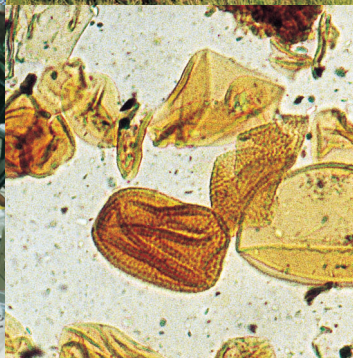
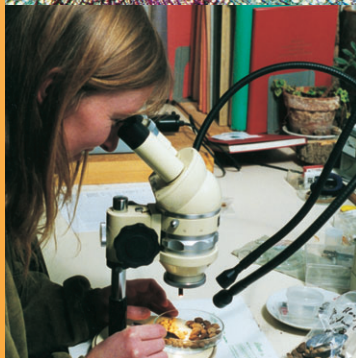
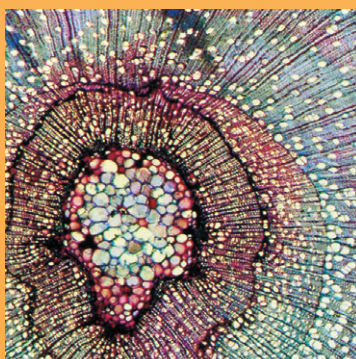


Maastricht Aachen Airport. Botanische macroresten en resten van teer uit IJzertijdsporen

L. van Beurden &
L. Kubiak-Martens
m.m.v. J. Langer

December 2008



Onderzoeks- en Adviesbureau
voor Biologische Archeologie en Landschapsreconstructie

Colofon

Titel:

BIAXiaal 384

Maastricht Aachen Airport. Botanische macroresten en resten van teer uit IJzertijdsporen.

Auteur:

L. van Beurden & L. Kubiak-Martens m.m.v. J. Langer

Opdrachtgever:

RAAP Archeologisch Advies Bureau

ISSN: 1568-2285

©BIAX Consult, Zaandam, 2008

Correspondentie adres:

BIAX Consult

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

fax: 075 – 61 49 980

e-mail: BIAX@BIAX.nl

1. Inleiding

In het voorjaar van 2008 is door RAAP Zuid-Nederland onder leiding van Gerard Tichelman een archeologisch onderzoek uitgevoerd in de gemeente Beek en Meersen (toponiem Horsterweg, Businesspark Maastricht Aachen Airport).¹ Tijdens het onderzoek zijn bewoningssporen van twee ijzertijdvindplaatsen aangetroffen.

In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek aan botanische macroresten van deze twee vindplaatsen gepresenteerd. Botanische macroresten, zoals zaden en vruchten, kunnen ons informatie verschaffen over de voedingsgewoonten van mensen in het verleden. Ook kunnen ze een beeld opleveren van de vegetatie in een nederzetting en in de omgeving daarvan en het gebruik van het landschap.

Tot nu toe is maar weinig bekend over nederzettingen uit de IJzertijd op het zuid-limburgse lössplateau. Ook botanisch onderzoek aan deze periode heeft hier nog nauwelijks plaatsgevonden. Het macrorestenonderzoek aan de ijzertijdvindplaatsen van Maastricht Aachen Airport kan daarom een bijdrage leveren aan de kennis over onder andere de voedsel economie en de vegetatie in de IJzertijd op het lössplateau.

Tijdens het archeologisch onderzoek van beide vindplaatsen is een groot aantal kansrijke sporen bemonsterd voor botanisch onderzoek. Aan de hand van de resultaten van het botanisch onderzoek zal in dit rapport worden getracht een antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

- Wat is de situatie met betrekking tot de conservering van het botanisch materiaal?
- Wat zegt het botanisch onderzoek over de voedingsgewoonten van de toenmalige bewoners? Zijn er chronologische ontwikkelingen zichtbaar?
- Wat zegt het botanisch onderzoek over mogelijke functies van de verschillende structuren?
- Wat zegt het botanisch onderzoek over de landschappelijke context en het landgebruik?

In één van de botanische monsters die aanvankelijk waren aangeboden voor onderzoek naar botanische macroresten werd een aantal klompjes verkoold organisch materiaal aangetroffen. Een selectie ervan werd onderzocht met een rasterlektronenmicroscop (SEM) en chemisch geanalyseerd om te bepalen of de klompjes plantendelen of organische elementen bevatten die zouden kunnen samenhangen met hetzij voedselbereiding, hetzij andere bewerkingstechnieken. De identificatie van plantaardig materiaal uit een archeologische context dat verschillende bewerkingen heeft ondergaan is meestal erg lastig. Zo worden bijvoorbeeld bij voedselbereiding, wat vaak gepaard gaat met vermalen of fijnwrijven, alle morfologisch herkenbare plantendelen vernietigd, terwijl andere bewerkingen vaak resulteren in resten die in gecompliceerde samenstelling hebben. De traditionele methode om botanische macroresten te identificeren (met behulp van een binoculaire microscoop) is daarom voor de bestudering van dit soort archeologische overblijfselen ongeschikt. Een alternatieve methode zoals gebruik van een rasterlektronenmicroscop (SEM) in combinatie met chemische analyse is daarentegen succesvol gebleken bij onderzoek naar bewerkte organische materialen (zie onder andere Kubiak-Martens 2006; Kubiak-Martens & Oudemans 2007; Kooistra & Kubiak-Martens 2008; Kubiak-Martens *et al.* in voorbereiding). SEM analyse maakt het mogelijk om anatomische kenmerken van uiterst kleine fragmenten plantenweefsel te onderzoeken, terwijl chemische analyse de aanwezigheid van organische componenten kan aantonen, zoals vetten, eiwitten, polysachariden of harsen, maar ook anorganische stoffen. De resultaten van de SEM en chemische analyse worden eveneens in dit rapport gepresenteerd.

¹ Centrumcoördinaten: 183.260/325.350, CIS-nummer: 26033.

2. Methoden

2.1 BOTANISCHE MACRORESTEN

Aanvankelijk is van vierendertig grondmonsters standaard 5 liter, indien aanwezig, met leidingwater gezeefd over een aantal zeven met maaswijdten van 4, 2, 1, 0.5 en 0.25 mm. Deze monsters zijn vervolgens geïnventariseerd om een beeld te krijgen van de zaden- en soortenrijkdom en de conserveringstoestand van de verschillende monsters. De resultaten van de inventarisatie zijn weergegeven in *bijlage 1*. Naar aanleiding van deze resultaten zijn elf monsters geselecteerd en gedroogd voor een botanische analyse (*tabel.1*).

De inventarisatie en analyse zijn uitgevoerd door L. Kubiak-Martens en L. van Beurden met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 40x. Tijdens de analyse is gebruik gemaakt van de referentiecollectie en determinatieliteratuur van BIAX Consult.

Tabel 1 Maastricht-Aachen Airport, overzicht van de geanalyseerde monsters. Legenda: PK=paalkuil, PKT=paalkuil met paalgat, KL=kuil.

vnr	put	spoor	context	vindplaats	structuur	structuur soort
M12	10	231	PK	1	5	wonen/werken/ opslag
M16	27	484	PKT	1	16	wonen/ opslag
M17	27	498	PKT	1	16	wonen/ opslag
M18	71	515	PK	1	16	wonen/ opslag
M25	68	634	PK	2	111/140	wonen
M26	68	640	PK	2	140	wonen
M29	65	732	PKT	2	112	wonen
M34	64	829	PK	2	120?	wonen?
M59	61	1022	PK	2	120	wonen
M86	57	1490	KL	2	115	wonen
M93	57	1497	PKT	2	101	wonen/ opslag

2.2 TEERRESTEN

In monster M10 (vindplaats 1, put 10, spoor 234) werden ongeveer 20 verkoolde, onregelmatige klompjes organisch materiaal aangetroffen. Dit botanisch monster was afkomstig uit een structuur die als ovenkuil wordt geïnterpreteerd en die wordt geassocieerd met de vroege-ijzertijdbewoningsfase van de site. Tijdens het veldonderzoek werden in deze structuur veel aardewerkscherven aangetroffen die secundair waren verbrand. De klompjes organisch materiaal werden onderzocht door BIAX Consult. Onder een binoculaire lichtmicroscop (vergroting 5-50x) bleken ze kleine houtskoolfragmentjes te bevatten die in een organische matrix waren ingebed, wat suggereerde dat de klompjes waarschijnlijk geen resten van voedsel vertegenwoordigden maar eerder overblijfselen van een andere vorm van bewerkt plantaardig materiaal. Drie geselecteerde exemplaren werden door de auteur onderzocht met de rasterlektronenmicroscop, type JOEL JSM-5300, in het SEM laboratorium in het Rijksherbarium te Leiden. Enkele klompjes werden ook fysisch en chemisch geanalyseerd om hun organische en anorganische samenstelling te bepalen. Deze analyses werden uitgevoerd door prof. J.J. Langer van het Laboratorium voor Fysische Chemie en Nanotechnologie van de Faculteit voor Chemie, Universiteit van Poznan, Polen.

