# WAT DE BODEM ONTHULDE (2)

## Bodemkundig en micromorfologisch onderzoek aan Mesolitische vindplaatsen aan de flank van het rivierduin van Zutphen – Ooyerhoek/EME



M.J. Kooistra

ALTERRA
RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte
Afdeling Landschap en Ruimtegebruik
Droevendaalsesteeg 3
Postbus 47
6700 AA Wageningen
Telefoon: 0317 474700
Fax: 0317 419000

Met ingang van 1 januari 2000 vormen het Staring Centrum en het Instituut voor Bos- en natuur (IBN) samen Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte

# WAT DE BODEM ONTHULDE (2)

## BODEMKUNDIG EN MICROMORFOLOGISCH ONDERZOEK AAN MESOLITHISCHE VINDPLAATSEN AAN DE RAND VAN HET RIVIERDUIN VAN ZUTPHEN – OOYERHOEK/EME


**Opdrachtgever:**

| | |
|---|---|
| Naam: | R.O.B. |
| Contactpersoon: | Dr. B.J. Groenewoudt |
| Adres: | Postbus 1600 |
| Postcode/plaats: | 3800 BP Amersfoort |
| Telefoon: | 033 - 4227645 |

**Opdrachtnemer Alterra**

| | |
|---|---|
| Projectleiding: | Dr. M.J. Kooistra |
| Telefoon: | 0317 - 474269 |
| E-Mail: | m.j.kooistra@alterra.wag-ur.nl |
| Projektnummer: | 86226 (2000), M0007 |

Aan het onderzoek werkten mee:

| | |
|---|---|
| Dr. M.J. Kooistra | Projektleiding en micromorfologisch onderzoek |
| J.R. Mulder | Bodemkundig veldwerk |
| Ir. Th. Spek | Bodemkundig veldwerk |
| J.D. Schreiber | Vervaardiging slijpplaten |



**Datum:** augustus 2000



Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte
Afdeling Landschap en Ruimtegebruik
Droevendaalsesteeg 3
Postbus 47
6700 AA Wageningen
Telefoon: 0317 474700
Fax: 0317 419000



Met ingang van 1 januari 2000 vormen het Staring Centrum en het Instituut voor Bos- en natuur (IBN) samen Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte



© 2000 Alterra
Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

## Inhoudsopgave

1. Introductie

2. Methode van onderzoek

3. Bodemkundig veldwerk

4. Micromorfologisch onderzoek

5. Conclusies

Referenties

Foto voorpagina: Profiel 3, werkput 70, ca. 30 m van westwand: 8,32 m + NAP. Bleekbruine oeverwal van insnijdende meanderende rivier op pleistocene ondergrond. Links rivierduinafzetting en bovenin de donkergrijsbruine hedendaagse bouwvoor.

# WAT DE BODEM ONTHULDE (2)

## BODEMKUNDIG EN MICROMORFOLOGISCH ONDERZOEK AAN MESOLITHISCHE VINDPLAATSEN AAN DE RAND VAN HET RIVIERDUIN VAN ZUTPHEN – OOYERHOEK/EME

## 1. Introductie

Begin 1999 is op verzoek van het ROB bodemkundig en micromorfologisch onderzoek verricht bij de opgraving van een mesolitisch jachtkamp op het rivierduin in Ooyerhoek ten zuidoosten van Zutphen.
Het onderzochte rivierduin van Ooyerhoek heeft een zeer karakteristieke 'vliegerachtige'vorm (Kooistra et.al. 1999): het noordelijke deel van het duin is zeer breed met uitlopers in westelijke en oostelijke richting. Aan de zuidzijde ligt een langgerekte uitloper. De opgravingslokatie van 1999 bevond zich op deze zuidelijke uitloper van het rivierduin. In 1999 was aan de NO-zijde van de opgraving een proefsleuf aangelegd. Daar bevond zich een geulvormige laagte die gedurende het Holoceen is opgevuld met grof rivierzand ("verspoeld Kreftenheye") en vervolgens door Rijn en IJssel afgedekt met zavel en klei. Ook werd hier de aanwezigheid van een knuppelbrug vastgesteld. Gezien vanuit de positie van het mesolitische jachtkamp lag er in ieder geval aan de NO zijde een waterloop, die mede de vorm van het rivierduin bepaald heeft. Omdat het mesolitisch jachtkamp meerdere seizoenen in gebruik is geweest en zoetwater vlakbij lag, konden in de flank en aansluitende geul nieuwe informatie over de mesolitische menselijke activiteiten verwacht worden In het kader van het Essen-project, een speerpuntprogramma van de ROB is in 2000 een nieuwe opgraving gestart in de flank van het rivierduin aan de NO-zijde met de aansluitende waterloop. In deze nieuwe opgraving zijn uitzonderlijk goed geconserveerde nederzettingen uit het Midden-Mesoliticum, de periode 8400 – 7900 v. Chr. ontdekt. In de opvulling van deze waterloop zijn resten gevonden van de jacht, visvangst en het verzamelen van plantaardig materiaal. Tijdens de opgraving bleek dat er langs de flank van het rivierduin een verscheidenheid van zandafzettingen voorkwamen, waarvan de genese niet zo op het oog te herleiden was. Ook leek het dat de geul zich regelmatig verplaatst had, waarbij delen van het rivierduin zijn afgeslagen en elders weer afgezet. Voor de interpretatie van archeologische vondsten is het belangrijk om te weten of deze voorkomen in onverstoord rivierduin materiaal, of in afgespoeld rivierduinzand of in verspoeld duin- en rivierzand. Om dit te onderzoeken is aan Alterra gevraagd om bodemkundig veldwerk te verrichten om een beeld te krijgen van de processen die langs de flank van het rivierduin hebben plaatsgevonden, ondersteund met micromorfologisch onderzoek.
Op de landschappelijke en bodemkundige situatie wordt in dit rapport niet verder ingegaan omdat deze beschreven is in het rapport van het bodemkundig en micromorfologisch onderzoek dat in 1999 is uitgevoerd (Kooistra et al., 1999). De literatuurverwijzingen in dat rapport zijn ook op dit rapport van toepassing.

