

Onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten uit waterputten te Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan (ijzertijd en vroege middeleeuwen)



BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

1583

DATUM

APRIL 2023

AUTEUR

W. VAN DER MEER

Colofon

Titel:

BIAX*iaal* 1532

Onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten uit
waterputten te Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan (ijzertijd en vroege
middeleeuwen)

Auteur:

W. van der Meer (KNA Actorstatus: Senior specialist archeobotanie)

Opdrachtgever: J. Verrijckt Archeologie & Advies

Projectcode: 2021-325

Gemeente: Hechtel-Eksel

Toponiem: Hasseltsebaan 64

Projectcode OE: 2021F465

Nota-ID: 19228

Coördinaten vindplaats: 219.986/201.563

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2023

Correspondentieadres:

BIAX

Symon Spiersweg 7-D2

1506 RZ Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

e-mail: vandermeer@biax.nl

www.biax.nl

1. Inleiding

1.1 ALGEMEEN

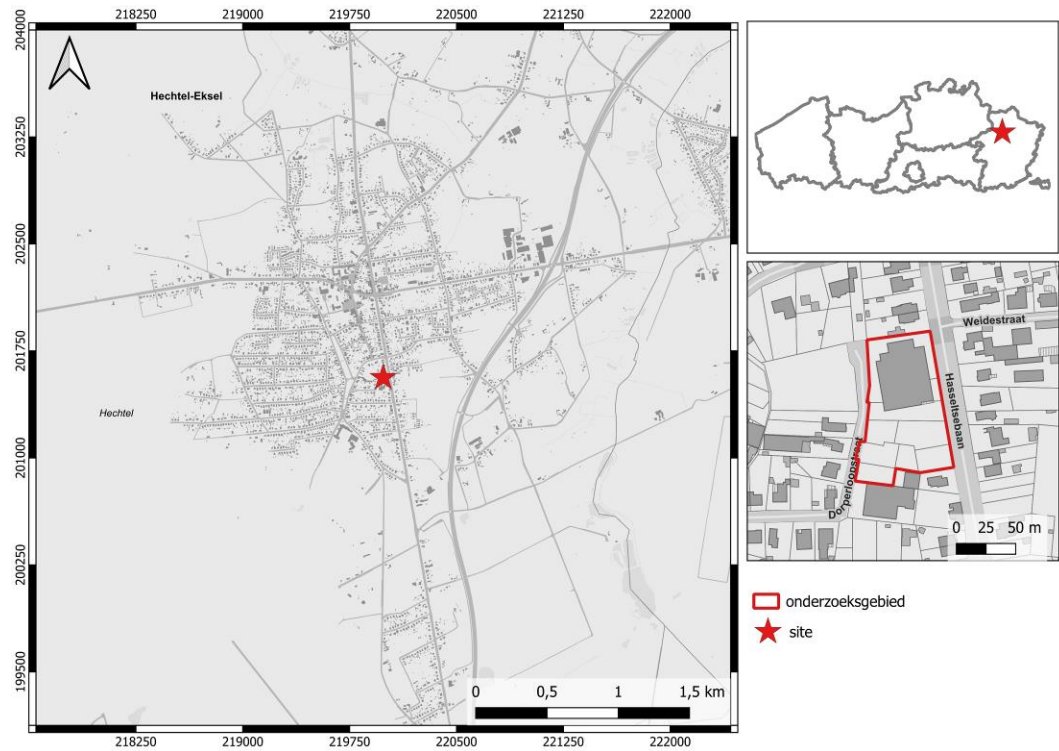
Onder leiding van J. Verrijckt en T. Nuyts voerde J. Verrijckt Archeologie en Advies bvba in 2021 een opgraving uit binnen plangebied Hasseltsebaan 64 te Hechtel (gemeente Hechtel-Eksel) in Limburg (*Figuur 1*).¹ Het onderzoeksgebied is ongeveer 7.750 m² groot en hierbinnen trof het veldwerkteam sporen aan die te dateren vallen in de perioden midden-ijzertijd en vroege tot volle middeleeuwen. Een aantal van de vroeg-middeleeuwse sporen konden worden gereconstrueerd tot een Karolingische boerderij.

Hechtel is een plaats in de Limburgse Kempen, gelegen op de noordwestelijke zijde van het Kempisch Plateau. Sevenant *et al.* delen dit gebied in bij het Oost-Kempisch puinwaaierdistrict wat niet anders is dan een synoniem voor dit Kempisch Plateau: het puin werd door de Maas afgezet gedurende het Midden-Pleistoceen en door reliëfsinversie ontstond vervolgens in het Laat-Pleistoceen het Kempisch Plateau.² In het landschap ligt de site vrij hoog, tussen de dalen van de Dorperloop en de Grote Nete, die in Hechtel ontspringt (*Figuur 2*). In het Laat-Pleistoceen werd ook dekzand afgezet. De bodemkaart (*Figuur 3*) beschrijft de bodem rond de site als droog tot matig droog zand en voorzien van een dikke antropogene humus A-horizont (plaggendek). Het veldonderzoek bevestigt dit ook voor het onderzoeksgebied zelf, waarvan door de bebouwing de bodem niet eerder was gekarteerd. Onder het plaggendek werden ook oudere ploeglagen aangetroffen. In de beekdalen wordt de bodem beschreven als nat tot zeer nat lemig zand. Ten zuiden en westen zijn uitgestrekte stuifduinen aanwezig die behoren tot het heide- en stuifzandcomplex van de Zwarte Beek, waarvan de vallei ten zuiden van de site ligt. In de valleien van de Grote Nete en Zwarte Beek heeft zich in het verleden veen gevormd.

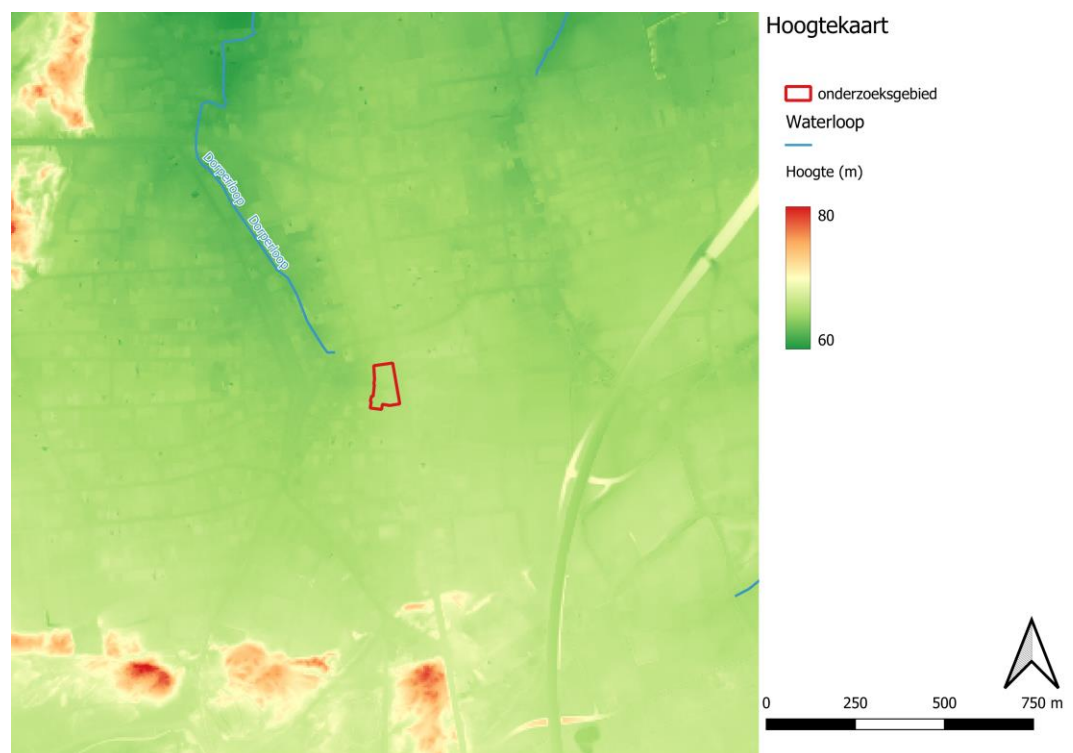
Onder de sporen bevinden zich drie waterputten die zijn bemonsterd voor paleo-ecologisch onderzoek, meer specifiek onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten. Dit is het verslag van dat onderzoek.