3. Resultaten

3.1 BOTANISCHE MACRORESTEN

De resultaten van de analyse zijn weergegeven in *bijlage 2*. Een aantal monsters bevatte onverkoolde macroresten. Deze resten waren opvallend goed geconserveerd. De monsters zijn alle afkomstig uit sporen die zich boven het grondwaterniveau bevonden. Boven het grondwaterniveau blijven onverkoolde plantaardige resten door de aanwezigheid van zuurstof niet bewaard. Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de aangetroffen onverkoolde macroresten van (sub)recente ouderdom zijn. Vermoedelijk zijn de resten door middel van bioturbatie in de betreffende sporen terecht gekomen. Ze worden om die reden in deze rapportage buiten beschouwing gelaten.

3.1.1 Cultuurgewassen

Vindplaats 1

Van vindplaats 1 zijn vier monsters onderzocht. De monsters M16, M17 en M18 zijn afkomstig uit respectievelijk twee paalkuilen met paalgaten en een paalkuil van vermoedelijk twee structuren met een woon- en/of opslagfunctie (*tabel 1*). De monsters zijn opvallend rijk aan resten van graangewassen, met name graankorrels. Een groot deel van de graankorrels was echter vanwege slechte conservering en fragmentatie niet tot op soort te determineren (*Cereal*). De genoemde hoeveelheden in *bijlage 2* zijn vanwege de hoge fragmentatiegraad geschatte hoeveelheden *hele* korrels.

In monster M16 zijn relatief veel graankorrels van emmer- en/of spelttarwe (*Triticum dicoccon/spelta*) aangetroffen. Korrels van emmer- en spelttarwe zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. De graankorrels in monster M16 zijn bovendien vaak maar matig geconserveerd. Vermoedelijk bevat het monster beide soorten. Van een aantal korrels kan gezegd worden dat ze vanwege de hoge rug en relatief rond lopende zijden typerend zijn voor emmertarwe terwijl een aantal andere vermoedelijk van spelttarwe afkomstig zijn vanwege een lage rug, een stompe top en vrij parallel lopende zijden. De aangetroffen kafresten van zowel emmer- als spelttarwe geven in ieder geval met zekerheid de aanwezigheid van beide soorten aan.

Het relatief hoge aandeel van emmertarwe onder de kafresten zegt niets over het aandeel van emmertarwe onder de korrels. Omdat het kaf van spelttarwe dunner en fragieler is, kan het lage aantal kafresten van spelttarwe het gevolg zijn van taphonomische processen.

Zowel emmer- als spelttarwe zijn niet-vrijdorsende granen. Dit betekent dat na het dorsen de korrels nog omgeven zijn door aartjes. Uit etnografisch onderzoek is bekend dat in gebieden met vochtige klimaatomstandigheden het graan in deze vorm wordt opgeslagen.² Dit verkleint de kans op schimmelinfecties. Vermoedelijk werd dit in het verleden in ons land ook zo gedaan. Om de korrels van de aartjes te scheiden dient het graan voor een tweede keer te worden gedorst. Deze tweede dorsronde vindt waarschijnlijk dagelijks, voorafgaande aan de voedselbereiding plaats. De aanwezigheid van resten van aarvorkjes in een nederzetting zegt daarom niets over eventuele lokale verbouw. Het graan kan immers ook geïmporteerd zijn.

De hoeveelheid korrels en kafresten van emmer-en/of spelttarwe in monster M16 is zodanig hoog dat we hier waarschijnlijk te maken hebben met restanten van een verbrande voorraad. Vermoedelijk maakte het spoor waar dit monster uit afkomstig is, deel uit van een gebouw met opslagfunctie dat op een gegeven moment is verbrand. De verkoolde graankorrels zijn bij het uittrekken van de verbrande palen in het paalgat terecht gekomen. Omdat in een aartje twee korrels zitten, zou in een verkoolde, gedorste graanvoorraad de verhouding tussen korrels en vorkjes in principe 2:1 moeten zijn. In

² Hillman 1984.

monster M16 ligt de verhouding korrels: aarvorkjes op 3,5:1. Het is echter aannemelijk dat de robuuste graankorrels meer kans hebben bewaard te blijven dan de fragiele aarvorkjes.

De monsters M17 en M18 zijn zeer rijk aan verkoolde graankorrels van bedekte zesrijge gerst (*Hordeum vulgare* var. *vulgare*). De hoeveelheden zijn zo hoog dat we ook hier uitgaan van restanten van een verbrande voorraad. Beide monsters bevatten naast de vele korrels ook enkele aarspilfragmenten van gerst. Aarspilfragmenten worden in een vroeg stadium van het graanverwerkingsproces door middel van dorsen en wannen van de korrels gescheiden. Als we ervan uitgaan dat deze verwerkingsprocessen plaatsvinden op een productienederzetting dan vormt het aantreffen van aarspilfragmenten van gerst op een vindplaats dus een aanwijzing voor lokale verbouw van deze graansoort. In een partij gedorst graan kunnen echter altijd wel enkele aarspilfragmenten achterblijven. Kleine aantallen aarspilfragmenten zoals in de monster M17 en M18 vormen daarom geen betrouwbaar bewijs voor lokale productie.

Monster M17 bevat in tegenstelling tot monster M18 resten van kafnaalden en kroonkafjes (lemma's en palea's) van gerst. Bij bedekte graansoorten zitten de kroonkafjes strak om de korrels heen of zijn er, zoals bij bedekte gerst, mee vergroeid. Tijdens het dorsen van bedekte graansoorten blijven de kroonkafjes om de korrels heen zitten. In deze vorm worden de korrels ook opgeslagen. De korrels moeten voor consumptie nog worden 'ontkaft' door het graan bijvoorbeeld te stampen en te wannen. Kroonkafjes en kafnaalden van gerst worden vanwege het feit dat ze fragiel zijn en meestal geheel verbranden niet vaak in botanische monsters aangetroffen. In verhouding tot het aantal aangetroffen korrels is het aantal kroonkafjes dan ook laag. Het feit dat een deel van de kroonkafjes bewaard is gebleven, heeft mogelijk te maken met plaatselijk gunstige verbrandingsomstandigheden.

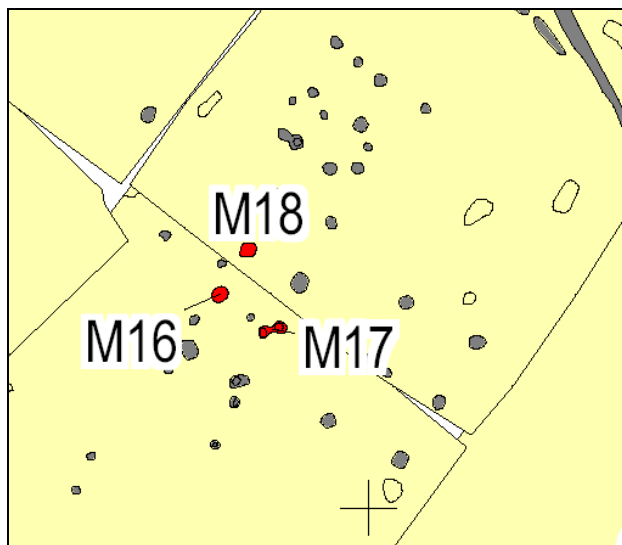
In monster M16 zijn relatief veel zaden van waarschijnlijk raapzaad (*Brassica* cf. *rapa*) aangetroffen. Bij de meeste zaden is de zaadhuid niet bewaard gebleven. Op de zaden waar de zaadhuid nog wel aanwezig is, is het moeilijk vast te stellen of het om raapzaad (*Brassica rapa*) of zwarte mosterd (*Brassica nigra*) gaat. Het karakteristieke celpatroon rondom de navel is niet duidelijk zichtbaar, wat doet vermoeden dat het om raapzaad gaat. De grote hoeveelheid zaden maakt het aannemelijk dat we hier te maken hebben met een restant van een voorraad. Raapzaad is een gewas met oliehoudende zaden. Vermoedelijk behoorde raapzaad dus tot de toenmalige verbouwde gewassen.

Andere cultuurgewassen die in de monsters van vindplaats 1 zijn aangetroffen, zijn pluimgierst (*Panicum miliaceum*) en huttentut (*Camelina sativa*). Ook zijn enkele verkoolde schaaldelen van hazelnoten (*Corylus avellana*) gevonden. De hoeveelheden zijn vrij laag, waardoor het de vraag is of deze resten eveneens afkomstig zijn van voorraden of dat het nederzettingsruis betreft.

Zoals hierboven reeds is aangegeven, doet de grote hoeveelheid graan en de aanwezige kafresten in de monsters M16, M17 en M18 vermoeden dat we hier te maken hebben met restanten van verbrande graanvoorraden. De monsters zijn afkomstig uit sporen die waarschijnlijk aan twee verschillende structuren toebehoren. Aan beide structuren wordt een woon- of opslagfunctie toegekend. Monsters M16 en M18 worden toegewezen aan structuur 16, monster M17 aan structuur 17. Beide structuren liggen zeer dicht bij elkaar (zie *figuur 1*).

De grote hoeveelheden tarwe en mogelijk raapzaad in monster M16 en gerst in monster M18 wijzen er op dat in structuur 16 tegelijkertijd meerdere gewassen werden opgeslagen.