## 2. Methode van onderzoek

Tijdens de opgraving hebben verschillende veldbezoeken plaatsgevonden. Hierbij zijn een aantal profielbeschrijvingen gemaakt. Deze zijn bodemkundig beschreven op basis van textuur en bodemkundige kenmerken volgens de systematiek die vastgelegd is in Technisch Document 19A van DLO-Staring Centrum. Hierbij is de textuur van de gronden geschat (lutumgehalte, zandgrofheid). De kleuren van de grond zijn met behulp van de 'Munsell Soil Colour Charts' vastgesteld, waarbij de Engelse benamingen, zoals gebruikelijk, letterlijk in het Nederlands vertaald zijn. Het kalkgehalte is met behulp van verdund zoutzuur in drie klassen in opgenomen: 1. kalkloos, 2. kalkarm en 3. kalkrijk.
Daarnaast zijn een aantal boringen verricht in en bij de opgravingsputten.
In de droge bovengrond werd noodzakelijkerwijs geboord met een Edelman-boor. De met een Edelman-boor verkregen bodemmonsters zijn door de draaiende beweging van de boorkop in principe verstoord zodat lagen van dunner dan 10 cm niet goed afzonderlijk waarneembaar zijn. Onder de grondwaterspiegel werd een zogenaamde Van-der-Staay-boor gebruikt. Deze is geschikt om in water verzadigd zand te boren. De Van-der-Staay-boor bestaat uit een buis met daarin een zuiger die omhoog wordt getrokken, terwijl de aangescherpte buis in het sediment wordt geduwd. Door de zuigende werking onstaat een onderdruk in de buis die ervoor zorgt dat deze het zand makkelijk op kan nemen. De zuiger die de buis aan de bovenzijde volledig afsluit voorkomt eveneens dat het zand uit de buis loopt wanneer de Van-der-Staay-boor uit het boorgat wordt gehaald. De werking van de Van-der-Staay-boor is uitgebreider beschreven door Van de Meene *et al.* (1979). De kernen uit een Van-der-Staay-boor zijn in het algemeen door de zuigkrachten niet sterk verstoord, doch wel wat uitgerekt. Hiervoor is bij beschrijving eenvoudig te corrigeren. Met de Van-der-Staay-boor kan in principe enkele meters continu worden geboord. De Van-der-Staay-boringen werden verricht wanneer het archeologisch team het diepste vlak van een werkput had bereikt. Vanuit het diepste vlak is op een aantal plaatsen verder geboord om informatie over het pakket tot en met de top van de pleistocene afzettingen vast te leggen.
Tijdens deze velddagen zijn enkele locaties geselecteerd voor micromorfologisch onderzoek. Dit betreft profielen waarvan interpretatie van de genese, bodemvorming en het gebruik van de grond door de mens van groot belang is om de archeologische vondsten en sporen, te duiden. Op deze locaties zijn in de lagen die daarvoor in aanmerking kwamen voorzichtig monsterblikjes ingesneden. Deze onverstoorde bodemmonsters zijn eerst luchtgedroogd en daarna geïmpregneerd met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing. Na verdamping van het grootste gedeelte van de aceton uit deze oplossing zijn de monsters verhard met gammaradiatie. De slijpplaten van 8 x 15 cm met een dikte van 25 µm zijn gemaakt uit de kern van de verharde blokken, om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten. De hardingsmethode met gammaradiatie staat vermeld in Bisdom en Schoonderbeek (1983). Verder zijn de slijpplaten geprepareerd volgens de procedure die ontwikkeld is door Jongerius en Heintzberger (1975). De slijpplaten zijn geanalyseerd met een polarisatie lichtmicroscoop met vergrotingen tot 200 x. Overzichten van de gebruikte procedures voor het reconstrueren van processen en daarmee de genese van bodem en landschap in verschillende perioden met behulp van micromorfologie zijn gegeven in Kooistra (1990, 1991).

## 3. Bodemkundig veldwerk

Het bodemkundig veldwerk is geconcentreerd op een lange proefsleuf, die doorloopt van werkput 70 naar 65, noordprofiel. Daarnaast zijn twee andere profielwanden beschreven, omdat er op cruciale plaatsen een micromorfologisch monster uit is genomen. Deze profielen worden eerst beschreven, waarna de beschrijvingen van de lange sleuf volgen.

Werkput 68, zuidprofiel, Zutphen-Laakscheveld (maaiveld 7,69 m + NAP)

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 30 cm | 1Aap | Plaggendek, donkerbruin (7,5YR4/2), matig humeus (ca. 3 % org. stof), lutumhoudend (ca. 4 %) sterk lemig (ca. 18 %), matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, bouwvoor. |
| 30 - 50 cm | 1Aa2 | Plaggendek c.q. fossiele cultuurlaag; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (2 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, waarin houtskoolfragmentjes en bioturbatie voorkomt. |
| 50 - 82 cm | 1 Aa3/ 2C | Plaggendek c.q. fossiele cultuurlaag c.q. ondergrond; bruin (7,5YR5/4), zeer humusarm (1 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, waarin houtskoolfragmentjes, kleine ijzervlekken en bioturbatie voorkomt. |
| 82 – 115 cm | 1Cg | Bruin (10YR5/3), uiterst humusarm, lutumhoudend (ca. 4 %) sterk lemig (ca. 18 %), matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, met ijzervlekken en -concreties in wortel/diergangen. |
| 115 – 140 cm | 2Cg1 | Donkergrijze (10YR4/1), zeer humusarme (1 % org. stof), matig fijn zandige (M50 190 µm), houtskoolrijke, kalkloze zware zavel (22 % lutum), met veel rodoornige, geelbruine roestvlekken (5YR4/6), verspoeld materiaal, uitwiggend. |
| 140 – 151 cm | 2Cg2 | Geelbruin (10YR5/4), uiterst humusarme, kalkloze matig zware klei (40 % lutum) met rodoornige, geelbruine roestvlekken (5YR4/6). |
| > 151 cm | 3Cgr | Licht geelbruin (10YR6/4) humeus, leemarm (10 % lutum), matig fijn zand (M50 180 µm), met gelaagdheid van organisch materiaal, beddingzand/verspoeld rivierduin? |

Hierin zijn twee monsters voor micromorfologisch onderzoek genomen:

1. 25 – 40 cm diepte (7,44 – 7,29 m + NAP); met de volgende onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (is dit verspoeld rivierduin of verwaaid materiaal); de bodemontwikkeling en de invloed van de mens (is er geplagd, of te wel is dit de onderkant van een esdek?).

2. 71 – 86 cm diepte (6,98 – 6,83 m + NAP); met de volgende onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (verspoeld of verwaaid); de bodemontwikkeling (bioturbatie?), en de invloed van de mens.