¹ Informatie overgenomen uit het archeologierapport: Nuyts & Verrijckt 2021.

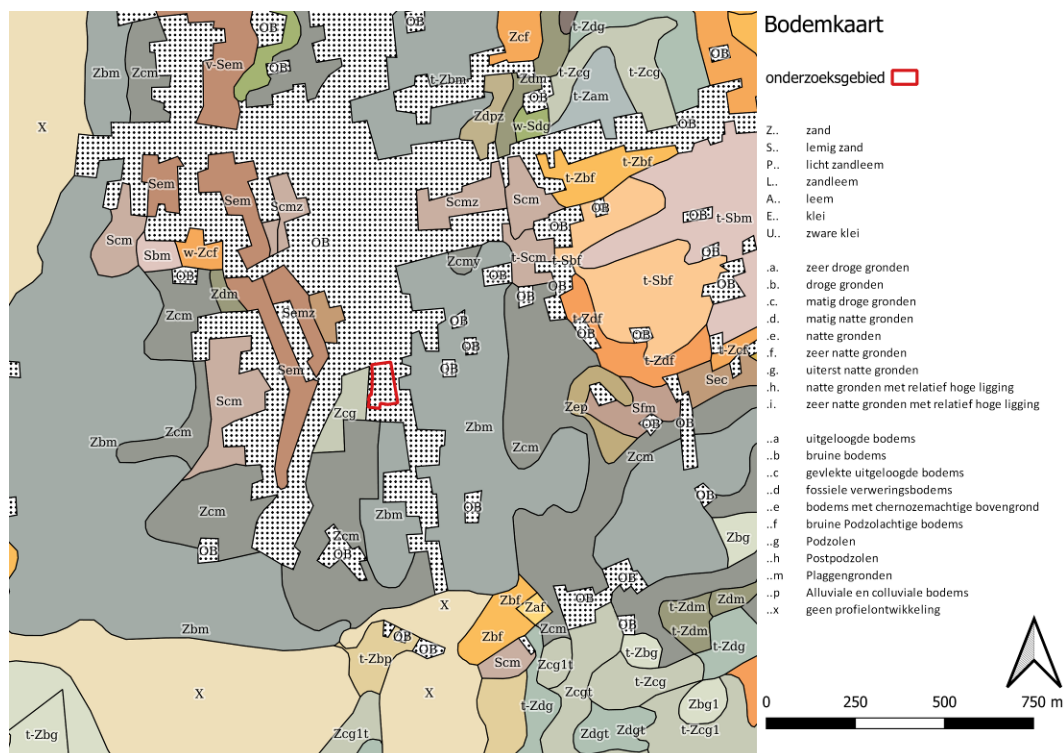
² Sevenant *et al.* 2002.



Figuur 1 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, ligging van de vindplaats (bron: AGIV).



Figuur 2 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, ligging van de site volgens het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II (bron: AGIV).



Figuur 3 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, het onderzoeksgebied op een uitsnede van de bodemkaart van Vlaanderen (bron: AGIV).

1.2

ONDERZOEKSVRAGEN

In de nota (ID19228) zijn onderzoeksvragen geformuleerd die betrokken kunnen worden op het paleo-ecologisch onderzoek:³

- Hoe pas de vindplaats binnen het regionale landschap met betrekking tot de onderzochte periodes? Zijn deze vergelijkbaar met andere soortgelijke vindplaatsen uit dezelfde periodes of wijzen de resultaten op een specifieke functie of omstandigheden binnen de nederzetting?
- Wat kan er op basis van het organische en anorganische vondstmateriaal gezegd worden over de datering van de nederzetting, de functie van de site, de materiële cultuur en de bestaanseconomie van de nederzetting?
- Zijn er op basis van botanisch onderzoek uitspraken te doen over de ontwikkeling van het landschap en de voedsel economie? Zo ja, hoe verliepen deze ontwikkelingen?

Om deze vragen te beantwoorden, is onder andere gekozen om de vroegere vegetatie in kaart te brengen door onderzoek van pollen en botanische macroresten

³ Pepermans & Verrijckt 2021.

2. Materiaal en methode

2.1 ONDERZOEKSMATERIAAL

De bemonstering in het veld werd uitgevoerd door het veldwerkteam. J.Verrijckt Archeologie en Advies bvba selecteerde bulkstalen en pollenbakken uit drie waterputten voor onderzoek van pollen en botanische macroresten. Waterput S5 heeft een kistbeschoeiing, die met dendrochronologisch onderzoek is gedateerd vanaf 770. De beschoeiing van waterput S165 is een uitgeholde boomstam die werd gekapt in 854/855. Hieronder wordt aangenomen dat de vulling van de sporen zich heeft geaccumuleerd in een periode van circa 50 jaar na de kap van de bomen. Waterput S270 tenslotte heeft geen scherpe datering, het aardewerk in de vulling dateert uit de ijzertijd.

2.2 STAALPREPARATIE

2.2.1 Pollenstalen

Uit de pollenbakken werden door BIAX substalen (*Tabel 1*) genomen uit de door J.Verrijckt bvba aangegeven lagen (*Bijlage 1*), dit zijn de (onderste) organische lagen van elk spoor. Deze zijn opgewerkt tot pollenpreparaten volgens de standaardmethode van Erdtman.⁴

Tabel 1 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, administratieve gegevens van de stalen voor pollenonderzoek. Alle stalen werden geselecteerd voor analyse.

spoor	staal	laag	diepte in bak	volume	labcode	context	datering
5	M8	5	23 cm	8 ml	BX10156	waterput	770-820
165	M9	9	57 cm	4 ml	BX10157	waterput	854-904
270	M10	8	9 cm	4 ml	BX10158	waterput	800-57 v.Chr.
270	M10	10	39 cm	4 ml	BX10159	waterput	800-57 v.Chr.

2.2.2 Bulkstalen

Er werden twee bulksstalen geselecteerd voor onderzoek van botanische macroresten (*Tabel 2*). Deze werden door J.Verrijckt Archeologie en Advies bvba met water gezeefd over een zeef met maaswijdte van 1 mm. Het residu werd aan de lucht gedroogd. Na het vooronderzoek werd door BIAX ook het restant van het pollenstaal uit het spoor dat voor analyse werd geselecteerd (S165) gezeefd. Dit gebeurde met kraanwater over een kolom normzeven met minimale maaswijdte van 0,25 mm. Dat zeefresidu is in water bewaard.

⁴ Erdtman 1960; Stockmarr 1971; Fægri *et al.* 1989, met toevoeging van 2*18.407 markers (sporen van *Lycopodium clavatum*). De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van het Laboratorium voor Sedimentanalyse van de Vrije Universiteit in Amsterdam.

Tabel 2 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, gegevens van de bulkstalen voor macrorestenonderzoek. Dikgedrukte stalen werden geselecteerd voor analyse.

spoor	staal	laag	context	datering
165	M6	9	waterput	854-904
270	M7	8	waterput	800-57 v.Chr.