Vermoedelijk geldt dat ook voor structuur 17. Van deze structuur is maar één monster geanalyseerd waarin behalve een grote hoeveelheid gerstekorrels ook redelijk wat korrels van tarwe aanwezig zijn. Het is echter niet uit te sluiten dat de tarwekorrels bijvoorbeeld als zaaigoedverontreiniging tussen de gerst terecht zijn gekomen.



Figuur 1 Maastricht Aachen Airport, locatie van de monsters M16, M17 en M18 van vindplaats 1 (© RAAP).

Behalve de aanwezigheid van kroonkafresten en kafnaalden in monster M17, vertoont het spectrum van dit monster veel gelijkenis met dat van monster M18. Hierdoor vereist de vraag of beide monsters niet eenzelfde opslagplaats vertegenwoordigen, de sporen waar de monsters uitkomen, liggen immers heel dicht bij elkaar. De aanwezigheid van kroonkafresten en kafnaalden van gerst in monster M17 en het ontbreken ervan in monster M18 zou in dat geval verklaard kunnen worden door lokale gunstige verbrandingsomstandigheden. Het is toch opmerkelijk dat een opslagplaats tot twee keer toe op vrijwel dezelfde locatie verbrandt. Mogelijk levert het ^{14}C -dateringsonderzoek uitsluitsel.

Of ook pluimgierst en huttentut tot de opgeslagen gewassen behoorden, kan niet uit de lage aantallen worden opgemaakt. Lage aantallen wijzen eerder op nederzettingsruis of verontreiniging van de voorraden.

Monster M12 van vindplaats 1 is afkomstig uit een paalkuil waarin veel secundair verbrand aardewerk is aangetroffen. In eerste instantie werd de kuil daarom geïnterpreteerd als een rituele verlatingskuil. Omdat het verbrande aardewerk echter in meerdere paalkuilen voorkomt, wordt nu vermoed dat de kuil deel uit heeft gemaakt van een gebouw dat is afgebrand. In monster M12 zijn redelijk wat verkoold graankorrels en fragmenten daarvan aangetroffen. Vanwege de slechte conservering en de fragmentatiegraad kunnen de meeste korrels niet tot op soort worden gedetermineerd. Slechts een aantal korrels is gedetermineerd als gerst en emmer- en/of spelttarwe. De aanwezigheid van een aarvorkje van spelttarwe geeft aan dat deze tarwesoort in ieder geval aanwezig is geweest. Daarnaast zijn in het monster twee korrels van pluimgierst gevonden. De totale hoeveelheid graan dat in dit monster is aangetroffen, is vrij hoog en kan niet als nederzettingsruis worden geïnterpreteerd. Het aandeel aan (fragiele) kafresten is daarentegen relatief laag en ook resten van wilde planten zijn relatief slecht vertegenwoordigd. Dit kan een gevolg zijn van slechte conserverende omstandigheden. Het kan echter ook betekenen dat het graan goed geschoond was en klaar voor consumptie toen het verkoold raakte. In dat geval is een woonfunctie van de structuur 5 waarschijnlijker dan een opslagfunctie. Vermoedelijk zat het graan in aardewerk toen het verkoold raakte. Of dit laatste gebeurde tijdens de voedselbereiding of door brand kan niet aan de hand van de resultaten van het botanisch onderzoek worden opgemaakt. Het is niet duidelijk waarom een groot deel van het graan gefragmenteerd is. Mogelijk is door de aanwezigheid van de vele aardewerkfragmenten het graan door druk gebroken.

Vindplaats 2

Van vindplaats 2 zijn zeven monsters onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig uit paalkuilen, paalgaten en een kuil die vermoedelijk behoren tot structuren met woon- en/of opslagfuncties (zie tabel 1).

De monsters van deze vindplaats zijn relatief arm aan resten van graangewassen, zeker vergeleken met de monsters van vindplaats 1. Tot de aangetroffen graangewassen behoren bedekte gerst, pluimgierst, emmertarwe, spelttarwe en broodtarwe (*Triticum aestivum*). Er zijn geen kafresten aangetroffen die aanwijzingen geven over eventuele lokale verbouw van graangewassen.

Bijna alle monsters van vindplaats 2 worden gerelateerd aan structuren met een woonfunctie. Monster M93 behoort tot structuur 101 die als enige van de onderzochte monsters mogelijk een opslagfunctie kent. Opmerkelijk genoeg is monster M93 het enige monster van vindplaats 2 dat relatief veel resten van graangewassen bevat. In dit opzicht lijkt het erop dat structuur 101 dus eerder een opslag- dan een woonfunctie had. Het aandeel aan kafresten is echter relatief laag, wat zou kunnen wijzen op geschoond graan dat klaar is voor gebruik. In dat opzicht is een woonfunctie meer aannemelijk. Het botanisch onderzoek geeft dus geen uitsluitsel over de functie van structuur 110.

Interessant is de vondst in monster M25 van stukjes organisch verkoold materiaal waarin enkele (fragmenten van) gerstkorrels aanwezig zijn, evenals een zaad van beklierde duizendknoop (*Persicaria lapathifolia*). Vermoedelijk hebben we hier te maken met resten van een brei of pap met (grof gemalen) graankorrels (figuur 2). Monster M25 behoort tot structuur 140 dat een woonfunctie heeft gehad. De aanwezigheid van verkoolde resten van mogelijk pap of brei wijst op de bereiding van voedsel. Dit is in overeenstemming met de functie van de structuur.



Figuur 2 Maastricht Aachen Airport, fragment van vermoedelijk pap of brei met gerst uit monster M25. Foto: M. van Waijjen (©BIAX Consult).

Zowel in M25 als in M26 zijn verkoolde paardenbonen (*Vicia faba* var. *minor*) aangetroffen. Paardenbonen zijn de kleinzadige voorlopers van onze huidige tuinboon (*Vicia faba* var. *major*). In monster M26 zijn verkoolde resten (zaadlobben) van erwt

(*Pisum sativum*) en/of voederwikke/smalle wikke (*Vicia sativa*) aanwezig. Omdat de zaadhuid met karakteristieke navel ontbreekt, is het echter niet mogelijk om de resten tot op soort te determineren.

De monsters M25 en M26 bevatten beide ook relatief veel resten van huttentut. De zaden zijn gepoft en daardoor behoorlijk fragiel. Huttentut is een typisch ijzertijdgewas dat werd verbouwd om zijn oliehoudende zaden.

Evenals monster M25 behoort ook monster M26 tot structuur 140, dat als woonhuis is geïnterpreteerd. De paardenbonen, mogelijke erwten en zaden van huttentut zijn vermoedelijk verkoold geraakt tijdens de voedselbereiding.

3.1.2

Wilde planten

Naast resten van verkoolde voedingsplanten zijn in de onderzochte monsters verkoolde resten van wilde planten aangetroffen (*bijlage 2*). Deze resten geven voor de verschillende vindplaatsen een vrij uniform beeld en zullen niet per vindplaats worden behandeld.

Het aandeel aan resten uit de categorie ‘Planten van akkers en tuinen’ is hoog. Dat is niet verwonderlijk gezien het feit dat deze planten een vrij grote kans hebben verkoold te raken. Akkeronkruiden worden met gewassen meegeoogst en komen op die manier in een nederzetting terecht. Tijdens processen van oogstverwerking en voedselbereiding is de kans relatief groot dat deze onkruiden, samen met de gewassen, in aanraking komen met vuur en verkoold raken. Om deze reden worden verkoolde resten van wilde planten vaak geïnterpreteerd als zijnde afkomstig van akkeronkruiden. Het is echter ook mogelijk dat plantenresten op een andere manier verkoold raken, zoals bijvoorbeeld tijdens het verbranden van (tuin)afval. Ook brand kan een oorzaak zijn voor het verkolen van wilde plantenresten.

In verschillende monsters zijn resten van haver (*Avena*) aangetroffen. De korrels en kafnaalden kunnen in principe van gecultiveerde haver (*Avena sativa*) of van het akkeronkruid oot (*Avena fatua*) afkomstig zijn. Het is niet mogelijk de korrels en kafnaalden van beide soorten op morfologische kenmerken te onderscheiden. In de monsters M16 en M17 zijn echter kafresten (bloembasis) van oot aangetroffen. Het is daarom zeer aannemelijk dat de korrels en kafnaalden die in de verschillende monsters zijn aangetroffen ook van oot afkomstig zijn, temeer omdat tot nu toe verbouw van gecultiveerde haver pas vanaf de Romeinse tijd is aangetoond. Oot is een onkruid in (zomer)graanakkers op vochtige tot droge, voedselrijke gronden.³

In een aantal monsters zijn korrels van naaldaar (*Setaria*) aangetroffen. De korrels lijken op de korrels van pluimgierst, maar ze zijn duidelijk kleiner ($L < 1,5$ mm) en de kiemplek is vrij lang. Op één van de korrels is nog kaf aanwezig waarop kleine wratjes zichtbaar zijn. De aanwezigheid van zulke wratjes op het kaf is kenmerkend voor naaldaarsoorten. Vanwege de geringe afmeting van de korrels komen er drie soorten in aanmerking: groene naaldaar (*S. viridis*), kransnaaldaar (*S. verticillata*) en trosgierst (*S. italica*). De korrels van deze soorten zijn niet gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Omdat goede determinatiecriteria ontbreken zijn de korrels van Maastricht Aachen Airport ingedeeld in de groep *S. italica/verticillata/viridis*.