Werkput 68, oostprofiel, Zutphen-Laakscheveld (onthoofd profiel)

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 25 cm | 1Aa2 | Plaggendek c.q. fossiele cultuurlaag c.q. bruine ondergrond; bruin (7,5YR5/4), zeer humusarm (1 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand. |
| 25 – 70 cm | 1Cg | Bleekbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, lutumhoudend, zwak lemig (ca. 12 %), matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand. |
| 70 - 92 cm | 2Cg1 | Donkergrijze (10YR4/1), zeer humusarme (1 % org. stof), matig fijn zandige (M50 190 µm), kalkloze lichte klei (26 % lutum), met enkele rodoornige, geelbruine roestvlekken (5YR4/6). |
| 92 – 104 cm | 2Cg2 | Geelbruine (5YR4/6), rodoornige, zeer humusarme (1 % org. stof), matig fijn zandige (M50 190 µm), kalkloze lichte klei (26 % lutum). |

Hierin is een monster voor micromorfologisch onderzoek genomen:

3. 42 – 57 cm diepte (6,72 – 6,57 m + NAP); met de volgende onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (is dit verspoeld rivierduin of verwaaid materiaal); de bodemontwikkeling (minder bioturbaat) en eventueel de invloed van de mens.

Werkput 65 naar 70, noordprofiel, Zutphen-Laakscheveld

Dit was een lange sleuf. Werkput 65 ligt aan de westkant van de sleuf en begint op de flank van het rivierduin. Werkput 70 ligt aan de oostkant waar het rivierduin overgegaan is in geulafzettingen. In deze lange sleuf zijn op enkele plaatsen profielbeschrijvingen gemaakt van de wanden met aansluitend een paar diepboringen met de Van-der-Staayboor tot in de top van het Pleistoceen.

Profiel 1, werkput 65, ca. 6 m van westwand: 8,85 m + NAP.

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 35 cm | 1Aap1 | Plaggendek, donkerbruin (7.5YR4/2) matig humusarm (2 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, met baksteenfragmentjes. |
| 35 – 50 cm | 1Aap2 | Plaggendek c.q. fossiele cultuurlaag; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (2 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, waarin baksteen en houtskoolfragmentjes voorkomen. |
| 50 – 65 cm | 1AC1 | Sterk bruin (7.5YR5/6), uiterst humusarm (0,3 % org. stof), matig fijn (M50 190 µm), leemarm zand, met sporen van bioturbatie. |
| 65 – 90 cm | 1AC2 | Oranjegeel (7.5YR6/6), uiterst humusarm (0,3 % org. stof), matig fijn (M50 190 µm), leemarm zand, met bioturbatie. |
| 90 – 135 cm | 1Cg | Bruinachtiggeel (10YR6/6), matig fijn (M50 190 µm), leemarm |

| | | |
|---|---|---|
| | | zand (rivierduinzand, verspoeld?). |
| 135 – 200 cm | 2Cg | Grijs (N5/) tot roodgeel (7.5YR6/6), zeer roestig, zeer gelaagd, zeer fijn (M50 135 µm), sterk lemig, kalkloos, zand, mogelijk dekzand of top verspoeld gelaagd fluvioperiglaciaal. |
| 200 – 230 cm | 3Cg | Blauwgrijs (5G6/1), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig, kalkloos, zand. Formatie van Kreftenheye. |
| 230 – 300 cm | 3Cr | Blauwgrijs (5G6/1), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig, kalkrijk, zand. Formatie van Kreftenheye. |

In dit profiel is een monster voor micromorfologisch onderzoek genomen uit de 1AC2/1C van 81 – 96 cm diepte, met de volgende onderzoeksvragen: wat is de genese van dit materiaal en de bodemvorming daarin. Als hier meer over bekend is kunnen de processen aan de flank van het rivierduin beter gereconstrueerd worden. Het monster is zo genomen dat er een deel van een in het veld ijzerrijkere vlek in aanwezig is.

Profiel 2, werkput 70, ca. 21 m van westwand: 8,50 m + NAP. Hier is het profiel leemrijker geworden en er komen veel ijzerrijkere vlekken in voor.

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 25 cm | 1Aap1 | Plaggendek, donkerbruin (7.5YR4/2), matig humeus (3 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 190 µm), kalkloos zand, met baksteenfragmentjes, houtskool,grind, steenkool. |
| 25 - 35 cm | 1Aap2 | Plaggendek c.q. fossiele cultuurlaag; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (1,5 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 170 µm), kalkloos zand, waarin baksteen en houtskoolfragmentjes voorkomen. |
| 35 – 70 cm | 1Cg1 | Bruinachtiggeel (10YR6/6), matig fijn (M50 170 µm), zwak lemig zand (rivierduinzand, verspoeld?). |
| 70 – 103 cm | 1Cg2 | Bruinachtiggeel (10YR6/6), matig fijn (M50 190 µm), zwak lemig zand (rivierduinzand, verspoeld?), met veel gelige rode (7.5YR5/6) ijzer vlekken, met soms een humeuzere accumulatie. |
| 103 – 110 cm | 2Cg1 | Licht grijs (10YR7/1) en lichtbruingrijs (10YR6/2) gelaagd matig fijn (M50 190 µm), zwak lemig (16 %leem) zand. |
| 110 – 140 cm | 2Cg2 | Grijs (10YR6/1), gelaagd zeer fijn (M50 120 µm), sterk lemig (30 % leem) zand (rivierafzetting?, verspoeld?). |
| 140 – 220 cm | 2Cg3 | Grijs (10YR6/1), gelaagd matig fijn (M50 160 µm), zwak lemig zand (rivierafzetting?, verspoeld?). |
| 220 – 320 cm | 3Cr | Blauwgrijs (5B6/1), leemarm, matig fijn (M50 160 µm) kalkrijk zand. |
| 320 – 460 cm | 4Cr | Grijs (5Y6/1), leemarm, matig grof (M50 230 µm) kalkrijk zand. |
| 460 – 500 cm | 5Cr | Donkergrijs/zwart (N4/), zeer humeus (10 %), zwak lemig, matig fijn (M50 200 µm) zand met houtresten. |
| 500 – 600 cm | 6Cr | Bruin (10YR5/3), leemarm, matig grof (M50 260 µm) zand, Formatie van Kreftenheye. |

Profiel 3, werkput 70, ca. 30 m van westwand: 8,32 m + NAP. Hier heeft het profiel een kalkrijke bleekbruine inclusie boven het gelaagde pakket in de ondergrond.