2.3 VOORONDERZOEK EN SELECTIE

Het onderzoek is in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase bestond uit een inventarisatie en had als doel om tot selectie te komen voor de tweede fase, de analyse. Tijdens de inventarisatie is een schatting gemaakt van de soortenrijkdom en abundantie van het botanisch materiaal in elk staal, alsook de aantasting van het materiaal. Op basis van de resultaten is een waardering van het staal gegeven met betrekking tot vervolgonderzoek. De belangrijkste criteria bij deze waardering waren de conservering en dichtheid van de ecologische resten. Het pollen is geïnventariseerd door M. van Waijen, de botanische macroresten door W. van der Meer. De resultaten van het vooronderzoek en het daaruit volgende selectieadvies zijn overlegd aan J. Verrijckt Archeologie en Advies bvba.⁵ *Bijlage 2* en *Bijlage 3* geven de resultaten van de waardering samengevat weer.

Zowel het macrorestenstaal als het pollenstaal uit S165 bleken geschikt voor analyse. Van S5 en S270 bleken alleen de pollenstalen geschikt voor analyse. Verder onderzoek van deze sporen zal informatie over het landschap en het landgebruik rond de site geven, alsook over de voedingseconomie. Dit zijn thema's die ook in de onderzoeksvragen worden vermeld. Op basis van deze resultaten selecteerde J. Verrijckt Archeologie en Advies bvba de stalen voor analyse.

2.4 VERVOLGONDERZOEK EN INTERPRETATIE

2.4.1 Pollen

Het aanwezige pollen is geteld tot een totaalpollensom van 600 met een doorvallend-lichtmicroscop (maximaal 10x100).⁶ Nomenclatuur volgt de 23^e druk van de Heukels' Flora van Nederland, naamgeving van de pollentypen is gebaseerd op Beug en Punt *et al.*⁷ E. Lammertsma voerde de pollenanalyse uit.

De resultaten van de pollenanalyse worden weergegeven in tabelvorm. De indeling van de tabel berust op de verdeling van de pollentypen in basale gebruiks- en vegetatiecategorieën. Het softwarepakket Rioja is gebruikt voor een grafische weergave van de palynologische resultaten.⁸ Bij de interpretatie van de analyseresultaten is gebruik gemaakt van enkele ecologische standaardwerken.⁹

⁵ Van der Meer & Van Waijen 2022.

⁶ Gebruikte determinatiewerken zijn: Punt *et al.* 1976-2009; Moore *et al.* 1991; Beug 2004; Non-Pollen Palynomorfen: Van Geel 1976, 1998.

⁷ Van der Meijden 2005; Beug 2004; Punt *et al.* 1976-2009.

⁸ Juggins 2019.

⁹ Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998, 1999; Van Landuyt *et al.* 2006.

2.4.2 Botanische macroresten

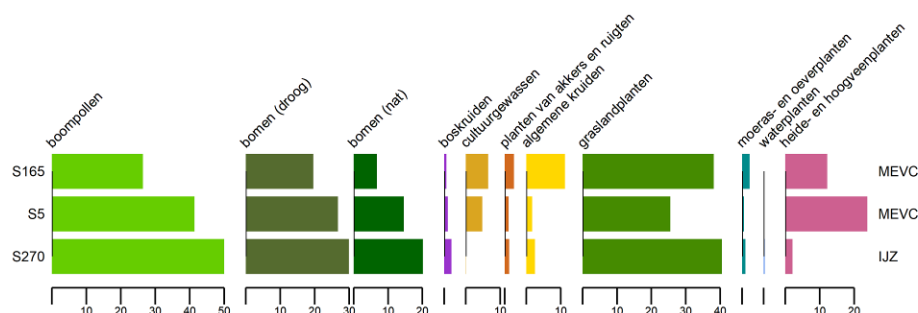
De botanische macroresten zijn door de auteur geanalyseerd met een opvallend-lichtmicroscop (maximaal 10x10). De zeeffracties zijn in hun geheel onderzocht, of een representatief deel ervan. Tijdens de analyse zijn de herkenbare plantaardige resten op basis van hun morfologische kenmerken gedetermineerd. Voor determinatie is de gebruikelijke determinatieliteratuur en de vergelijkingscollectie van BIAx gebruikt.¹⁰ Nomenclatuur volgt de 23^e druk van de Heukels' Flora van Nederland.¹¹

De analyse heeft geleid tot een lijst van taxa met het aantal macroresten, of een abundantiescore. Om deze soortenlijst te ordenen zijn cultuurgewassen onderscheiden van wilde soorten. De cultuurgewassen zijn vervolgens ingedeeld in categorieën gebaseerd op hun economische rol. De wilde planten zijn ingedeeld in standplaatscategorieën. Bij de interpretatie van de analysesresultaten is gebruik gemaakt van enkele ecologische standaardwerken.¹²

3. Resultaten

3.1 POLLEN

De resultaten van het pollenonderzoek staan in *Bijlage 4* en worden samengevat in *Figuur 4* en *Figuur 5*.

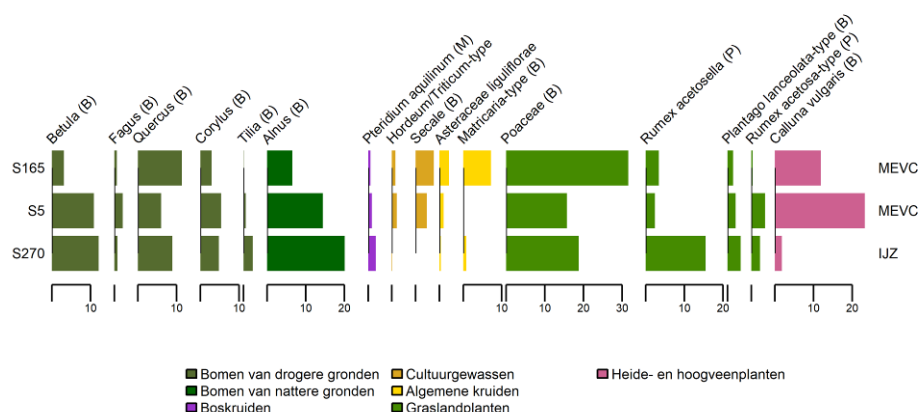


Figuur 4 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, percentages van de verschillende onderscheiden pollengroepen.

¹⁰ Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964, 1991; Tomlinson 1985.

¹¹ Van der Meijden 2005.

¹² Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998, 1999; Tamis *et al.* 2004; Van Landuyt *et al.* 2006.



Figuur 5 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, pollenpercentages van de meest voorkomende pollentypen.

Alle pollenstalen bevatten redelijk tot goed geconserveerd pollen. De concentratie varieert van vrij hoog (ca. 65.000 pollen per cm^3) tot hoog (ca. 545.000 pollen per cm^3). Alle stalen hebben een vrij hoge diversiteit aan pollentypen.

Het percentage boompollen van het staal uit de ijzertijdwaterput S270 is 50%. Binnen dit boompollen is els het sterkst vertegenwoordigd, gevolgd door berk, eik, hazelaar en linde. Uit de ondergroei van bossen valt vooral adelaarsvaren op en er is ook pollen aangetroffen van maretak, een parasitaire epifiet. Het niet-boompollen is voornamelijk afkomstig van grassen en de soort schapenzuring. Verder is zijn er veel andere graslandtypen aangetroffen, zoals smalle weegbree-type, veldzuring-type, klaver en blauwe knoop. Heide- en hoogveentypen zijn spaarzaam vertegenwoordigd, door struikhei, gagel en de heifamilie. Er zijn eveneens weinig palynologische resten van vegetatie van natte bodem aangetroffen (cypergrassenfamilie, niervaren-type) aangetroffen. Wel zijn er enkele resten van de vegetatie in de waterput zelf aangetroffen: pollen van eendenkroos en sporen van groenwieren. Er is een enkele spore van een mestschimmel aanwezig, met de welluidende naam wratsporig punthoofdje. Cultuurgewassen worden vertegenwoordigd door twee stuifmeelkorrels van granen, waarvan één kon worden herkend als het gerst/tarwe-type. Er zijn een aantal pollentypen van akkeronkruiden en ruderalen aanwezig, onder andere alsem, spurrie, perzikkruid en zandblauwtje.

