoofdzakelijk tot de grootteklassen uiterst- en zeer fijn zand. Een enkele korrel behoort tot de grootteklassen matig fijn- of matig grof zand. In het tweedimensionale vlak, waartoe slijpplatenonderzoek beperkt is, hebben de zandkorrels 1 á 2 raakpunten ten opzichte van elkaar en is derhalve relatief los gepakt. De korrels zijn matig tot sterk afgerond en goed gesorteerd. De korrels bestaan hoofdzakelijk uit het mineraal kwarts. De grondmassa is in meer of mindere mate gebioturbeerd door bodemmesofauna zoals, springstaarten, mijten, regenwormen enzovoorts. De gehele grondmassa is kalkrijk. De kalk bestaat hoofdzakelijk uit schelprestanten. Deze restanten komen qua formaat hoofdzakelijk overeen met de hiervoor genoemde zandfracties, zijn sterk afgerond en hebben een relatief scherpe begrenzing.

Laag 1: 0-5 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: een wortelgangen met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand. Op 0 cm van de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment bot aanwezig. Qua formaat komt dit fragment overeen met de grootteklasse matig grof zand. Op 1 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Dit fragment is langwerpig van vorm en heeft een scherpe begrenzing. Qua grootte komt dit fragment overeen met het formaat van een siltkorrel. Beide deeltjes zijn aanwezig in de vulling van een graafgang.

Laag 2: 5-6 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een minimale hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: een wortelgang met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een minimale hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus.

Laag 3: 6-12 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: een wortelgangen met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand.

Laag 4: 12-20 cm

De grondmassa bestaat uit een relatief homogeen pakket, kalkrijk, zwak tot matig humeus zand. Een geringe hoeveelheid van de kalkfragmenten heeft een rafelige/diffuse begrenzing. Tussen en rondom de zandkorrels is een matige hoeveelheid ingespoelde klei, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: enkele onopgevulde wortelgangen en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten deze vullingen een zwakke tot matige hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoolde deeltjes niet groter zijn dan het formaat matig fijn zand. Verspreid door de grondmassa is een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren qua grootteklassen tussen het formaat van een siltkorrel tot en met een doorsnede van twee millimeter. De wat grotere deeltjes zijn matig tot sterk gefragmenteerd. Op 15 cm minus de top van de bemonsterde pollenbak bevinden zich twee fragmenten bot. Beide fragmenten komen qua grootteklassen overeen met het formaat matig grof zand. Op 12 en 15 cm minus de top van de bemonsterde pollenbak zijn twee afgeronde aggregaatjes zwak siltige, kalkhoudende lutum aanwezig. Het aggregaatje op 12 cm komt qua formaat overeen met de grootteklassen matig fijn zand en die op 15 cm met het formaat uiterst grof zand.

Laag 5: 22-26 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: enkele onopgevulde wortelgangen en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten deze vullingen een gering percentage aan verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoolde deeltjes niet groter zijn dan het formaat van een siltkorrel.

Laag 6: 26-28 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een minimale hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit: enkele onopgevulde wortelgangen en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een minimale hoeveelheid ingespoelde klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten deze vullingen een gering percentage aan verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoolde deeltjes niet groter zijn dan het formaat van een siltkorrel.

Laag 7: 28-32 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. De grondmassa is niet gebioturbeerd door bodemmesofauna.

4.2 Interpretatie vondstnummer 30

Het gehele bemonsterde profiel (lagen 1 tot en met 7), bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische afzetting in de vorm van duinafzettingen.

De basis van het bemonsterde profiel (laag 7) bestaat uit schoon zand zonder enig spoor van bodemvorming. Op basis hiervan wordt deze laag geïnterpreteerd als de C-horizont, zie afbeelding 8.

Afb. 8 Grondmassa laag 7 relatief los gepakt schoon zand.

Vanaf laag 6 zijn de eerste indicatoren van bodemvorming aanwezig in de vorm van bioturbatie door flora en bodemmesofauna en inspoeling van klei, kalk en humus tussen en rondom de zandkorrels, zie afbeelding 9.

Afb. 9 Grondmassa laag 5 relatief los gepakt zand met rondom en tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus.