Trosgierst is een graangewas, groene naaldaar en kransnaaldaar zijn wilde soorten. Aanwezigheid van trosgierst in Maastricht Aachen Airport zou bijzonder zijn. Trosgierst in een graangewas dat vanaf de Bronstijd in Europa werd verbouwd. Voor Nederland is verbouw van deze soort in de prehistorie echter (nog) niet aangetoond. Er zijn wel vondsten van naaldaar (*Setaria*) bekend waarbij geen onderscheid kan worden gemaakt tussen trosgierst en de wilde naaldaren.

Guichelheil (*Anagallis arvensis*), zwaluwtong (*Fallopia convolvulus*), perzikkruid (*Persicaria maculosa*), vogelmuur (*Stellaria media*), melganzenvoet (*Chenopodium album*) en beklierde duizendknoop (*Persicaria lapathifolia*) zijn soorten die voorkomen

³ Weeda *et al.* 1994, 140; van der Meijden 2005.

op akkers en in tuinen op vochtige tot droge voedselrijke gronden. Het zijn soorten die vrij algemeen verkoold worden aangetroffen in archeobotanische monsters. Akkerwalstro (*Galium spurium*) heeft tegenwoordig geen natuurlijke habitat, maar in het verleden stond ze, zoals de naam al doet vermoeden, waarschijnlijk in akkers.

Verkoelde zaden van korrelganzenvoet (*Chenopodium polyspermum*) en stippelganzenvoet (*Chenopodium ficifolium*) zijn wat minder algemeen. Korrelganzenvoet is een soort van vochtige tot natte, voedselrijke zandgrond of zandige klei. In akkers en tuinen kan de aanwezigheid van deze soort een aanwijzing zijn voor verslechte (door een hoge grondwaterstand dichtgeslibde) grond.⁴ Stippelganzenvoet komt eveneens voor in akkers en tuinen en dan vooral op klei of op kalkhoudend zand.⁵

Gewone spurrie (*Spergula arvensis*), hanenpoot (*Echinochloa crus-galli*), groene naalbaar (*Setaria viridis*) en kransnaalbaar (*Setaria verticillata*) zijn soorten die van vooral te vinden zijn op akkers en in tuinen op wat minder voedselrijke gronden. Ook ringelwikke (*Vicia hirsuta*) is een soort van die vooral te vinden is op matig voedselrijke gronden. Ze komt echter ook voor op löss, leem en zandige klei.⁶

Schapezuring (*Rumex acetosella*) komt tegenwoordig veel voor in graslanden op droge, zure maar stikstofhoudende zand-, heide- en veengrond. Ze is daarnaast ook op akkers op kalkarme (zand)gronden te vinden. Het aantreffen van deze soort op vindplaats 2 van Maastricht Aachen Airport kan als indicator voor de aanwezigheid van kalkarme (of ontkalkte) gronden in (de omgeving van) de toenmalige nederzetting worden geïnterpreteerd.⁷

Grote en getande weegbree (*Plantago major*) en gewoon varkensgras (*Polygonum aviculare*) zijn ingedeeld in de categorie 'Tredplanten'. Ze komen voor op open en verdichte gronden, meestal op plaatsen die veel betreden worden.⁸ Maar ook op verslechte plekken in vochtige akkers kunnen deze soorten zich prima handhaven. Ook het voorkomen van waterpeper (*Persicaria hydropiper*), een pioniersoort van natte, stikstofrijke gronden, in akkers vormt een aanwijzing voor verslechte grond.⁹

Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) is zowel een pionier- als graslandplant op vochtige tot droge, matig voedselrijke gronden. De zaden van deze soort worden met enige regelmaat verkoold in archeobotanische context aangetroffen. Vermoedelijk stonden ze in het verleden ook op akkers.

Hopklaver (*Medicago lupulina*) is in de eerste plaats een plant van zonnige, open tot grazig plaatsen op droge tot vochtige, matig voedselrijke, niet zure gronden zoals krijt- en zandige kleigronden, maar komt op de zwaardere grondsoorten ook als akkeronkruid voor.¹⁰

3.1.3 De vindplaatsen in tijd en ruimte.

Wanneer de resultaten van het botanisch onderzoek van de twee vindplaatsen met elkaar vergeleken worden, valt op dat het spectrum aan cultuurgewassen vrij uniform is. Er zijn geen opmerkelijke verschillen te zien, waarbij dient te worden aangemerkt dat enkele zeer rijke, goed geconserveerde monsters van vindplaats 1 slechts van een beperkt deel van de vindplaats afkomstig zijn, terwijl vindplaats 2 weliswaar wordt vertegenwoordigd door een vrij groot aantal monsters die verspreid liggen over de vindplaats, maar dat deze monsters relatief arm zijn aan resten van cultuurgewassen. Aan het ontbreken van broodtarwe, paardenboon en eventueel erwt op vindplaats 1 kunnen dus geen conclusies over de consumptie van deze gewassen worden verbonden. Het geeft eerder het belang van onderzoek aan een groot aantal monsters (en een dosis geluk) aan.

⁴ Weeda *et al.* 1985, 160.

⁵ Weeda *et al.* 1985, 162.

⁶ Weeda *et al.* 1987, 119.

⁷ Weeda *et al.* 1985, 146.

⁸ Weeda *et al.* 1988, 254; Weeda *et al.* 1985, 143.

⁹ Weeda *et al.* 1985, 141.

¹⁰ Weeda *et al.* 1987, 135.

Bedekte gerst en emmertarwe lijken voor de vindplaatsen van Maastricht Aachen Airport in tijd en ruimte de belangrijkste gewassen te zijn geweest. Gezien het vrij frequente voorkomen hebben vermoedelijk ook spelttarwe, pluimgierst en huttentut een rol gespeeld.

De aangetroffen resten van cultuurgewassen van de onderzochte vindplaatsen passen goed in het beeld dat we hebben van de Late-Bronstijd en IJzertijd. Enige voorzichtigheid is hier op zijn plaats, aangezien er voor deze periode maar weinig botanisch onderzoek op het Zuid-Limburgse lössgebied heeft plaatsgevonden.¹¹ Het is dus de vraag in hoeverre het bestaande beeld representatief is.

Emmertarwe wordt sinds de vroege prehistorie in ons land verbouwd, de bedekte vorm van gerst doet vermoedelijk in de Bronstijd zijn intrede. In de IJzertijd zijn beide graansoorten algemeen voorkomende gewassen. Dit lijkt ook voor het Limburgse lössgebied het geval te zijn (zie *bijlage 3*).

Van spelttarwe zijn enkele vondsten bekend uit de Late-Bronstijd. In de IJzertijd wordt het met enige regelmaat aangetroffen, maar de hoeveelheden zijn op een aantal uitzonderingen na, vrij laag. Dit lijkt ook op te gaan voor Zuid-Limburg. Eén van de uitzonderingen hierop vormt de vondst van duizenden graankorrel van spelt in een kuil op de vindplaats Sittard-Haag I.¹² In deze kuil zijn ook enkele honderden graankorrels aanwezig die mogelijk van broodtarwe afkomstig zijn. De korrels kunnen echter niet met zekerheid tot op soortniveau worden gedetermineerd.

De vroegste vondsten van broodtarwe in Zuid-Limburg dateren in het Vroeg-Neolithicum (Rössen). Uit de Bronstijd zijn in Zuid-Nederland geen vondsten bekend. In de IJzertijd komt het hier wel af en toe voor, vooral op vindplaatsen op de zandgronden. In het lössgebied is vindplaats 2 tot nu toe de enige vindplaats waar broodtarwe met zekerheid is aangetroond.

Resten van pluimgierst worden vanaf het begin van de Bronstijd af en toe aangetroffen. In de Late-Bronstijd en in de IJzertijd komt het gewas zeer regelmatig voor, ook op de Zuid-Nederlandse zandgronden. In het lössgebied lijkt het voorkomen van pluimgierst, uitgezonderd de vindplaatsen van Maastricht Aachen Airport, minimaal. Hetzelfde lijkt te gelden voor huttentut, dat gezien wordt als een typisch gewas uit de IJzertijd. Hoewel enkele vondsten in de Late-Bronstijd zijn aangetroffen, is het vanaf de IJzertijd een veelvoorkomende soort. Dit geldt tot nu toe vooral voor vindplaatsen op de zandgronden. Ook paardenboon past thuis in het rijtje van IJzertijdgewassen (van de zandgronden). Voor het lössgebied vormt de vondst van paardenboon in Maastricht Aachen Airport de vroegste vondst tot nu toe.

De vroegste vondsten van erwten in Zuid-Limburg dateren uit het Vroeg-Neolithicum (Lineaire Bandkeramiek). Voor de rest van de prehistorie ontbreken ze hier vooralsnog. Ze zijn wel vanaf de IJzertijd aangetroffen op vindplaatsen op de Zuid-Nederlandse zandgronden.