| | | |
|---|---|---|
| 0 – 30 cm | 1Ap1 | Bouwvoor, donkergrijsbruin (10YR4/2), matig humeus (2,5 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 30 – 45 cm | 1Ap2 | Fossiele cultuurlaag?; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (1,5 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 45 – 65 cm | 1AC | Sterk bruin (7.5YR5/6), uiterst humusarm (0,5 % org. stof), matig fijn (M50 180 µm), zwak lemig, kalkloos zand. |
| 65 – 85 cm | 2Cg1 | Gelaagd lichtbleekbruin (10YR7/3), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig kalkrijk zand. |
| 85 – 87 cm | 2Cg2 | Gelaagd lichtbleekbruin (10YR7/3), zeer fijn (M50 120 µm), zeer sterk lemig, zand met kalkaccumulaties. |
| 87 – 117 cm | 2Cg3 | Gelaagd lichtbleekbruin (10YR7/3), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig kalkrijk zand. |
| 117 – 120 cm | 3Cg | Gelaagd bruinachtiggeel (10YR6/6), zeer fijn (M50 130 µm), zeer sterk lemig, kalkloos zand. |
| 120 – 132 cm | 4Cg | Gelaagd licht bruingrijs (10YR6/2), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig, gevlekt kalkloos zand. |
| 132 – 136 cm | 5Cg | Blauwgrijs (5B5/1), zeer fijn (M50 120 µm), zeer sterk lemig kalkloos zand, met roest. |
| 136 – 185 cm | 6Cg | Sterk gelaagd blauwgrijs (5B6/1), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig, gevlekt zand. Lagen kalkloos tot kalkrijk. |
| 185 – 190 cm | 7Cg | Blauwgrijs (5B6/1), zeer fijn (M50 140 µm), sterk lemig kalkrijk zand met roestband. |
| 190 – 270 cm | 8Cg1 | Blauwgrijs (5B6/1), zeer fijn (M50 140 µm), zwak lemig kalkrijk zand. |
| 270 – 490 cm | 8Cg2 | Grijs (N6), matig grof (M50 215 µm), kalkrijk leemarm zand. |
| 490 – 540 cm | 8Cg3 | Bruin (10YR5/3), matig grof (M50 230 µm), kalkrijk leemarm zand. |

Profiel 4, werkput 70, ca. 35 m van westwand: 8,18 m + NAP, waar onregelmatige kalkrijke en kalkloze zones voorkomen.

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 30 cm | 1Ap1 | Bouwvoor, donkergrijsbruin (10YR4/2), matig humeus (3 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 30 - 50 cm | 1Ap2 | Fossiele cultuurlaag?; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (2 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 50 – 95 cm | 2Cg | Lichtgrijs (10YR7/1), zwak lemig, zeer fijn (M50 145 µm), kalkrijk zand, met kalkaccumulaties. |
| 95 – 100 cm | 3Cg1 | Blauwgrijs (5B6/1), zwak lemig, zeer fijn (M50 145 µm), kalkrijk zand, met roest. |
| 100 – 170 cm | 3Cg2 | Grijsbruin (10YR5/2), zwak lemig, zeer fijn (M50 145 µm), gelaagd, kalkrijk zand. |
| 170 – 320 cm | 3Cgr | Grijs (10YR5/1), leemarm, matig fijn (M50 200 µm), kalkrijk |

| | | |
|---|---|---|
| | | zand. |
| 320 – 510 cm | 4Cg | Bleekbruin (10YR6/3), leemarm, matig grof (M50 220 µm), kalkrijk zand. |
| 510 – 590 cm | 4Gr | Grijs (10YR5/1), leemarm, matig grof (M50 220 µm), kalkrijk zand. |
| 590 – 610 cm | 5Gr | Donkergrijs/zwart (N4/), zeer humeus (7 %), leemarm, matig grof (M50 220 µm), kalkrijk zand. |

Profiel 5, werkput 70, ca. 40 m van westwand: 7,90 m + NAP, met zwaar gelaagd pakket.

| | | |
|---|---|---|
| 0 - 30 cm | 1Aap | Bouwvoor, donkergrijsbruin (10YR4/2), matig humeus (3 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 30 - 45 cm | 1AC | Onderkant bouwvoor/ondergrond; donkerbruin (7,5YR4/4), matig humusarm (2 % org. stof), lutumhoudend (ca. 2 %) zwak lemig, matig fijn (M50 180 µm), kalkloos zand. |
| 45 – 100 cm | 2Cg1 | Lichtgrijs (10YR7/1), zwak lemig, zeer fijn (M50 145 µm), kalkrijk zand, met kalkaccumulaties. |
| 100 – 160 cm | 2Cg2 | Zeer gelaagd, grijsbruin (10YR5/2), sterk lemig, zeer fijn (M50 140 µm), zand. Lagen afwisselend van kalkloos tot kalkrijk. |
| 160 – 220 cm | 3Cgr | Blauwgrijs (5B6/1), zeer fijn (M50 145 µm), zwak lemig kalkrijk zand. |

Met het referentie profiel (RP) uit het rapport van vorig jaar (Kooistra et al., 1999) zijn er 7 profielen beschreven in het rivierduin. Uit deze beschrijvingen is op te maken dat de rivierduinafzetting bestaat uit kalkloos, matig fijn (M50 variërend van 180 - 210 µm), leemarm zand. Kijkend naar de NAP-hoogten ligt de basis van het rivierduin op ca. 7,50 m + NAP. Naar het oosten toe in werkput 68 ligt de basis steeds lager: in het beschreven profiel in de zuidwand op 6,87 m + NAP, in die in de oostwand op 6,44 m + NAP. In de lange sleuf van werkput 65 – 70 ligt naar het oosten toe een korte rug in de ondergrond waardoor daar de onderkant van het duin iets hoger ligt, ca. 18 cm. Hier hebben we te maken met een speciale situatie, waar verderop ingegaan wordt.
De dikte van het rivierduin varieert van 180 cm (RP) tot 45 cm (wp 70, profiel 5). Deze dikte is gechargeerd omdat op het hoogste deel van het rivierduin een esdek aanwezig is. Gezien de dikte van het esdek moet gedacht worden aan een ophoging van tussen de 20 en 30 cm. Langs de flanken, waar het rivierduin uitwigt is het esdek afwezig. Wel is er een duidelijke bouwvoor aanwezig. Maar ophoging met plaggen kon in het veld niet vastgesteld worden.
De afzettingen onder het rivierduin stammen waarschijnlijk uit het Midden-Weichelien en bestaan uit fluvioperiglaciale afzettingen, met een geringe inclusie van dekzand en fluviatiele afzettingen. De ondergrond in het zuiden (RP) is anders dan die in de lange sleuf van werkput 65-70. Het duin is dus opgewaaid over verschillende afzettingen. Deze afzettingen hebben een verschillend kalkgehalte en kunnen kalkloos zijn tot kalkrijk.
In de lange sleuf van werkput 65 – 70 waar naar het oosten toe een korte rug in de ondergrond voorkomt waardoor daar de onderkant van het duin iets hoger ligt, ca. 18 cm, vertonen de afzettingen een discontinuiteit. In het veld is een lichter gekleurde