Het pollenstaal uit de oudste Karolingische waterput S5 heeft een boompollenpercentage van ca. 41%. De belangrijkste boompollentypen zijn els, berk, eik, hazelaar en beuk. Uit de ondergroei van de bossen zijn alleen sporen van adelaarsvaren en eikvaren overgebleven. Het merendeel van het niet-boompollen is van de grassenfamilie en struikhei. Het preparaat bevat verder diverse graslandtypen en enkele sporen van mestschimmels. Het aandeel pollen van cultuurgewassen is met ca. 5% vrij hoog. Het bestaat geheel uit pollen van granen, waarbinnen het gerst/tarwe-type en rogge een groot aandeel hebben.

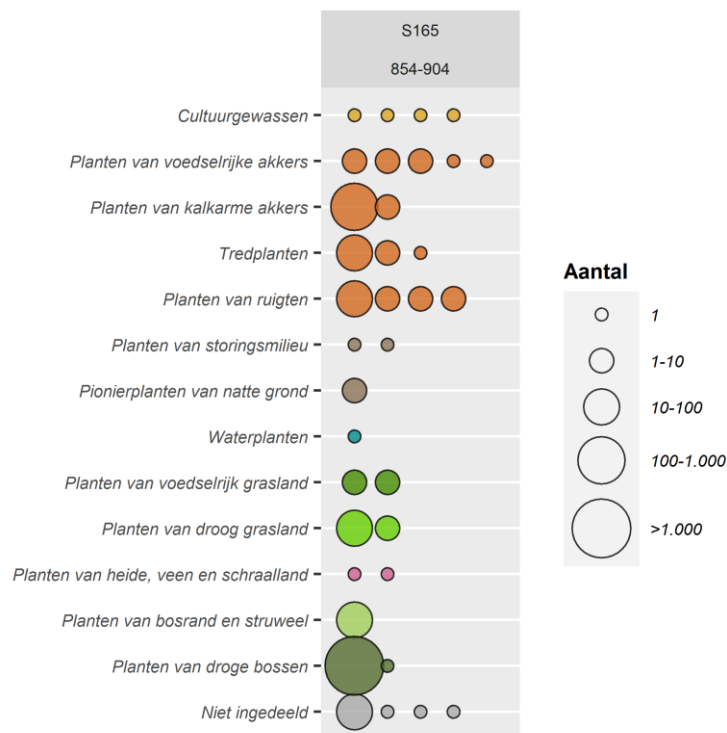
Het staal uit de jongste Karolingische waterput S165 heeft een veel lager percentage boompollen (ca. 26%). De verhoudingen van de aanwezige boompollentypen is bovendien anders. Els heeft een veel lager aandeel, evenals

berk, beuk en hazelaar en er zijn minder sporen van adelaarsvaren. Eik heeft juist een hoger aandeel. Het niet-boompollen is ook in dit staal voornamelijk afkomstig van de grassenfamilie en struikhei, maar het aandeel struikhei is lager. Ook in dit preparaat zijn diverse graslandtypen goed vertegenwoordigd en daarnaast zijn er veel sporen van mestschimmels aanwezig. Cultuurgewassen zijn eveneens zeer sterk vertegenwoordigd, behalve het granen-type, rogge en het gerst/tarwe-type is ook het pollen van appel of peer in deze categorie ingedeeld. Ook is er relatief veel pollen van akkeronkruiden en ruderalen aanwezig. Tenslotte valt het hoge aandeel pollen van het kamille-type op, een pollentype waarbinnen een groot aantal soorten valt die voorkomen in (quasi) antropogeen milieu, van graslandplanten tot akkeronkruiden. Als laatste zijn er ook veel sporen aangetroffen van de schimmel *Dictyosporium*, die leeft op dood hout en rottend plantaardig materiaal.

3.2 BOTANISCHE MACRORESTEN

De resultaten van het onderzoek van botanische macroresten staan in *Bijlage 5*. Een samenvatting wordt gegeven door *Figuur 6*.

De conservering van het botanisch materiaal in de jongste Karolingische waterput is redelijk. Het merendeel van de botanische macroresten is in waterverzadigde staat bewaard gebleven, maar er zijn ook enkele verkoolde resten aanwezig. Er zijn 35 taxa aangetroffen. De meeste resten zijn van zomer- en/of wintereik, hiervan zijn bladresten, bladknoppen en eikelresten gevonden. Een enkel bladsteeltje kon worden gedetermineerd als zomereik. Het monster bevatte daarnaast veel takjes, die vermoedelijk ook van eik afkomstig zullen zijn. Grote brandnetel, een plant van halfschaduw, is ook sterk vertegenwoordigd. Afgezien van deze resten zijn er voornamelijk resten gevonden van planten die groeien op lichtrijke, verstoorde droge tot natte bodem (akkeronkruiden, ruigteplanten, tredplanten, planten van storingsmilieu en pionierplanten van natte bodem). Daarnaast zijn er verscheidene soorten uit grasland- en/of heidevegetatie aangetroffen. Een enkel oögonium van een kranswier is vermoedelijk afkomstig van de vegetatie in de waterput zelf.



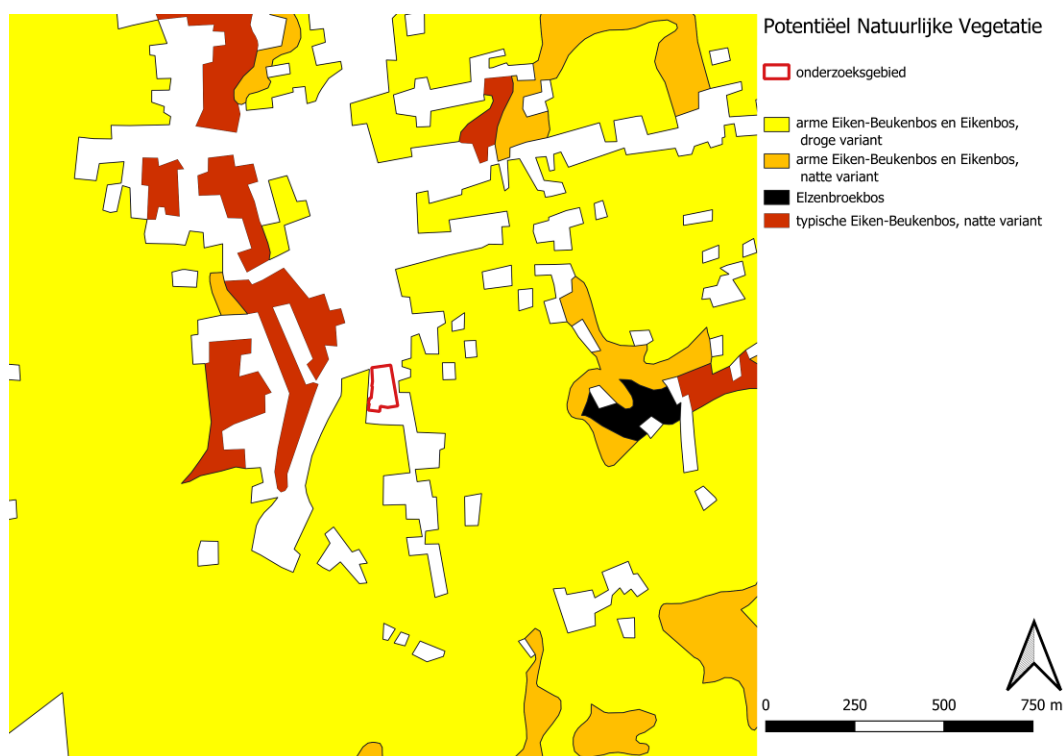
Figuur 6 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, bellendiagram van het aantal taxa en resten per standplaatsgroep. Elke bel representeert één taxon.