3.2 TEERRESTEN

3.2.1 SEM-analyse

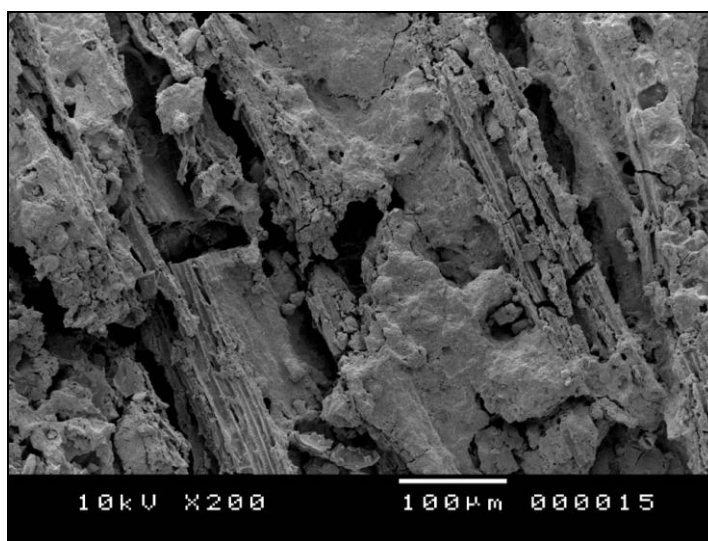
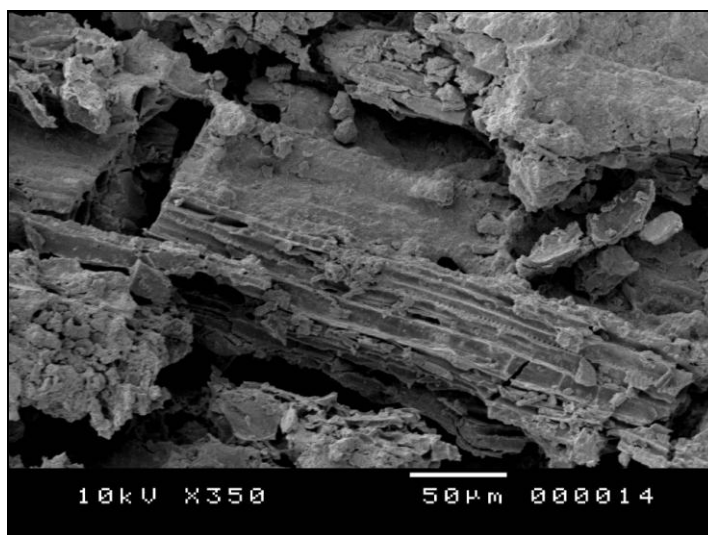
Onder de SEM microscoop bleken exemplaren van de organische klompjes uit monster M10 uiterst kleine houtskoolfragmentjes te bevatten die waren ingebed in een vormloze organische matrix. Er werden geen andere plantenresten waargenomen (zie *figuur 4*). Helaas maakte de vervorming van de structuur van het houtweefsel (mogelijk als gevolg van blootstelling aan hoge temperaturen) het onmogelijk om te bepalen van welke taxon de houtskool afkomstig was. Restanten van de houtstructuur wijzen echter in de richting

¹¹ Een overzicht van IJzertijdvindplaatsen op het lössplateau buiten Nederland ontbreekt.

¹² Buurman 1990.

van loofhout en niet naaldhout (P. van Rijn, BIAX Consult, pers. meded.); waarschijnlijk gaat het om een soort uit de groep berk, els of hazelaar, maar niet eik.

In dit stadium van het onderzoek suggereerde aanwezigheid van houtskool in de matrix dat de verkoolde klompjes organisch materiaal mogelijk overblijfselen waren van teerproductie. Deze veronderstelling was gebaseerd op sterke overeenkomsten met teerresten die waren bewaard in een pot uit de Vroege-IJzertijd uit Wierden, vindplaats Enter de Akkers, provincie Overijssel (Kubiak-Martens & Oudemans 2007).



Figuur 4 Maastricht-Aachen Airport, SEM micro-opnamen van teerachtige resten afkomstig uit monster M10 (put 10, spoor 234). Kleine houtskoolfragmenten, afkomstig van loofhout, zijn ingebed in een teerachtige, vormloze matrix. Foto: L. Kubiak-Martens (©BIAX Consult)

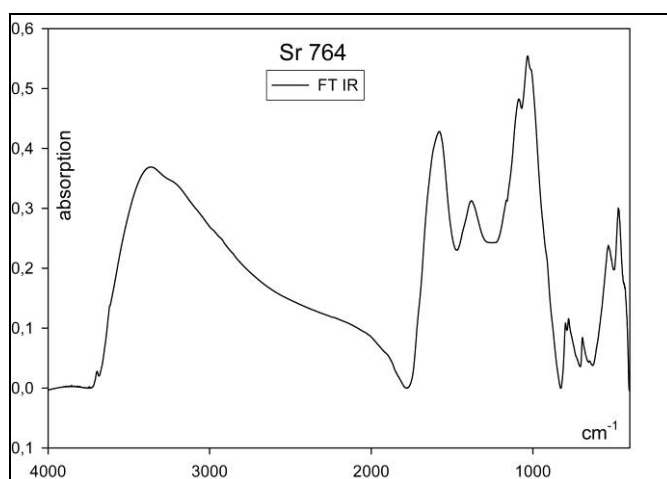
3.2.2 Chemische analyse (door J. Langer)

De organische klompjes waren onoplosbaar in de gebruikelijke organische oplosmiddelen, maar evenmin oplosbaar in water en oplossingen op waterbasis van NaOH (Ph 13) of van HCL (Ph 1). Het zoutzuur loste echter wel de ijzerhoudende anorganische componenten op (verontreinigingen) en het extract vertoonde in reactie met een oplossing van NH_4SCN de typerende rode kleur. Dit resultaat komt overeen met XRF-analyse van het monster. De thermische stabiliteit van het monster werd onderzocht

met een microscoop die was uitgerust met een verhittingssysteem (een PHNK 05 apparaat voor smeltpuntmetingen). Het monster bleef bij verhitting stabiel tot 300°C (geen tekenen van smelten of zacht worden). Dat betekent dat het materiaal bij een temperatuur van ver boven de 300°C is gevormd, en dat het sterk is verkoold. Deze conclusie wordt in hoge mate bevestigd door microscopische waarnemingen.

Onderzoek van de monsters met een lichtmicroscoop (een BIOLAR PZO fasecontrastmicroscoop) liet een zwart, poreus en glasachtig materiaal zien met sporen van verkoling en microscopische aantastingen, zoals die ook worden waargenomen bij recente houtskool. In enkele gevallen werd een celstructuur waargenomen, alsmede teer in een vorm die typerend is voor organische materialen (bijvoorbeeld hout) die bij hoge temperaturen zijn gedesintegreerd.

De infraroodspectra zijn gemeten met een Bruker IFS 66v/S spectrometer. Er werd een duidelijke en bijzonder brede absorptieband (3700-1800 cm^{-1}) waargenomen met een piek bij 3364 cm^{-1} wat karakteristiek is voor een OH-waterstofbinding maar ook voor sterk verkoolde materialen met een geconjugeerd π -elektronensysteem. Een zwakke absorptie bij 3697 cm^{-1} is toe te schrijven aan non-reactieve OH-groepen. Uiterst zwakke pieken bij 3070 cm^{-1} komen overeen met dubbele bindingen (onverzadigde systemen), en andere zwakke pieken in de range van 2850-2950 cm^{-1} kunnen worden geassocieerd met vibraties van CH₂- en CH₃-groepen. Het absorptiepatroon in de range van 1000-1700 cm^{-1} kan worden toegeschreven aan duidelijk gedefinieerde moleculaire structuren zoals carboxylzuur-zouten (1577 and 1380 cm^{-1} , COO⁻), C-O bindingen (1163, 1086 and 1031 cm^{-1}) en polycyclische aromaten (1550-1600 cm^{-1} , 800 and 776 cm^{-1}) (figuur 5). Dergelijke absorptiepatronen treden niet op bij houtskool vanwege de thermische desintegratie van de meeste moleculen en functionele groepen. In het onderzochte monster kon bovendien een uiterst lage concentratie carboxylzuren worden aangetoond (COOH groepen), grotendeels bestaande uit onverzadigde structuren waaronder aromaten met een karakteristiek absorptiepatroon bij 1670-1700 cm^{-1} .



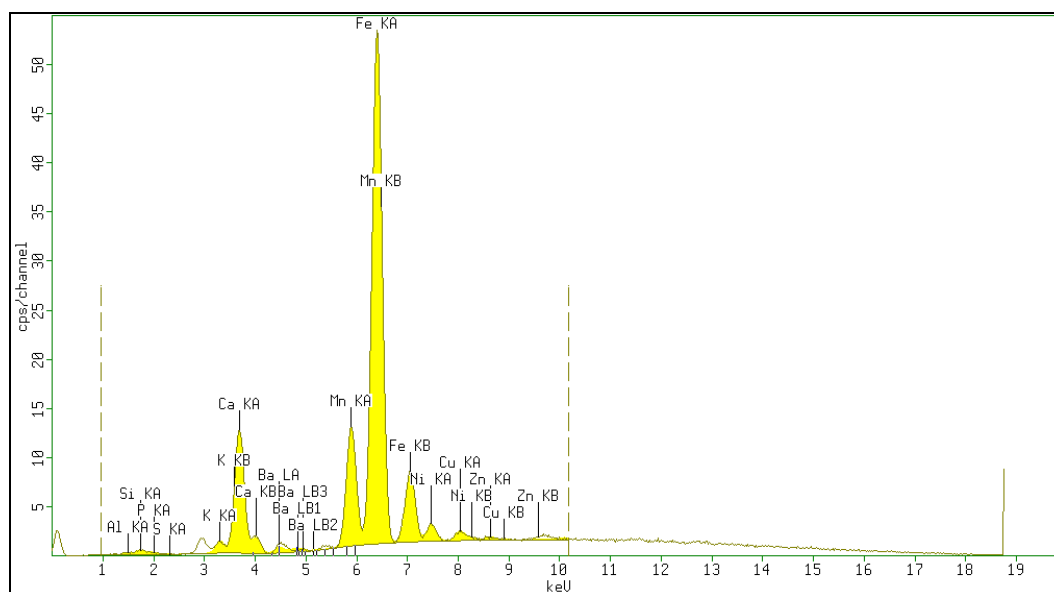
Figuur 5 Maastricht-Aachen Airporti, infraroodspectra van de teerachtige resten afkomstig uit monster M10.