bleekbruine wigvormig pakket te zien die naar het westen toe ophoudt en naar het oosten toe verder te vervolgen is. Dit wigvormige pakket is kalkrijk, gelaagd, en bestaat uit fijner zand dan het rivierduin. De korrelgrootten en de gelaagdheid zijn verwant aan de onderliggende pakketten, maar deze zijn kalkloos. Verder naar het oosten komen we in een geulopvulling terecht. In het zuidoosten, ten noorden van werkput 68, oostprofiel, is een buitenbocht van een geul die ingesneden is in het rivierduin aanwezig. Gezien de landschappelijke situering en de samenstelling van deze rug hebben we in de lange sleuf van werkput 65 – 70 te maken met een oeverwal van kalkrijk materiaal. De korrelgrootten komen overeen met die van lagen in de ondergrond in dit gebied. De top hiervan is, voor zover wij konden traceren, kalkloos, waaronder kalkrijke afzettingen voorkomen. In het Bølling- en Allerød (Laat-Weichselien) begonnen geulen van vlechtende rivieren zich dieper in te snijden. Hierbij veranderde de breedte/diepte-verhouding van de rivieren, gingen ze meer meanderen en konden oeverwallen ontstaan. Op deze plek lijkt het dat er door de veranderingen in het riviersysteem lokale erosie van diepere kalkrijke lagen en vorming van lage oeverwallen in en na de buitenbochten heeft plaatsgevonden. Hier tegenaan is rivierduin zand afgezet. Dit kan, of omdat het rivierduin jonger is en er overheen is geblazen, of dat er langs de flank van het rivierduin verspoeling is opgetreden waardoor de basis van het duin verbreed werd. Er is één monster voor micromorfologisch onderzoek genomen in deze laag van het rivierduin. Dit onderzoek kan uitwijzen wat de genese van deze laag is. Daarna kunnen de afzettingsfasen ook beter gedateerd worden. De ouderdom van het primaire rivierduin moet hoofdzakelijk in de Jonge Dryas hebben plaatsgevonden.

## 4. Micromorfologisch onderzoek

Er zijn 4 monsters voor micromorfologisch onderzoek met de volgende onderzoeksvragen genomen namelijk:
Twee monsters in Werkput 68, zuidprofiel

1. 71 – 86 cm diepte (6,98 – 6,83 m + NAP);
   onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (verspoeld of verwaaid); de bodemontwikkeling (bioturbatie?), en de invloed van de mens.
2. 25 – 40 cm diepte (7,44 – 7,29 m + NAP);
   onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (verspoeld rivierduin/ verwaaid materiaal); de bodemontwikkeling en de invloed van de mens (esdek?).

Een monster uit Werkput 68, oostprofiel

3. 42 – 57 cm diepte (6,72 – 6,57 m + NAP);
   onderzoeksvragen: de genese van het bodemmateriaal (verspoeld/verwaaid); de bodemontwikkeling (bioturbatie) en eventueel de invloed van de mens.

Een monster uit Profiel 1, werkput 65, ca. 6 m van westwand

4. 81 – 96 cm diepte
   onderzoeksvragen: de genese van dit materiaal en de bodemvorming daarin.

Deze vier monsters zijn tot slijpplaten verwerkt en worden hierna achtereenvolgens geanalyseerd en geinterpreteerd.
In een slijpplaat komen meestal verschillende lagen voor. Deze zijn op volgorde van onder naar boven genummerd. De beschrijving van een laag bestaat uit drie delen: 1. het bodemmateriaal waaruit de grond bestaat; 2. de holten die erin voorkomen; 3. de verschijnselen die in de grondmassa en bij en in de holten aanwezig zijn.

***Beschrijving van de slijpplaat nr. 1 Werkput 68, zuidprofiel; (00.025) 71 – 86 cm diepte ((6,98 – 6,83 m + NAP)***

*Laag 1: 83 - 86 cm*

Bodemmateriaal

Mineraalrijk zand, Ø tussen 40 – 500 µm, uiterst humusarm, leemarm en kalkloos. Minerale korrels zijn afgerond. De korrels zijn ongeorienteerd met relatief grote tussenholten. De verdeling van de korrelgrootten is *at random*. Al blijft de stapeling van de korrels los gepakt, de tussenholten zijn vaak kleiner dan op grond van een windafzetting verwacht kan worden. Het fijne materiaal, kleirijk met fijne minerale partikels tot 15 µm Ø, komt voor als huidjes op de korrels, lokaal als bruggen tussen de korrels en lokaal als kleine aggregaatjes. De verdeling is niet homogeen. Lokaal een hoger gehalte aan kleirijk materiaal.

Holten

Naast pakkingsholten tussen de korrels komen er een aantal grotere, voornamelijk vertikaal georiënteerde, dier- en wortelgangen voor, tot 3 mm Ø, en enkele onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door enchytraeen.

Verschijnselen

- Vuursteensplinter, 2 mm Ø, ingebed in het bodemmateriaal;
- Afgerond stukje verkoold organisch materiaal, in een deels opgevulde holte.
- Enkele stukjes van met ijzer aan elkaar gekitte korrels, in deels opgevulde holten.
- Voormalige holten deels weer gedeeltelijk opgevuld met losse korrels en enkele autochtone elementen (verkoold hout, ijzerkittingen).
- Een paar accumulaties van kleine ellipsoidale excrementen van enchytraeen.

*Laag 2: 71 - 83 cm*

Bodemmateriaal

Vergelijkbaar met die van laag 1.

Holten

Naast pakkingsholten tussen de korrels komen er een groot aantal grotere, dier- en wortelgangen voor, tot 3 mm Ø, en onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door enchytraeen.

Verschijnselen

- Veel voormalige holten deels weer gedeeltelijk opgevuld met losse korrels en enkele andere elementen zoals verkitte korrels, stukjes ijzerhuidje en verkoold hout;
- Een aantal verkoolde stukjes hout, tot 600 µm Ø, ingebed in het bodemmateriaal of bij losgepakte opgevulde holten.
- Een aantal holten met ijzerhuidjes, soms met kristallijne goethiet.
- Enkele splinters vuursteen tot 650 µm Ø.
- Een aantal accumulaties van kleine ellipsoidale excrementen van enchytraeen. Sommigen zijn vervormd en een paar hebben een ijzeraanrijking.