4. Discussie

4.1 VEGETATIE EN LANDSCHAP ROND DE SITE

De Potentiële Natuurlijke Vegetatie (PNV) geeft een uitgangspunt voor de beeldvorming van de vroegere vegetatie rond de site.¹³ Dit is een model dat de climaxvegetatie in een gebied weergeeft, op basis van de huidige voorkomende soorten en uitgaande van tegenwoordige (bodem)parameters. Het is dus geen afspiegeling van de werkelijk vroegere vegetatie. Het geeft wel een beeld van de geografische spreiding van verschillende soorten vegetatietypen die worden geïndiceerd door het paleo-ecologisch onderzoek, zowel van bosvegetatie als van de eventuele vervangingsvegetaties. Rond Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan bestaat de PNV merendeels uit de droge variant van het arme eiken-beukenbos (*Figuur 7*). In het beekdal van de Grote Nete is elzenbroekbos en de natte variant van arm Eiken-Beukenbos gemodelleerd en in het dal van de Dorperloop de natte variant van het typisch Eiken-Beukenbos.

¹³ Berendsen 2008.



Figuur 7 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, de Potentiële Natuurlijke Vegetatie (PNV) rond de site (bron: AGIV).

4.1.1 IJzertijd

Het boompercentage van 50% in het pollenstaal uit S270 geeft aan dat de oorspronkelijke oerbossen ten tijde van het gebruik van deze waterput al sterk waren teruggedrongen. Het pollen van linde en maretak kan misschien nog met deze gemengde bossen in verband worden gebracht, maar het hoge percentage pollen van berk en hazelaar wijst op bossen die vrij lichtrijk waren, dus met een open bladerdek. Het hoge percentage elen wijst op een vrij bosrijke vegetatie in de beekdalen, die vermoedelijk nog slechts weinig ontgonnen waren. Deze bossen zullen soms erg moerassig zijn geweest, waar ook het pollen van gagel op wijst. Er zijn evenwel nauwelijks palynologische indicatoren voor lage vegetatie op natte bodem. Macroresten van braam in het geïnventariseerde zeefstaal wijzen mogelijk op bosrandvegetatie rond de nederzetting, al komt deze soort ook voor in ruigtevegetatie.

Met 50% pollen van grassen en andere lage vegetatie zal het landschap rond de waterput halfopen zijn geweest. Vermoedelijk wisselden zones met bos en bosjes zich af met open plekken met grasland: een soort wastine-landschap. Het hoge percentage schapenzuring wijst op een vrij droog, zuur en schraal karakter van dit grasland. Hierbij past ook het pollen van blauwe knoop en ganzerik-type, alsook de macroresten van pilzegge. Het kunnen struisgraslanden of heischrale graslanden zijn geweest. Relatief hoge percentages pollen dat indicatief is voor begrazing, zoals smalle weegbree-type en veldzuring-type wijzen op het gebruik

van dit grasland als weidegronden.¹⁴ Er zijn weinig sporen van mestschimmels aanwezig, die indicatief zijn voor vee op de nederzetting.¹⁵

Hoewel er relatief veel pollen is van soorten die als onkruiden op akkers voorkomen, is het percentage graanpollen zeer laag. Het palynologisch signaal voor akkerbouw is dus duidelijk lager dan het signaal voor veeteelt.

Desalniettemin zullen er ook akkers rond de nederzetting hebben gelegen, waar tarwe en/of gerst werden verbouwd.

4.1.2 Vroege middeleeuwen

Het pollenbeeld van de oudste Karolingische waterput, S5, is op punten gelijk met dat van de waterput uit de ijzertijd, S270. Het boompollenpercentage wijst op een halfopen landschap, met een groot deel van het bos in de beekdalen of slecht drainerende depressies. De bossen op de drogere gronden zijn lichtrijk, met een hoog aandeel berk, eik en hazelaar. Beuk heeft de plaats van linde ingenomen op de plaatsen waar het bos het meest ontwikkeld is.

In dit landschap liggen graslanden, heidevelden en akkers. Ten opzichte van de ijzertijd zijn er minder indicatoren voor droog grasland, en meer indicatoren voor heide. In de vroege middeleeuwen was er kennelijk een grotere begrazingsdruk dan de toenmalige vegetatie aankon, wat leidde tot degeneratie van bos en (droog) grasland tot heide (*Figuur 8*). Een lang, doorlopend proces van begrazing van de woeste gronden was hier waarschijnlijk debet aan.¹⁶ Op kaartmateriaal uit de 18^e eeuw is te zien dat Hechtel-Eksel wordt omringd door uitgestrekte heidevelden: de Groote Heide in het westen, de Heide van Wijchmaal in het oosten en de Heide van Hechtel in het zuiden. Delen van deze heidegebieden bestaan nog altijd binnen het Natura 2000 gebied *Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden*. Hoe uitgestrekt het areaal heide was in de vroege Karolingische periode is onduidelijk, maar het percentage pollen van struikhei is opvallend hoog. Omdat struikhei geen goede pollenverspreider is, bestaat de mogelijkheid dat een deel van dit pollen op de vindplaats terecht is gekomen met transport van heiplaggen of gemaaide heide.¹⁷ In de late middeleeuwen werd het gebruik van plaggen en gemaaide heide als stalbedding een belangrijk onderdeel van de bemestingstechniek.¹⁸

¹⁴ Behre 1981.

¹⁵ Van Geel & Aptroot 2006.

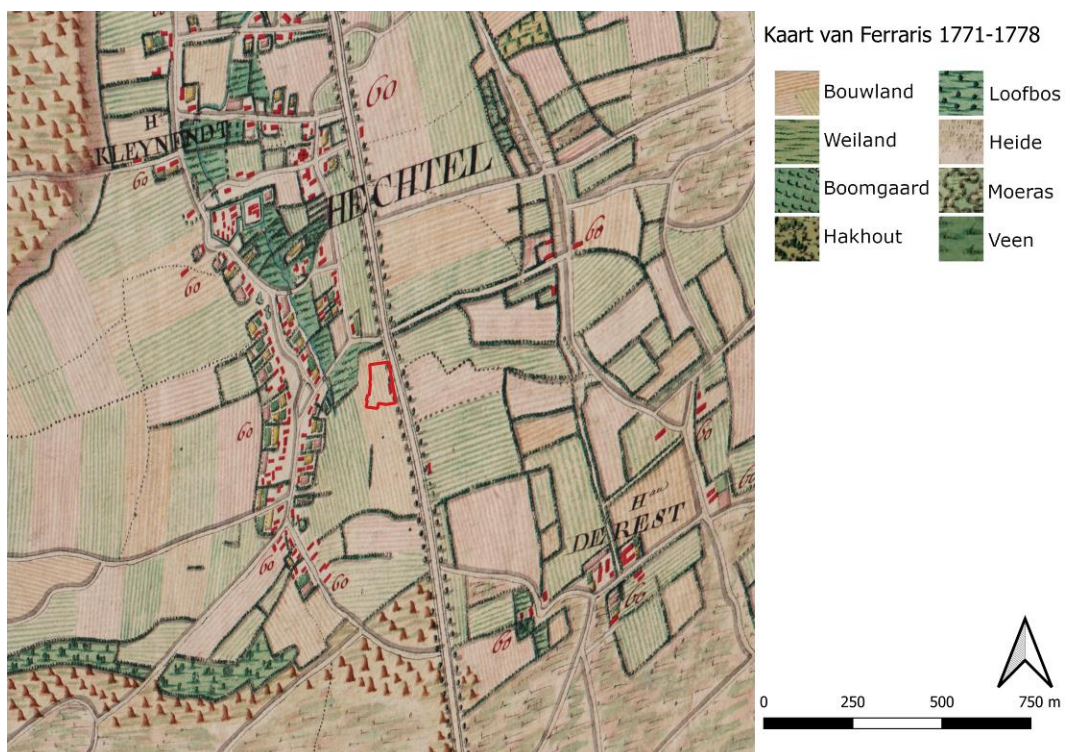
¹⁶ Behre 2000.