De belangrijkste componenten die in het monster werden aangetroffen waren organische zouten, zichtbaar door hun karakteristieke IR-absorptie die wordt veroorzaakt door de asymmetrische vibraties van carboxylgroepen (-COO-) op 1577 cm^{-1} bij zowel aromatische als non-aromatische onverzadigde zouten. Absorptie die kan worden toegeschreven aan symmetrische vibratie van COO- werd waargenomen bij 1380 cm^{-1} . Dit verschijnsel kan worden gebruikt om verzadigde en onverzadigde systemen van

elkaar te onderscheiden. Rekening houdend met de mate van onverzadigdheid, die met de vibratie-energie samenhangt, kan worden geconcludeerd dat het onderzochte monster bestaat uit gedeeltelijk onverzadigde stoffen. Dit hangt meestal samen met zowel de chemische samenstelling van het uitgangsmateriaal als met de temperatuur waarop de verkooling plaatsvond. Een zeer hoge absorptiegraad bij 1087 en 1032 cm^{-1} kan wijzen op vibraties van C-O bindingen maar ook op anorganische verontreinigingen zoals Si-O bindingen. De FTIR-gegevens komen niet overeen met resultaten die karakteristiek zijn voor berkenteer.

De resultaten van een elementenanalyse van het monster (EA; Elementar Vario EL III, HANAU), namelijk 25.005% C, 2.820% H, 1.735% N, 0% S, komen overeen met de experimentele formule $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{N}$ wat een verhouding H/C oplevert van 1.35. Dit benadert de verwachte waarden voor plantaardige organische materialen, met name materialen afgeleid van houthars/-teer, die zowel onverzadigde als verzadigde polycyclische condensaten bevatten (gemiddeld 65% onverzadigdheid), waaronder aromaten zoals reteen (1-methyl-7-isopropyl-fenantreen) en abietinezuur. Deze resultaten wijken sterk af van wat karakteristiek is voor kerogeen (zoals $\text{H/C} = 1.53$), een natuurlijk voorkomende organische stof van biologische oorsprong die een geologische omzetting heeft ondergaan. Kerogeen is bovendien veel gevoeliger voor pyrolyse waarbij het gas en vloeibare componenten afgeeft die in het onderzochte monster tot aan 500°C niet werden aangetroffen.

De resultaten van XRF-analyse (röntgenfluorescentie) zijn interessant: het monster is vooral verontreinigd met ijzerderivaten (de verhouding Fe/Ca is 5.11) (figuur 6).



Figuur 6 Maastricht-Aachen Airporti, resultaten van XRF-analyse van de teerachtige resten afkomstig uit monster M10.

De conclusie is dat het onderzochte monster een mengsel is van verkoolde organische materialen waaronder hout en een zware fractie van houtteer die bij zeer hoge temperaturen is verkoold (ver boven de 300°C). Het monster ontstond in een zuurstofarme omgeving wat waarschijnlijk maakt dat dit doelbewust gebeurde. Er werden geen duidelijk sporen gevonden van stoffen die karakteristiek zijn voor berkenteer of naaldhoutteer, waarschijnlijk als gevolg van de hoge mate van verkooling. Het monster is duidelijk verontreinigd geraakt met ijzerhoudende componenten.

3.2.3 *Teer of een teerachtig bijproduct van houtskoolproductie?*

De vraag is nu of het organische materiaal waaruit het monster uit Maastricht bestaat een overblijfsel is van teer of een teerachtig materiaal dat ontstond als bijproduct van houtskoolproductie. Monster 10 is duidelijk ontstaan in een zuurstofarme omgeving maar werd aan zeer hoge temperaturen blootgesteld (ver boven de 300°C), dusdanig hoog dat eventuele moleculaire eigenschappen van teer of pek niet behouden bleven (Bonfield *et al.* 1997). Ook is duidelijk dat de klompjes organisch materiaal voor het overgrote deel bestaan uit een zware fractie van hout- of bastteer, en dat er uitsluitend kleine houtskoolfragmentjes ingebed zijn in de vormloze matrix. Interessant is de constatering dat de klompjes organisch materiaal duidelijk verontreinigd zijn geraakt met ijzerhoudende componenten.

Zowel teer als houtskool worden gewonnen door het uitgangsmateriaal te laten smeulen bij een beperkte luchttoevoer. Essentieel bij de productie van zowel teer als houtskool is het temperatuurverloop. Bij teerproductie wordt het uitgangsmateriaal verhit tot een temperatuur tussen de 340 en 370°C, met 400°C als maximum. Temperaturen boven de 400°C zouden eventueel gevormde teer weer afbreken (Beck *et al.* 1997). Daarentegen zijn voor houtskoolproductie juist hogere temperaturen nodig, meestal tussen de 400 en 600°C (Lutzer 1993). In chemisch opzicht is dit proces van langzaam smeulen in een zuurstofarme omgeving een vorm van destructieve droge destillatie (pyrolyse).

De meer vloeibare teer ontstaat als eerste, en bij verdere verhitting gedurende langere tijd dikt deze in tot een taaier restproduct, houtpek. Resten teer die op archeologische sites zijn geïdentificeerd lijken meestal berkenbastteer of teer van naaldhout/naaldbomenhars te zijn (Ruthenberg 1997; Bonfield *et al.* 1997; Hjulström *et al.* 2006; van Gijn & Bon 2006; Kubiak-Martens & Oudemans 2007). Het is mogelijk om met behulp van fysisch-chemische methoden de moleculaire samenstelling van teer en pek uit archeologische contexten te bepalen en vast te stellen welke uitgangsmaterialen zijn gebruikt, vooropgesteld dat het materiaal niet boven ongeveer 300°C is verhit. Teer of pek van berkenbast of -hout bevatten vooral triterpenoïde harsachtige componenten, vooral betuline en lupeol (C₃₀H₅₀O) en andere triterpenen (Hjulström *et al.* 2006; Bonfield *et al.* 1997). Naaldhoutteer of -pek kunnen worden geïdentificeerd aan de hand van de aanwezigheid van de diterpenoïde bestanddelen van hars zoals reteen, abietinezuur, dehydroabietinezuur en methyldehydroabietinezuur.

Archeologisch en chemisch geïdentificeerde vondsten van hars, teer of pek lijken er op te wijzen dat deze materialen in Noord- en Centraal Europa al vanaf het Mesolithicum werden gemaakt en gebruikt (Sułgostowska 1997; Aveling & Heron 1999; Kubiak-Martens *et al.* in voorbereiding). Teer en pek werden vooral gebruikt als universeel kleefmiddel, maar aangezien ze in water niet oplossen werden ze ook gebruikt om voorwerpen waterdicht te maken, zoals kano's, putschachten kleding en schoeisel, en daarnaast werden ze gebruikt als medicijn (Ruthenberg 1997; Vogt 1949; Bonfield *et al.* 1997).

Hoewel er veel voorbeelden zijn van het gebruik van teer en pek, zijn er weinig gegevens over de methoden die in prehistorisch Europa voor de winning van teer en/of pek werden gebruikt.