Interpretatie slijpplaat 1, Werkput 68, zuidprofiel
Het moedermateriaal is windgeblazen zand. In beide lagen komen veel pakkingsverstoringen voor die of door een lichte verspoeling langs een oppervlak of door betredingen, of door een combinatie van beiden veroorzaakt zijn. Het is beslist geen compleet verspoelde afzetting, daarvoor is de pakking te open en dus bepaald door het afzettingsmechanisme.
Voor beiden opties voor de pakkingsverstoringen is wat te zeggen. Het beetje kleirijkere materiaal bevat organische stof en is bij een oppervlak gevormd. De incorporatie van relatief grote vuursteensplinters, ontstaan bij het maken van afslagen zegt iets over menselijke activiteit en lokale incorporatie bij een oppervlak door betreding. Er kan tijdens regen wat compactie in de pakking zijn ontstaan. Daarna is er dierlijke activiteit gekomen, ook van wormen of keverlarven. Hierdoor zijn grotere gangen gevormd, die weer gedeeltelijk zijn opgevuld, waarbij verkoold organisch materiaal en ijzeraccumulatie-brokjes van hogerliggende lagen mee zijn gekomen. In de bovenste laag komen goed ontwikkelde ijzerhuidjes in de grotere holten voor. Daarnaast komt in de bovenste laag een veel grotere biologische activiteit voor, veroorzaakt door bodemfauna. Dit is voornamelijk de mesofauna, maar ook de macrofauna is actief geweest. Deze biologische activiteit heeft de grondmassa maar gedeeltelijk beïnvloed. Wel is daardoor enige dislokatie van archeologisch materiaal opgetreden.

***Beschrijving van de slijpplaat nr. 2 Werkput 68, zuidprofiel;***
***(00.026) 25 – 40 cm diepte (7,44 – 7,29 m + NAP)***

*Laag 1: 33 – 40 cm*

Bodemmateriaal
Mineraalrijk zand, Ø tussen 40 – 500 µm, humusarm, leemhoudend en kalkloos. Minerale korrels zijn afgerond. De korrels zijn ongeorienteerd met relatief grote tussenholten. De verdeling van de korrelgrootten is *at random*. Al blijft de stapeling van de korrels los gepakt, de tussenholten zijn vaak kleiner dan op grond van een windafzetting verwacht kan worden. Het fijne materiaal, kleirijk met fijne minerale partikels tot 15 µm Ø, komt voor als huidjes op de korrels, lokaal als bruggen tussen de korrels en als kleine aggregaatjes. Het gehalte is ca. 3x zo groot als in slijpplaat 1. De verdeling is niet homogeen. Lokaal een hoger gehalte aan kleirijk materiaal.

Holten
Naast pakkingsholten tussen de korrels komen er een groot aantal dier- en wortelgangen voor, tot 2 mm Ø, en onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door mesofauna, waaronder enchytraeen.

Verschijnselen
- Veel voormalige holten deels weer gedeeltelijk opgevuld met losse korrels en enkele andere elementen zoals verkitte korrels en stukjes ijzerhuidjes;
- Een enkele opvulling van een grote gang met gelaagd bodemmateriaal, met een accumulatie van fijn bodemmateriaal als huidje in de opvulling. De opvulling bevat gewasresten en een grote afgeronde kwartskorrel van 3 mm Ø.
- Enkele opvullingen van dierlijke holten met kleirijker excrement materiaal.
- Een aantal accumulaties van kleine ellipsoidale excrementen van enchytraeen.

- Lokaal enkele kleine zones met dunne discontinue georienteerde vrijwel zuivere kleihuidjes.

*Laag 2: 25 - 33 cm*

Bodemmateriaal

Vergelijkbaar bodemmateriaal als onderliggende laag, met de volgende verschillen:
- Het gehalte aan kleirijk materiaal is aanzienlijk hoger en deze fijne fractie bevat meer donkere spikkels waardoor de *overall* kleur donkerder is.
- Een deel van dit kleirijkere materiaal komt voor als een moderhumus, die door externe druk vaak vervormd is.

Holten

Naast pakkingsholten tussen de korrels komen er een aantal dier- en wortelgangen voor, tot 2 mm Ø, en veel onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door mesofauna, waaronder enchytraeen.

Verschijnselen
- Veel holten zijn grotendeels opgevuld met losse minerale korrels of een combinatie van moderclusters en minerale korrels.
- Regelmatig komen in holten clusters excrementen voor, meestal kleine ellipsoïdale vormen van voornamelijk mesofauna. Een enkele holte is er mee gevuld.
- Incorporatie van kleine ijzeraccumulatie-brokjes, waarvan de meesten afgerond.
- Incorporatie van enkele kleine stukjes verkoold organisch materiaal.
- Aansnijdingen van verse wortels en fragmenten van wortels door vraat bodemorganismen.
- Enkele kleine fragmentjes veenachtig materiaal, één met sporen.
- Enkele grotere afgeronde kwartskorrels (650 µm Ø)

Interpretatie slijpplaat 2, Werkput 68, zuidprofiel

Het moedermateriaal is in principe windgeblazen zand met veel pakkingsverstoringen. De onderste laag is een bovengrond geweest waarin zeer waarschijnlijk geakkerd is. De oorspronkelijke moderhumus is gedeeltelijk versmeerd en lokaal verplaatst. Er komen geen allochtone materialen in voor. De bovenste laag heeft een duidelijke aanrijking van kleirijker en veenachtig materiaal. Ook hierin is geakkerd. Het aanrijkingsmateriaal is sterk verbrokkeld, de moderhumus is door externe druk vervormd. De onderste laag is een oud cultuurdek en de bovenste laag een plaggendek.

***Beschrijving van de slijpplaat nr. 3 Werkput 68, oostprofiel; (00.027) 42 – 57 cm diepte (6,72 – 6,57 m + NAP)***

Bodemmateriaal

Mineraalrijk zand, Ø tussen 40 – 500 µm, humusarm, leemhoudend en kalkloos. Minerale korrels zijn afgerond. De korrels zijn ongeorienteerd met relatief grote tussenholten. De verdeling van de korrelgrootten is *at random*. De korrels zijn over het algemeen los gepakt. De mate pakking verandert over korte afstand.

Holten

Naast de vele pakkingsholten tussen de korrels komen er een aantal dier- en wortelgangen voor, tot 1 mm Ø, en veel onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door mesofauna, waaronder enchytraeen.