¹⁷ Bunting 2003.

¹⁸ Lindemans 1952; Bastiaens & Verbruggen 1996.



Figuur 8 Wastine-landschap van het Borkener Paradies in Duitsland. Op de voorgrond schraal grasland met schapenzuring, op de achtergrond struikhei met daarachter eiken-berkenbos (foto door auteur).



Figuur 9 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, uitsnede van de kaart van Ferraris.

Het pollenstaal bevat pollen van rogge en het gerst/tarwe-type, waaruit kan worden afgeleid dat men rond de nederzetting rogge en tarwe en/of gerst

verbouwde. Gezien het hoge aandeel graanpollen in de waterput en de aanwezigheid van ploeglagen onder het plaggendek op de site is het zeer wel mogelijk dat de akkers direct rond de nederzetting lagen.

Het pollenbeeld van de jongste Karolingische waterput, S165, is van een vegetatie die nog verder in cultuur is gebracht. Het percentage boompollen is verder afgenomen, waarbij alle boompollentypen zijn afgenomen, behalve eik, dat vrij sterk is toegenomen. Op basis van de vele macroresten van (zomer)eik in S165 mag worden aangenomen dat dit grotendeels wordt veroorzaakt door de lokale vegetatie direct nabij de waterput, waarin kennelijk één of meerdere eiken voorkwamen. Dit betekent dat het landschap in de wijdere omgeving vermoedelijk vrij open was van karakter.

Het niet boompollen is voornamelijk afkomstig van grassen, hoewel struikheide ook een groot aandeel heeft. Op basis van het pollenbeeld is het aannemelijk dat de elzenbroekbossen in de beekdalen ontgonnen zijn en omgezet in grasland, zoals ook in de 18^e eeuw het geval was volgens de Ferrariskaart. Delen die op deze kaart als bouwland zijn aangegeven, waren in de vroege middeleeuwen vermoedelijk nog grotendeels grasland. Toch lijkt het erop dat het landschap zoals afgebeeld op deze 18^e eeuwse kaart voor een groot deel al is ontstaan in de vroege middeleeuwen. Het macrorestenonderzoek heeft enkele taxa opgeleverd die voorkomen in voedselrijk, vochtig grasland, in droog (heischraal) grasland en in heidevegetatie. Vooral de soort ijzerhard is opvallend, omdat deze vooral voorkomt op kalkrijke bodem. Het is daarmee aannemelijk dat een groot deel van het landschap bestond uit graasgronden met een gezonde vegetatie afhankelijk van bodemparameters en gebruik.

Het gecombineerde pollen- en macrorestenonderzoek wijst uit dat in de 9^e eeuw rogge, gerst, vlas en mogelijk tarwe werden verbouwd. Nabij de waterput stonden ook één of enkele fruitbomen, blijkens het pollen van appel- en/of peer en de fruitsteen van pruim in S165. De macroresten wijzen verder op de bewerking van enerzijds vrij schrale, zandige grond (geelrode naalbaar, spurrie) en anderzijds zeer voedselrijke grond (perzikkruid, kleine brandnetel, zwarte nachtschade, klein kaasjeskruid). Dit wijst vermoedelijk op akkerbouw enerzijds en tuinbouw anderzijds, al zijn er alleen macroresten van akkerbouwgewassen aangetroffen en niet van tuinbouwgewassen.

4.2 VERGELIJKING MET EERDER ONDERZOEK ROND HECHTEL

Er werd binnen de gemeente Hechtel-Eksel gezocht in de wekelijks geactualiseerde dataset *Eindverslagen archeologisch onderzoek* van het Agentschap Onroerend Erfgoed.¹⁹ Dit leverde één vindplaats op, namelijk Hechtel-Eksel-Peederbaan, waarbij onderzoek werd uitgevoerd van haardkuilen binnen een erf uit de vroege ijzertijd.²⁰ Uit het onderzoek van botanische macroresten blijkt dat men ten minste gerst en erwten consumeerde. Het anthracologisch onderzoek leverde voornamelijk houtskool van berk en eik op, met daarbij houtskool van els. Dit houtskoolspectrum past zeer goed bij het pollenbeeld van S270 en past bij

¹⁹ Datum van raadpleging: 21-10-2022.

²⁰ Steenhoudt *et al.* 2020.

een landschap waarin open bossen aanwezig waren van het arme variant van het droge Eiken-Beukenbos, alsook nat bos in de beekdalen of in slecht drainerende depressies.

In de archieven van BIAX werd daarnaast ook binnen de ecoregio Oost-Kempisch puinwaaierdistrict gezocht naar onderzoeksresultaten van contemporaine sporen in de omgeving van Hechtel-Eksel. Dit leverde resultaten op van nog drie sites. Te Peer-Panhuizen werd ecologisch onderzoek gedaan aan een waterput uit de midden-ijzertijd.²¹ Het pollenbeeld is vergelijkbaar, maar wijst op een opener landschap en vermoedelijk meer intensief begraaasd landschap. Het boompollenpercentage (ca. 42%) wijst op een open tot halfopen landschap, met bos(restanten) met els, eik, berk, hazelaar en linde. Grassen zijn met ca. 19% de grootste groep niet-boompollen, maar in tegenstelling tot S270 is struikheide met ca. 16% ook vrij sterk vertegenwoordigd. Het botanisch onderzoek wijst op de cultivatie van emmer, spelt, pluimgierst, vlas en huttentut op arme zandgrond. Het vee werd geweid op grasland op vochtige en voedselrijke tot droge en schrale bodem: in weilanden, heischraal grasland en heide. In de bossen kon men wild fruit zoals appel/peer en aardbei verzamelen. Te Bree-Broekstraat werd een waterkuil uit de midden-ijzertijd, mogelijk echter de vroege ijzertijd, opgegraven.²² Palynologisch onderzoek wijst op een vrij bosrijke situatie (boompollenpercentage ca. 68%).²³ Veel van dit boompollen is afkomstig van lichtminnende soorten en van els. Pollen van de grassenfamilie speelt een grote rol en struikheide eveneens. Het palynologisch signaal voor akkerbouw is laag. Onderzoek van de botanische macroresten in deze waterkuil en enkele andere kuilen wijst op de cultivatie van emmer, spelt, gerst, pluimgierst, trosgierst, haver, erwten, vlas en huttentut in de ijzertijd. Daarnaast werden indicatoren gevonden voor grasland op zowel vochtige, voedselrijke bodem als droge, schrale bodem. Palynologisch onderzoek van enkele waterputten uit de Romeinse tijd op deze site wijzen erop dat het landschap in die periode veel meer open was dan in de ijzertijd, met vooral een uitbreiding van het areaal grasland en niet zozeer van heide.