Het best onderzocht zijn waarschijnlijk de trechtervormige kuilen op vindplaatsen uit de Romeinse ijzertijd in Oost-Zweden (Late-IJzertijd, gedateerd in 240-540 na Chr.), die worden geïnterpreteerd als samenhangend met de productie van teer. Deze haardkuilmethode was mogelijk al bekend in het Mesolithicum, zoals wordt gesuggereerd door aanwijzingen die onlangs tevoorschijn kwamen tijdens het onderzoek bij Knooppunt Hattemerbroek, provincie Overijssel (Kubiak-Martens *et al.* in voorbereiding). De methode voor teerproductie die vooral uit de Middeleeuwen bekend is bestaat uit het plaatsen van twee potten boven elkaar, waarbij de bovenste pot wordt gevuld met bast of hout en voorzien is van gaatjes waardoor de teer in de onderste pot kan druppelen

(Kurzweil and Todtenhaupt 1991). Deze ‘dubbele pot-methode’ is mogelijkwerwijs ook gebruikt in de ijzertijd, zoals wordt gesuggereerd door de hierboven genoemde gegevens uit Wierden, vindplaats Enter de Akkers, provincie Overijssel. Op deze vindplaats werden zowel op de bodem als aangekoekt aan de binnenkant van een pot uit de Vroege-IJzertijd klompjes verkoold organisch materiaal gevonden met kleine houtskoolfragmentjes erdoor gemengd. Zowel chemische analyse als onderzoek met een rasterelektronenmicroscop wezen er op dat de pot voor het laatst was gebruikt voor teerproductie of voor het verhitten van teer, en niet om te koken (Kubiak-Martens & Oudemans 2007). Houtskool werd traditioneel in een kuil gemaakt, een *grubenmeiler*, of met vrijstaande houtstapels die bedekt werden met zoden en grond, de zogenaamde meilers. In het midden van de houtstapel werd een centraal luchtkanaal open gelaten om tijdens het branden de luchttoevoer te kunnen regelen (Joosten 2004). Hoewel houtskool van alle houtsoorten kan worden gemaakt ging waarschijnlijk de voorkeur uit naar harde houtsoorten zoals eik en beuk, die een hoog koolstofgehalte hebben en stevige houtskool opleveren. In de prehistorie en in de vroeghistorische periode was houtskool veruit de meest geschikte brandstof voor de productie van ijzer. In Nederland is hard bewijs voor pre-Romeinse ijzerproductie echter nog steeds afwezig. In de omringende gebieden (Duitsland en Skandinavië) is het daarentegen wel gevonden. Waarschijnlijk werd ijzer in de Romeinse tijd in Nederland voornamelijk geïmporteerd (Joosten 2004). Als gevolg van houtskoolwinning ten behoeve van de ijzerproductie raakten vaak grote gebieden rondom ijzerproductieplaatsen ontbost, wat vaak weer leidde tot het einde van de ijzerproductie zelf. Een tekort aan brandstof was mogelijk de oorzaak van het einde van de grootschalige ijzerproductie bij de laat-Romeinse site Heeten in Overijssel die in de 2^e tot 5^e eeuw na Chr. wordt gedateerd (Joosten *et al.* 1998). In Heeten werden smeltovens en houtskoolkuilen (*Grubenmeiler* en andere kuilen) bij elkaar gevonden, en de gebruikte houtskool kwam van es en els.

In het licht van de huidige archeologische gegevens over productie en toepassing van teer en houtskool lijkt er geen eenduidig antwoord te zijn op de vraag naar de herkomst van Monster 10. Twee scenario's zijn mogelijk:

- het monster bestaat uit teer die per ongeluk is oververhit, wellicht omdat het tijdens de productie zich te dicht bij de warmtebron bevond. Het is daarna als afval in een archeologische context beland. Helaas zijn er geen chemische aanwijzingen gevonden voor welke grondstof is gebruikt. De anatomie van de houtskooldeeltjes wijst echter op de groep berk, els of hazelaar, niet eik. Berk is uiteraard de beste soort voor teerproductie.
- het monster bestaat uit een teerachtige substantie die werd gevormd als bijproduct van houtskoolproductie. Het is niet ondenkbaar dat (oververhitte) teerresten gevonden kunnen worden met houtskool, de productieprocessen verschillen in grote lijn immers alleen in de gebruikte temperatuur. Zowel berk, els als hazelaar kunnen zijn gebruikt. Het doel van de in Maastricht geproduceerde houtskool is niet duidelijk. Eén zou kunnen zijn gebruik als brandstof voor smidsvuur. Hierbij moet wel de opmerking worden geplaatst dat dit monster nooit het smidsvuur heeft gehaald. Daar zou het namelijk zijn vergaan tot pure as, omdat in een smidsvuur oxiderende omstandigheden heersen en de temperatuur tijdelijk op kan lopen tot wel 1100°C. Als bijproduct zou het ook kunnen zijn verwijderd uit het houtskool, waarbij alleen schone stukken in het smidsvuur belandden.

Het is lastig om uit deze twee scenario's te kiezen. Beide processen, zowel teer- als houtskoolproductie, kunnen hebben plaats gevonden in de ijzertijdnederzetting bij Maastricht. Hoewel geen eenduidige sporen van teerproductie op de site werden aangetroffen, lag er in de buurt van Spoor 234 een interessante kuil (Spoor 231) die enigszins trechtervormig was (G. Tichelman, pers. meded.). Een dergelijke vorm is kenmerkend voor teerproductiekuilen. Aan de andere kant is er bewijs gevonden voor smeedwerk in ijzertijd-Maastricht. En ijzerbewerking moet zijn vergezeld door houtskoolproductie.

De aanwezigheid van ijzeroxide in het monster is enigszins raadselachtig. Het monster is duidelijk verrijkt met ijzer, maar eerder in de vorm van een oppervlaktecontaminatie dan dat het gelijkmatig verdeeld is in het teerachtige materiaal. De grond waarin het monster zich bevond bestaat bovendien uit het ijzerhoudende löss, en het vlak bevond zich in de inspoelingslaag (pers. meded. G. Tichelman). De meest plausibele verklaring is dus dat het monster is verontreinigd met bodemmateriaal.

4. Conclusies

Het botanisch onderzoek heeft voor de vindplaatsen van Maastricht Aachen Airport een breed spectrum aan cultuurgewassen opgeleverd. Bedekte gerst, pluimgierst, emmertarwe, spelttarwe en broodtarwe behoren tot de aangetroffen graangewassen. Daarnaast zijn tuinbonen, mogelijk erwten en het oliehoudende gewas huttentut en wellicht ook raapzaad aanwezig. Gezien het feit dat de rijke monsters van vindplaats 1 afkomstig zijn van een beperkt deel van vindplaats 1 en vindplaats 2 wordt vertegenwoordigd door relatief arme monsters en ook omdat scherpe dateringen nagenoeg ontbreken, is het niet mogelijk uitspraken te doen over ruimtelijke en chronologische ontwikkelingen. Er zijn wel enkele ruimtelijke verschillen opgemerkt, maar de steekproef is te klein om daar verdergaande consequenties aan te verbinden.

De aangetroffen cultuurgewassen in Maastricht Aachen Airport komen overeen met het algemene beeld dat we hebben van de cultuurgewassen uit deze periode. Het feit dat de vindplaatsen zijn gelegen in het vruchtbare lössgebied is niet zichtbaar in de keuze van de cultuurgewassen. Emmertarwe en gerst lijken, net zoals op de zandgronden, de belangrijkste gewassen te zijn geweest. Resten van broodtarwe, een soort die over het algemeen op de voedselrijkere gronden wordt verbouwd, zijn slechts sporadisch aangetroffen.

Vanwege de ligging van de monsters boven de grondwaterspiegel zijn alleen verkoolde resten aangetroffen. De aanwezigheid van verkoolde resten op een vindplaats is sterk afhankelijk van menselijk handelen en postdepositionele processen, waardoor spreiding en dichtheid van deze resten niet *random* verdeeld is. Het verschil in rijkdom tussen de twee vindplaatsen kan verkaard worden door het feit dat de monsters van vindplaats 1 afkomstig zijn uit sporen van verbrande structuren en daardoor veel resten van cultuurgewassen bevatten. De monsters van vindplaats 2 bevatten (slechts) nederzettingruis. De hoeveelheid resten van wilde planten in de monsters is voor beide vindplaatsen min of meer vergelijkbaar.

De monsters van structuren 16 en 17 in het uiterste noordoosten van vindplaats 1 zijn opvallend rijk aan graanresten. De structuren waartoe de monsters behoren, hebben zeer waarschijnlijk een opslagfunctie gehad. Vanwege de gelijkenis van de zadenspectra is het de vraag of de onderzochte monsters niet afkomstig zijn uit één structuur in plaats van twee. Het verkoolde graan uit structuur 5 was mogelijk geschoond toen het verbrande. In dat geval is een woonfunctie voor structuur 5 het meest waarschijnlijk.

Aan de meeste structuren die van vindplaats 2 zijn onderzocht op botanische macroresten wordt een woonfunctie toegekend. De resultaten van het botanisch onderzoek zijn hier niet tegenstrijdig aan. Voor structuur 101 is niet duidelijk of het een woon- dan wel opslagfunctie heeft. Ook het botanisch onderzoek levert hierover geen duidelijke aanwijzingen.

Het botanisch onderzoek heeft geen directe aanwijzingen opgeleverd voor lokale verbouw van de aangetroffen gewassen. Het is echter wel aannemelijk gezien de datering en de landelijke context van de vindplaats. Resten van akkeronkruiden die indicatief zijn voor lössgronden ontbreken in het zadenspectrum waardoor ook het onderzoek aan de wilde plantenresten geen uitsluitsel kan geven over lokale verbouw van gewassen.

De meeste resten van wilde planten die zijn aangetroffen, zijn afkomstig van soorten van akkers en tuinen. Ze zijn verkoold geraakt bij processen van oogstverwerking en

voedselbereiding. Het is echter niet uit te sluiten dat een deel van de betreffende resten afkomstig is van de vegetatie op het erf omdat een aantal structuren door brand lijkt te zijn verwoest. Ook de resten die afkomstig zijn van soorten die in eerste instantie bekend staan als tred-, pionier- en graslandplanten, zijn vermoedelijk afkomstig van planten die op de akkers, in de tuinen of op het erf hebben gegroeid.