Verschijnselen
- Incorporatie van veel stukjes verkoold organisch materiaal, tot 400 µm Ø. Deze zijn voor een groot deel niet tegelijkertijd met het bodemmateriaal mee afgezet. Een lichte toename in aantal naar boven toe.
- Incorporatie van een stuk scherf, 5 mm Ø.
- Incorporatie van enkele grote afgeronde minerale korrels, kwarts, tot 1,2 mm Ø.
- Incorporatie van enkele brokjes licht afgeronde stukjes van ijzeraccumulaties, tot 1 mm Ø.
- Een aantal holten zijn grotendeels opgevuld met losse minerale korrels.
- Een aantal keren komen in holten clusters excrementen voor, meestal kleine ellipsoïdale vormen van voornamelijk mesofauna.

Interpretatie
Het moedermateriaal is een windgeblazen afzetting. Over de gehele diepte komen verbrande stukjes organisch materiaal voor. Dit geeft deze laag een grijzere kleur. Deze stukjes verbrand organisch materiaal zijn gezien de aanwezigheid van een groot stuk scherf en de pakkingsverstoringen aanwijzingen dat hiet geakkerd is waarbij de voormalige vegetatie verbrand is en/of de stoppels verbrand zijn en/of aangerijkt is met huisafval.

***Beschrijving van de slijpplaat nr. 4 Profiel 1, werkput 65, ca. 6 m van westwand;; (00.028) 81 – 96 cm diepte (8,04 – 7,89 m + NAP)***

Bodemmateriaal
Mineraalrijk zand, Ø tussen 40 – 500 µm, kalkloos. Minerale korrels zijn afgerond. De korrels zijn ongeorienteerd met relatief grote tussenholten. De verdeling van de korrelgrootten is *at random*. De mate van pakking is redelijk homogeen over de slijpplaat. Ongeveer een kwart van het oppervlak wordt ingenomen door een, in het veld als ijzerrijker aangeduide, bruinere vlek. Deze vlek heeft een ronde vorm met een diameter van ca. 12 cm. Het moedermateriaal hiervan is hetzelfde als daarbuiten, met de volgende verschillen: 1. De pakking wisselt iets meer over korte afstand en is vaak losser; 2. Tussen de korrels en om korrels komen huidjes voor van georienteerde, ijzerrijke, vrijwel zuivere, inspoelingsklei. Zelden worden de gehele pakkingsholten gevuld met deze georienteerde klei. In deze bruinere vlek komen enkele licht gekleurde gangen voor, die weer opgevuld zijn met het mineraalrijke zand zonder klei-inspoeling. Diameter gangen ca. 6 mm.

Holten
Naast de vele pakkingsholten tussen de korrels komen er een aantal dier- en wortelgangen voor, tot 6 mm Ø. Deze grote gangen komen alleen in de bruinere vlek voor. Verder een beperkt aantal onregelmatige kleine diergangen en holten voornamelijk geproduceerd door mesofauna, waaronder enchytraeen.

Verschijnselen
- Over gehele slijpplaat enkele opvullingen van holten met los gepakte minerale korrels.

- In de onderste drie centimeters van deze slijpplaat komen enkele allochtone materialen voor: een paar afgeronde korrels verkoold organisch materiaal tot 300 µm Ø; een klein stukje verbrand bot ook ca. 300 µm Ø en een brokje allochtoon bodemmateriaal, een zavel, 600 µm breed en 1,8 mm lang. Alles ingebed in het moedermateriaal.

Interpretatie

Het hele pakket is een zuivere windafzetting. Met de wind mee is lokaal materiaal verplaatst, waaronder de allochtone stukjes verkoold organisch materiaal en het stukje verbrande bot. Het brokje zavel-materiaal kan eventueel iets langs een oppervlak verplaatst zijn, maar is duidelijk aangevoerd van elders. De aanwezigheid van deze materialen duidt op menselijke activiteit in de directe omgeving. Van 81 – 93 cm onder het maaiveld komen deze materialen niet voor. Hier is een bruinere vlek in de slijpplaat aanwezig, die een gang van een groter zoogdier geweest kan zijn, waar de pakking over het algemeen iets losser was. Deze gang functioneerde als interne drainage waarbij ijzerrijke vrijwel zuivere klei afgezet werd. Deze klei is waarschijnlijk gemobiliseerd door een scherpe verandering in de vegetatie en daarmee gepaard gaand bodemgebruik. Ontbossing voor landbouwdoeleinden geeft dit type effecten.

Samenvatting resultaten micromorfologie

1. Geen van de vier micromorfologisch onderzochte monsters van rivierduin materiaal is duidelijk verspoeld of herafgezet.
2. In alle vier micromorfologisch onderzochte monsters komen effecten van menselijke activiteiten voor, die niet allen van dezelfde fasen zijn.
3. De micromorfologische informatie van slijpplaat nr. 1, werkput 68, zuidprofiel en slijpplaat nr. 4, werkput 65 is vergelijkbaar met die gevonden in laag 1 en 2 gereconstrueerd uit slijpplaat 1, 2 en 3 van put 48-536/221 uit het rapport Kooistra et al., 1999. De informatie die in deze slijpplaten aanwezig is (scherpe vuursteensplinters ontstaan bij vuursteen bewerking, verkoold organisch materiaal, verbrande botsplinters, betredingsverschijnselen, brokjes zavel) duidt op de aanwezigheid van Mesolitische jagers en verzamelaars.
4. De NAP hoogte van slijpplaat nr. 4, werkput 65 sluit aan bij die van de lagen 1 en 2 die vorig jaar bestudeerd zijn (7,89 - 8,04 m + NAP en de zone 8,02 – 8,45 m + NAP). De NAP hoogte van slijpplaat nr. 1, werkput 68, zuidprofiel met Mesolitische sporen is echter beduidend lager (6,83 - 6,98 m + NAP).
5. De micromorfologische informatie van slijpplaat nr. 3, werkput 86, oostprofiel, is van latere datum. De aanwezige informatie (veel pakkingsverstoringen, veel verbrand organisch materiaal, scherf, grijze kleur laag) geeft aan dat er hier geakkerd is. Deze laag correspondeert zeer waarschijnlijk met laag 4 uit het rapport Kooistra et al., 1999. Wel ligt ook hier de NAP hoogte beduidend lager dan die van de corresponderende laag 4 (resp. 6,57 – 6,72 m + NAP en 8,48 - 8,52 m + NAP).
6. De micromorfologische informatie van slijpplaat nr. 2, werkput 68, zuidprofiel, is van weer latere datum. De aanwezige informatie geeft aan dat we in de onderste laag (7,29 – 7,36 m + NAP) met een oud cultuurdek hebben te maken en in de bovenste (7,36 – 7,44 m + NAP) laag met een opgehoogd plaggendek. Deze corresponderen met laag 6 en 7 van het rapport Kooistra et al., 1999. Maar daar ligt de grens tussen het oude cultuurdek en het esdek op ca. 8,62 m + NAP, wat zeker 1,25 m hoger ligt.