Een palynologisch interessant onderzoeksgebied binnen het Oost-Kempisch puinwaaierdistrict is de industriezone rond de Oudeweg bij Bocholt, waar bij verscheidene opgravingen waterputten zijn aangetroffen die dateren van de 1^e vóór tot en met de 5^e eeuw na Chr.²⁴ Het boompollenpercentage is al rond 52 voor Chr. laag (30%) en blijft dit tot en met de 4^e-5^e eeuw. In de pollenstalen uit deze reeks van waterputten is geen spoor te vinden van de verlating en de daaropvolgende herbebossing van het landschap in de 4^e en 5^e eeuw zoals elders in Vlaanderen en Zuid-Nederland vaak wel wordt aangetroffen. Deze herbebossing werd ook duidelijk waargenomen voor sites in de Roerdalslenk aan de overkant van de Belgisch-Nederlandse grens.²⁵ Voor het Kempisch plateau

²¹ Van der Meer 2014.

²² Hiddink 2017.

²³ Van Haaster 2016.

²⁴ Van der Meer 2019a; 2019b; 2020b; 2021.

²⁵ Van Haaster 2018, 138-140.

kan een fase van bosregeneratie tussen de Romeinse periode en de vroege middeleeuwen evenwel niet overal als een gegeven worden beschouwd.

Binnen de ecoregio zijn geen verslagen van palynologisch onderzoek van vroegmiddeleeuwse waterputten gevonden. Voor een beeld van de vegetatieontwikkelingen in de Kempen gedurende de vroege middeleeuwen kan een vergelijking worden gemaakt met de ecologisch uitvoerig onderzochte sites Ravels-Molenstraat en Herentals-Roggestraat in de Antwerpse Kempen.²⁶ Te Ravels-Molenstraat neemt het boompollenpercentage af van ca. 50% in de 5^e-6^e eeuw tot ca. 30% in de 6^e-7^e eeuw. Te Herentals-Roggestraat zien we voor de periode van de 6^e-7^e eeuw tot en met de 8^e-9^e eeuw eveneens sprake van een dalende trend, met mogelijk weer een stijgende lijn in de 9^e eeuw. Op beide sites neemt het aandeel grassen toe en te Ravels-Molenstraat ook het aandeel struikhei. Nabij die laatste site is ook palynologisch onderzoek uitgevoerd van sporen uit de 13^e eeuw.²⁷ Daaruit blijkt dat de vegetatie in de late middeleeuwen, voor zover zichtbaar gemaakt kan worden door palynologisch onderzoek, zijn vorm al grotendeels in de 6^e-7^e eeuw had gekregen. Uit het onderzoek van botanische macroresten op beide sites blijkt verder dat men in de Merovingische en Karolingische perioden vooral rogge verbouwde en daarnaast gerst, haver, pluimgierst, spelt, vlas en wellicht huttentut. De bewoners van deze nederzettingen hadden ook tuinen met groenten (o.a. bieten en rapen) en kruiden (koriander, selderij, maanzaad), met daarnaast fruit- en notenbomen (appel, pruim, kers, walnoot, hazelnoot). Om textiel te kleuren verbouwden ze wede.

Samenvattend kan worden gesteld dat er op het Kempisch plateau weinig ijzertijdsites zijn waarbij ecologisch onderzoek werd uitgevoerd. Uit de beschikbare gegevens komt naar voren dat het landschap rond de nederzettingen bebost tot halfopen was. Het bos was grotendeels lichtrijk en werd afgewisseld met grasland en heide, afhankelijk van begrazingsdruk en bodemkwaliteit. Men verbouwde een groot aantal graangewassen (emmer, spelt, gerst, pluimgierst, trosgierst en haver) alsook vlas en huttentut. Op basis van het pollenonderzoek van waterput S270 kan de nederzetting bij Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan worden geplaatst in een naar vergelijking vrij sterk in cultuur gebracht landschap, waarbij er echter nauwelijks sprake was van heidevorming.

Voor de Karolingische periode is er nog minder vergelijkingsmateriaal voorhanden binnen de ecoregio die samenvalt met het Kempisch plateau. Uit een vergelijking met twee ecologische sleutelsites voor de vroegmiddeleeuwse Kempen te Ravels en Herentals kan in zijn algemeenheid worden gesproken van vergelijkbare ontwikkelingen te Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, zij het misschien iets later in de vroege middeleeuwen. Hierbij werd het landschap verder in cultuur gebracht, tegelijk leidde de hogere exploitatiegraad van de droge graslanden en bossen op de woeste gronden tot heidevorming. Het onderzoek van botanische macroresten uit S165 heeft niet veel cultuurgewassen opgeleverd, maar vergeleken bij de overige vroegmiddeleeuwse sites passen de onderzoeksresultaten in eenzelfde patroon, namelijk de verbouw van rogge,

²⁶ Van der Meer 2015; 2023.

²⁷ Van der Meer 2020a.

gerst en vlas, met mogelijk nog emmer of spelttarwe. Ook bezaten de bewoners fruitbomen en waarschijnlijk ook moestuinen, zoals ook elders in de Kempen.

5. Samenvatting en beantwoording onderzoeksvragen

5.1 ALGEMEEN

Bij het onderzoek van de site Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan werd onderzoek verricht naar pollen en botanische macroresten in drie waterputten. Na inventarisatie zijn drie pollenstalen en een macrorestenstaal geselecteerd voor analyse. De waterputten dateren uit de ijzertijd en Karolingische periode.

5.2 BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN

Hieronder zullen de onderzoeksvragen waarop het ecologisch onderzoek (gedeeltelijk) antwoord geven, worden beantwoord. De volgorde van de vragen uit het Programma van Maatregelen is aangepast, zodat de antwoorden in een meer natuurlijke volgorde kunnen worden gegeven.

- *Zijn er op basis van botanisch onderzoek uitspraken te doen over de ontwikkeling van het landschap en de voedsleconomie? Zo ja, hoe verliepen deze ontwikkelingen?*

Ja, er zijn uitspraken te doen over de ontwikkeling van het landschap en de voedsleconomie. In de ijzertijd was er sprake van een halfopen landschap rond de nederzetting. Open, lichtrijke bossen werden afgewisseld met bouwland en grasland. De bossen werden vermoedelijk begraasd, waardoor de structuur van oorspronkelijke, dichte gemengde eikenbossen was veranderd. Lichtminnende en lage soorten zoals berk en hazelaar kregen hierbij de overhand op schaduwsoorten zoals linde. Tussen de bossen en bosrestanten lagen begraasde graslanden, waarvan een deel op vrij droge bodem en met een schraal karakter. In de beekdalen lagen moerasbossen.

In de Karolingische periode was er aanvankelijk eveneens sprake van een halfopen landschap, waarin lichtrijke bossen zich afwisselen met grasland en heide. Heide lijkt de plaats van schraal grasland voor een groot deel te hebben ingenomen. Later in de Karolingische periode wordt dit landschap verder ontgonnen. Het landschap was vermoedelijk vrij open van karakter, en ook de beekdalen waren voor een groot deel al ontgonnen om plaats te maken voor nat grasland. Rond de nederzetting lag bouwland, weiland en vermoedelijk iets verder ook woeste grond met heide en schraal grasland.

- *Wat kan er op basis van het organische en anorganische vondstmateriaal gezegd worden over de datering van de nederzetting, de functie van de site, de materiële cultuur en de bestaanseconomie van de nederzetting?*

Zowel in de ijzertijd als de Karolingische perioden betreft het vermoedelijk nederzettingen die tenminste deels een agrarische functie hadden, al zijn er bij de inventarisatie geen botanische macroresten in de ijzertijdwaterput aangetroffen die direct bewijs vormen voor akkerbouw. Het palynologisch signaal voor veeteelt is bovendien veel sterker dan dat voor akkerbouw. In de Karolingische waterputten is het palynologisch signaal voor akkerbouw veel duidelijker aanwezig dan in de ijzertijdwaterput, en dat voor veeteelt geldt dat overigens ook. Daarnaast zijn in de jongste waterput botanische macroresten aangetroffen van cultuurgewassen, alsook van wilde soorten, die tezamen wijzen op akker- en tuinbouw.