De meeste resten van wilde planten zijn afkomstig van onkruiden van voedselrijke gronden, wat niet verwonderlijk is voor een nederzetting op lössgrond. Er is echter een aantal resten aangetroffen die meer algemeen zijn voor de wat minder voedselrijke gronden. De aanwezigheid van deze resten zou er op kunnen wijzen op lokale, intensief gebruikte gronden, die door het gebruik zijn uitgeloofd en daarom een aantal soorten van minder voedselrijke (kalkarme) gronden herbergt.

5. Literatuur

- Brinkkemper, O., & R. de Man 2000: Archeobotanisch onderzoek, in: E. Drenth (red.), *Sporen uit de IJzertijd. De opgraving Stein-Sanderboutlaan II*, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 47, 27-32.
- Brounen, F., 1984: Een ijzertijd-kuil te Welten, gemeente Heerlen, *Archeologie in Limburg* 22, 29-30.
- Buurman, J., 1990: *Verkoolde plantenresten uit een IJzertijdkuil te Sittard-Haag* (Interne Rapporten Archeobotanie ROB 1990/1).
- Hillman, G., 1984: Interpretation of Archaeological Plant Remains: the Application of Ethnographic Models from Turkey, in: W. van Zeist & W.A. Casparie (eds.), *Plants and Ancient Man*, Rotterdam, 1-41.
- Meijden, R., van der, 2005: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen/Houten.
- Knippels, B., 1991: Bewoningssporen uit de IJzertijd te Maastricht-Randwijck, *Archeologie in Limburg* 49, 43-48.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1987: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 2*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1988: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 5*, Deventer.

Bijlagen

Bijlage 1 Maastricht-Aachen Airport, resultaten van de botanische macroresteninventarisatie. Legenda: codes aantallen: G=0, W=1-5, V=>20, *=(sub)recente zaden aanwezig, codes variatie: G=0-1, W=2-5, V=>5. x=aanwezig, KL=kuil, PK=paalkuil, PKT=paalkuil met paalgat, HA=haard, GW=greppel.

vnr	put	spoor	context	bot	hk te det.	onverkoold		verkoold		cultuurgewassen	kaf	wilde planten
						aantal	variatie	aantal	variatie			
M1	2	42	KL	.	c.500	G	G	G	G	.	.	.
M4	9	149	PKT	.	c.10	G	G	G	G	.	.	.
M5	9	150	PK	.	c.10	G	G	W	G	.	.	x
M6	11	190	PK	.	c.100	G	G	W	W	.	.	x
M7	10	237	PK	.	c.50	G	G	W	W	emmertarwe	.	x
M8	10	232	GW	.	c.15	G	G	W	G	cf. tarwe	.	.
M9	10	234	HA	.	c.25	G	G	W	W	gerst, graan indet.	.	.
M10	10	234	HA	.	c.25	G	G	W	W	graan indet.	.	.
M12	16	231	PK	.	c.25	G	G	V	W	emmertarwe, gerst, pluimgierst	.	x
M13	15	383	KL	.	c.250	G	G	G	G	.	.	.
M16	27	484	PKT	.	c.25	G	G	V	V	emmertarwe, spelttarwe, gerst, pluimgierst	x	x
M17	27	484	PKT	.	c.75	G	G	V	V	emmertarwe, gerst	.	x
M18	71	515	PK	.	c.100	G*	G	V	W	emmertarwe, gerst	.	x
M25	68	634	PK	.	c.50	G	G	V	W	tarwe, gerst, duivenboon	.	x
M26	68	640	PK	.	c.75	G	G	V	W	duivenboon, erwt	.	x
M28	65	730	PKT	.	c.75	G	G	W	W	graan indet.	.	x
M29	65	732	PKT	x	c.25	G	G	V	W	.	.	x
M30	65	775	PK	.	c.25	G	G	G	G	.	.	.
M34	64	829	PK	x	c.50	G*	G	R	W	gerst	.	x
M35	64	868	PK	.	c.25	G	G	G	G	.	.	.
M36	64	832	PK	.	c.50	G	G	W	W	.	.	x
M59	61	1022	PK	x	c.50	G	G	R	W	tarwe, haver	.	x
M61	10	230	KL	.	c.50	G	G	G	G	.	.	.
M67	60	1143	KL	.	c.10	G	G	W	G	.	.	x
M70	60	1147	KL	.	c.25	G	G	G	G	.	.	.

vnr	put	spoor	context	bot	hk te det.	onverkoold		verkoold		cultuurgewassen	kaf	wilde planten
						aantal	variatie	aantal	variatie			
M78	57	1491	KL	x	c.25	G*	G	W	W	.	.	x
M86	57	1490	KL	.	c.10	G	G	W	W	gerst, pluimgierst	.	x
M89	57	1486	GW	.	c.50	G	G	G	G	.	.	.
M90	57	1486	GW	.	c.10	G	G	W	W	graan indet.	.	x
M93	57	1497	PKT	.	c.250	G*	G	R	W	emmertarwe, gerst	.	x
M94	57	1503	PK	.	c.15	G	G	G	G	.	.	.
M99	76	1579	PK	.	c.25	G	G	W	W	.	.	x
M101	76	1590	PK	.	c.5	G	G	G	G	.	.	.
M105	63	804	GRC	.	c.25	G	G	G	G	.	.	.

Bijlage 2 Maastricht-Aachen Airport, resultaten van de botanische macrorestenanalyse. Legenda: (+)=enkele, +=enkele tientallen, ++=vele tientallen, +++=enkele honderden.

vondstnummer	M12	M16	M17	M18	M25	M26	M29	M34	M59	M86	M93	
vindplaats	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
<u>Cultuurgewassen</u>												
<i>Graangewassen</i>												
Cerealia	++	++	+++	+++	5	1	1	1	1	.	25	Granen
Cerealia, kaf	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	Granen
Cerealia, aarspilfragment	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Granen
Hordeum vulgare	3	17	671	503	7	1	.	1	.	1	7	Gerst
Hordeum vulgare, kafnaald	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	Gerst
Hordeum vulgare, bloembasis	.	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	Gerst
Hordeum vulgare, aarspilfragment	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	Gerst
Hordeum vulgare in voedselrest	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	Gerst
Panicum miliaceum	2	6	3	14	.	2	.	.	.	.	.	Pluimgierst
Triticum aestivum	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	Tarwe
Triticum dicoccon/spelta	9	97	13	40	.	.	.	.	.	.	13	Emmer/Spelt
Triticum dicoccon, half aarvorkje	.	27	5	8	.	.	.	.	.	1	.	Emmer
Triticum dicoccon, aarvorkje	.	6	4	5	.	.	.	.	.	.	1	Emmer
Triticum spelta, half aarvorkje	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	Spelt
Triticum spelta, aarsvorkje	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	Spelt
Triticum, half aarvorkje	3	9	2	.	.	5	.	2	.	.	.	Tarwe
Triticum, aarvorkje	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Tarwe
<i>Peulvruchten</i>												
Pisum sativum/Vicia sativa	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	Erwt/Voederwikke/Smalle wikke
Vicia faba var. minor	.	.	.	.	6	12	.	.	.	.	.	Paardenboon
<i>Oliehoudende gewassen</i>												
Brassica cf. rapa	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Raapzaad?
Camelina sativa	.	1	1	1	14	14	.	2	.	.	.	Huttentut
<i>Noten en vruchten</i>												

[illegible]

[illegible]

Bijlage 3 Overzicht van de ijzertijdvindplaatsen in Zuid-Limburg en de aanwezigheid (monsterfrequentie) van cultuurgewassen en andere gebruiksplanten. Legenda: (1)=Buurman 1990, (2)= Brinkkemper & de Man 2000, (3)= Brounen 1984, (4)= Knippels 1991.

vindplaats	Maastricht Aachen Airport vp1	Maastricht Aachen Airport vp2	Sittard- Haag I (1)	Stein- Sander boutlaan II (2)	Heerlen- Welten (3)	Maastricht- Randwijck II (4)	
aantal onderzochte monsters	4	7	1	8	1	1	
<i>Graangewassen</i>							
Cerealia	4	6	1	4	.	.	Graan
Hordeum vulgare	4	5	1	5	1	1	Gerst
Panicum miliaceum	4	1	.	.	.	1	Pluimgierst
Triticum	.	.	.	2	.	.	Tarwe
Triticum aestivum	.	1	1	.	.	.	Broodtarwe
Triticum dicoccon	3	2	.	4	.	1	Emmer
Triticum dicoccon/monococcum	.	.	.	.	1	.	Emmer/Eenkoorn
Triticum dicoccon/spelta	3	1	.	5	.	.	Emmer/Spelt
Triticum spelta	3	1	1	1	.	.	Emmer
<i>Peulvruchten</i>							
Lens culinaris	.	.	1	.	.	.	Linze
Pisum sativum	.	1?	.	.	.	.	Erwt
Vicia faba var. minor	.	2	.	.	.	.	Paardenboon
<i>Oliehoudende gewassen</i>							
Brassica cf. rapa	1	.	.	.	.	.	Raapzaad?
Camelina sativa	3	3	.	1	.	.	Huttentut
<i>Noten en vruchten</i>							
Corylus avellana	3	3	.	.	1	.	Hazelaar
Quercus	.	.	.	.	.	1	Eik
Sambucus	.	1	.	.	1	.	Vlier