## 5. Conclusies

Uit de resultaten van het bodemkundig en micromorfologisch onderzoek zijn de volgende conclusies te trekken.

1. Het rivierduin is over verschillende afzettingen heen afgezet, die zowel kalkloos als kalkrijk kunnen zijn. Dit zijn fluvioperiglaciale afzettingen uit het Midden-Weichselien. De basis van het rivierduin ligt op ca. 7,50 m + NAP in het kerngebied van het rivierduin, maar naar het oosten toe ligt de basis ruim een meter lager. De rivierduinen zijn vanuit het westen opgeblazen (Isarin et al., 1997) en liggen dus oost/noordoost van hun uitblazingsgebied. Het duin is naar het oosten toe over een lager gelegen gebied geblazen. Daar ligt in de ondergrond een geul, waarin de bocht drie stammen van dennenbomen zijn aangetroffen. Datering van deze dennen geeft betere datering van de fasen in de genese van dit landschap.
2. Er zijn geen aanwijzingen voor verspoeling langs de flanken van het rivierduin aangetroffen in de micromorfologisch onderzochte lagen.
3. De kalkrijke oeverwal die aan de oostkant van de lange sleuf (werkput 65 – 70) voorkomt op de fluvioperiglaciale afzettingen (Midden-Weichselien) is ouder dan de rivierduinafzettingen die erover heen liggen. Het meest voor de hand liggend is dat deze oeverwalafzetting in het Bølling - Allerød heeft plaatsgevonden, toen vlechtende riviersystemen overgingen in meanderende riviersystemen (Makaske & Nap, 1995).
4. Het rivierduin is dus afgezet tegen en over een oeverwal van een meanderende rivier waarschijnlijk tijdens het Allerød Insterstadiaal (Laat Weichselien), die aan de oostzijde van de lange sleuf van werkput 65 – 70 aanwezig is. Ook de dennenstammen in de geul zouden uit deze tijd kunnen stammen. Het rivierduin is hier dus gevormd in de Jonge Dryas of vroege Preboreaal, met reaktivatie door menselijk ingrijpen. Bijna alle rivierduinen in Nederland stammen in essentie uit het Jonge Dryas.
5. De rivierduinafzetting van deze lange sleuf, die micromorfologisch onderzocht is (slijpplaat nr. 4 Profiel 1, werkput 65) heeft karakteristieke sporen die horen bij de aanwezigheid van mesolitische jagers en verzamelaars. Deze laag ligt tegen de oeverwal aan en wordt geplaatst in het Preboreaal (eind Fase 3, Kooistra et al., 1999).
7. Omdat in het kerngebied van het duin de mesolitische sporen op ca. 50 cm boven de basis van het rivierduin liggen en op de flank in het oosten net boven en op de basis van het rivierduin is het mogelijk dat in het kerngebied van het duin ook dichter bij de basis ervan Mesolitische sporen gevonden kunnen worden. Juist door verstoringen van de vegetatie van een duin door menselijke aktiviteit blijft verstuiving van een duin doorgaan. Dit is niet micromorfologisch onderzocht.
8. De in slijpplaat nr. 3, werkput 86, oostprofiel, aangetroffen akkerlaag is van latere datum. Deze laag is echter ouder dan het hoger liggende cultuurdek en esdek. Deze laag kan corresponderen met laag 4 uit het rapport Kooistra et al., 1999, maar kan ook ouder zijn. Wel is deze laag meer geprononceerd en duidelijk grijzer dan de mogelijk corresponderende laag 4. De NAP hoogte is bijna 2 meter lager dan die van de mogelijk corresponderende laag 4 (resp. 6,57 - 6,72 m + NAP en 8,48 - 8,52 m + NAP). De onderkant van de slijpplaat ligt op 13 cm boven de basis van het rivierduin en die van laag 4 op bijna 1 meter boven de basis van het

rivierduin. Als de lagen niet corresponderen, wat uit het archeologisch scherf materiaal vastgesteld kan worden, is een uitspraak te doen over de verstuiving van het rivierduin tussen beide lokaties. In ieder geval komt er in de akkerlaag van slijpplaat 3, werkput 86, oostprofiel meer verbrand organisch materiaal voor, wat kan wijzen op een voorkeur voor het gebruik van de flank bij de rivier als akkerland of op grotere aanvoer van verbrand organisch materiaal.

9. In slijpplaat nr. 2, werkput 68, zuidprofiel, komen twee antropogeen beïnvloedde lagen voor. De onderste laag (7,29 – 7,36 m + NAP) is een oud cultuurdek en de bovenste (7,36 – 7,44 m + NAP) is een opgehoogd plaggendek. Deze corresponderen met laag 6 en 7 uit het rapport Kooistra et al., 1999. De grens tussen het oude cultuurdek en het esdek ligt daar ruim 1,25 m hoger (ca. 8,62 m + NAP) dan in slijpplaat 2.

## Referenties


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

Ten Cate, J.A.M., Van Holst, A.F., Kleijer, H. & J. Stolp (1995). Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Deel A. Bodem. Technisch Document 19A, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Isarin, R.F.B., Renssen, H. & Koster E.A., 1997. Surface wind climate during the Younger Dryas in Europe as inferred from aeolian records and model simulations Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology 134, pp. 127 – 148.

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, The Netherlands.

Kooistra, M.J., 1990. The future of soil micromorphology. In: L.A. Douglas (Ed.), Soil micromorphology. Amsterdam, Elsevier, 1990, pp. 1-8.

Kooistra, M.J., 1991. A micromorphological approach to the interactions between soil structure and soil biota. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 34, pp. 315-328.

Kooistra, M.J., Mulder, J.R., Spek, Th., 1999. Wat de bodem onthulde. Bodemkundig en micromorfologisch onderzoek van een Mesolitische vindplaats op het rivierduin van Zutphen-Ooyerhoek. DLO-Staring Centrum, rapport no. M9904, 87802 (1999).

Makaske, A. and Nap, R.L., 1995. A transition from a braided to a meandering channel facies, showing inclined heterolothic stratification (Late Weichselian, central Netherlands). Geologie en Mijn bouw 74: 13 – 20, 1995.

Munsell Soil Color Charts, 1954. Munsell Color Company, Inc., Baltimore.

Zagwijn, W.H. en van Staalduinen, C.J., 1995, Geologische overzichtskaarten van Nederland. Kaarten, Profielen, Toelichting. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.