Richting laag 4 neemt de mate van bodemvorming geleidelijk aan toe. Door plantengroei en de daarmee gepaard gaande activiteit van bodemfauna, is laag 4 aangereikt met humeus materiaal. Door blootstelling aan CO₂, opgelost in regenwater, heeft verwerking van kalk plaatsgevonden. Op basis van deze indicatoren, wordt aangenomen dat laag 4 enige tijd aan het oppervlak heeft gelegen. De relatief homogene samenstelling van deze laag, in combinatie met de aanwezigheid van (uit diverse grootteklassen bestaand) verkoold plantaardig materiaal, twee botresten en gebiedsvreemd materiaal in de vorm van twee aggregaatjes kalkhoudende klei, wordt aangenomen dat er sprake is van antropogene activiteiten op de monsterlocatie, zie afbeelding 10.

Afb. 10 Grondmassa laag 4 met daarin een fragment verbrand bot (links op de afbeelding, geel omcirkeld) en een fragment verkoold plantaardig materiaal (rechts op de afbeelding, geel omcirkeld).

Het lijkt erop dat deze laag aan grondbewerking, in de vorm van be-akkering, blootgesteld heeft gestaan. In dat geval was de grondbewerking echter niet langdurig en/of erg intensief, aangezien de grondmassa niet volledig gehomogeniseerd is en slempkorstjes (ontstaan door regeninslag op onbegroeide grond waarbij fijne deeltjes re-sedimenteren in 'dunne' laagjes met een dichte pakking) volledig ontbreken. Het relatief hoge kalkgehalte van laag 4 onderbouwt deze aanname.

Vervolgens vindt hernieuwde afzetting van eolisch zand plaats en wordt de vermoedelijke akkerlaag afgedekt met een pakket kalkrijk duinzand (lagen 1 tot en met 3), zie afbeelding 11.

Afb. 11 Grondmassa laag 3 relatief los gepakt schoon zand.

Laag 2 heeft nog enige tijd aan het oppervlak gelegen waarbij door plantengroei en de daarmee gepaard gaande activiteit van bodemfauna aanrijking met humeus materiaal heeft plaatsgevonden, zie afbeelding 12.

Afb. 12 Grondmassa laag 2 relatief los gepakt schoon zand met tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus (geel omcirkeld).

Gezien de geringe mate van bodemvorming en de minimale dikte (één centimeter) van deze laag, is dit relatief kortstondig geweest. In laag 1 zijn enkele fragmenten bot en verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze bevinden zich in de vulling van graafgangen, op basis hiervan kan dan ook geen uitspraak gedaan worden over de herkomst van deze artefacten. Ze kunnen onderdeel zijn van laag 1, maar net zo goed afkomstig zijn van een ander niveau.

4.3 Beantwoording vragen vondstnummer 30

- Wat is de genese van vondstnummer 30?

Het gehele bemonsterde profiel (lagen 1 tot en met 7) bestaat uit eolische afzettingen in de vorm van duinafzettingen. Ter hoogte van laag 4 heeft zich een bodem gevormd, met daarin indicatoren die wijzen op antropogene invloeden. Op basis van de aanwezige artefacten in combinatie met de relatief homogene samenstelling van de grondmassa, lijkt het erop dat er sprake is van akkeractiviteiten. Aangezien deze laag niet volledig is gehomogeniseerd, relatief veel kalk bevat en de voor akkers kenmerkende slempkorstjes ontbreken, betreft het hier geen langdurig en/of intensief bewerkt pakket.

Literatuur

Bisdom, E.B.A. & D. Schoonderbeek, 1983: The characterization of the shape of mineral grains in thin sections of soils by Quantimet and BESI, *Geoderma* 30, 303 - 332.

Bullock, P., N. Federoff, A. Jongerius, G.J. Stoops & T. Turstina, 1985: *Handbook for thin section description*. Wolverhampton.

Ilson, P.J., e.a., 2016: Vondsten langs de Rietsloot. De Romeinse militaire weg en een laat-middeleeuwse ontginningsnederzetting, gemeente Bunnik; archeologisch onderzoek: proefsleuven en een opgraving. Weesp (RAAP-rapport 3124).

Jongerius, A. and Heintzberger, G., 1975: Methods in soil micromorphology; a technique for the preparation of large thin sections. Soil survey papers 10., Soil Survey Institute, Wageningen.

Macphail, R.I. & P. Goldberg, 2018: *Applied Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge.

Stoops, G.J., 2003: *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*, Wolverhampton.