- *Hoe past de vindplaats binnen het regionale landschap met betrekking tot de onderzochte periodes? Zijn deze vergelijkbaar met andere soortgelijke vindplaatsen uit dezelfde periodes of wijzen de resultaten op een specifieke functie of omstandigheden binnen de nederzetting?*

De resultaten van het palynologisch onderzoek van de ijzertijdwaterput konden worden vergeleken met twee andere sites binnen dezelfde ecoregio. Hieruit blijkt dat er grote overeenkomsten zijn met een waterput uit de midden-ijzertijd te Peer-Panhoven. Er zijn evenwel ook aanwijsbare verschillen zijn met die waterput, vooral op het vlak van de vegetatie op droge schrale bodem. Deze had aldaar meer de vorm van een heidevegetatie, maar te Hechtel-Eksel meer van een droge graslandvegetatie. Vergeleken met een nederzetting te Bree-Broekstraat was het landschap rond Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan meer open. Onderzoek van beide andere sites toonde aan dat in de ijzertijd een grote diversiteit aan cultuurgewassen werd verbouwd, waaronder spelt, emmer, gerst, pluimgierst, trosgierst, vlas en huttentut. Hiervan is te Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan alleen wat pollen van tarwe en/of gerst aangetroffen.

Omdat er geen ecologische gegevens van vroegmiddeleeuwse sites binnen dezelfde ecoregio bekend waren, is een vergelijking gezocht met twee uitgebreid onderzochte sites te Ravels en Herentals. Van deze sites zijn meer waterputten onderzocht, en er zijn veel meer soorten aangetroffen. Desalniettemin kan worden opgemerkt dat de agrarische economie te Hechtel-Eksel vermoedelijk vergelijkbaar was, gecentreerd rond de teelt van rogge, gerst en vlas, de verbouw van groenten, kruiden, cultivatie van fruitbomen en natuurlijk ook rond veeteelt.

6. Literatuur

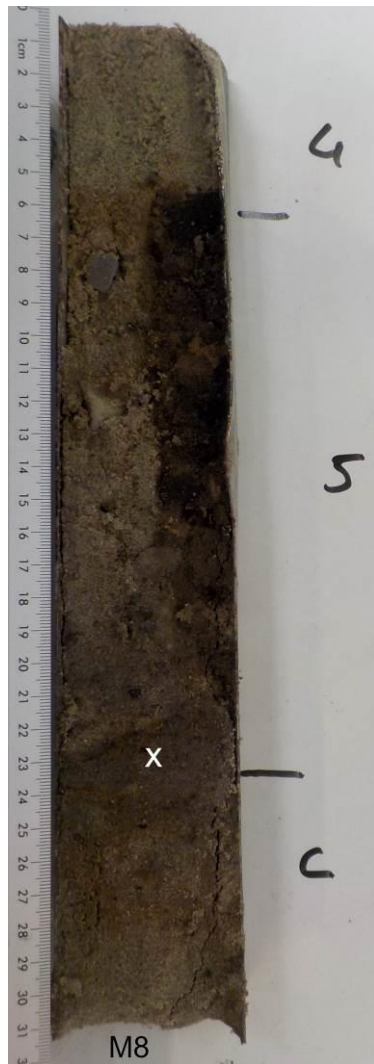
Anderberg, A.-L., 1994: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 4: Resedaceae-Umbelliferae*, Stockholm.

- Bastiaens, J., & C. Verbruggen 1996: Fysische en socio-economische achtergronden van het plaggenlandbouwsysteem in de Antwerpse Kempen, *Tijdschrift voor Ecologische Geschiedenis* 1, 26-32.
- Behre, K.-E., 1981: The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, *Pollen et Spores* 23:2, 225-245.
- Behre, K.-E., 2000: Der Mensch öffnet die Wälder – zur Entstehung der Heiden und anderer Offenlandschaften, *Rundgespräche der Kommission für Ökologie der Bayrische Akademie der Wissenschaften* 18, 103-116.
- Berendsen, H.J.A., 2008: *Landschap in delen* (overzicht van de geofactoren), Assen (Fysische geografie van Nederland 3).
- Berggren, G., 1969: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 2: Cyperaceae*, Stockholm.
- Berggren, G., 1981: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 3: Salicaceae-Cruciferae*, Stockholm.
- Beug, H.-J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.
- Bunting, M.J., 2003: Pollen-vegetation relationships in non-arboreal moorland taxa, *Review of Palaeobotany and Palynology* 125, 285-298.
- Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans 2006: *Digitale zadenatlas van Nederland*, Groningen.
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: *Textbook of Pollen Analysis*, Chichester (vierde editie).
- Geel, B. van, 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, Amsterdam (Proefschrift Universiteit van Amsterdam).
- Geel, B. van, 1998: *A Study of Non-Pollen Objects in Pollen Slides*, ongepubliceerd.
- Geel, B. van, & A. Aptroot 2006: Fossil Ascomycetes in Quaternary Deposits, *Nova Hedwigia* 82:3/4, 313-329.
- Groenewoudt, B., H. van Haaster, R. van Beek & O. Brinkkemper 2007: Towards a reverse image. Botanical research into the landscape history of the eastern Netherlands (100 B.C. - A.D. 1500), *Landscape History* 27, 17-33.
- Haaster, H. van, 2016: *Archeobotanisch onderzoek van een vindplaats uit de ijzertijd en Romeinse tijd aan de Broekstraat te Bree (Belgisch Limburg)*, Zaandam (BIAXiaal 900).
- Haaster, H. van, 2018: Het botanisch landschap, in: E.A.G. Ball & R. Jansen: *Drieduizend jaar bewoningsgeschiedenis van oostelijk Noord-Brabant - Synthetiserend onderzoek naar locatiekeuze en bewoningsdynamiek tussen 1500*

- v.Chr. en 1500 n.Chr. op basis van archeologisch onderzoek in het Malta-tijdperk, Amersfoort (NAR 61), 87-144.*
- Hiddink, H., 2017: *Een archeologische opgraving te Bree-Broekstraat. Nederzettingen uit de Midden IJzertijd en de Romeinse tijd, Amsterdam (ZAR 66).*
- Juggins, S., 2019: *Rioja: Analysis of Quaternary Science Data.*
- Konert, M., 2002: *Pollen Preparation Method, Amsterdam (intern rapport Vrije Universiteit).*
- Körber-Grohne, U., 1964: *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte, Hildesheim.*
- Körber-Grohne, U., 1991: Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, overdruk uit: *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 18, Hildesheim.
- Lambinon, J., J.-E. De Langhe, L. Delvosalle & J. Duvigneaud 1998: *Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden (Pteridofyten en Spermatofyten), Meise.*
- Landuyt, W. van, I. Hoste, L. Vanhecke, W. Vercruysse, P. Van Den Bremt & D. De Beer 2006: *Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest, Meise.*
- Lindemans, P., 1952: *Geschiedenis van de landbouw in België, Antwerpen (twee delen).*
- Meer, W. van der, 2014: *Archeobotanisch onderzoek van waterputten uit de IJzertijd en Volle Middeleeuwen te Peer-Panhoven, Zaandam (BIAXiaal 790).*
- Meer, W. van der, 2015: *Vroegmiddeleeuwse akker- en tuinbouw te Herentals-Roggestraat, Zaandam (BIAXiaal 850).*
- Meer, W. van der, 2019a: *Macroresten en pollen in een Romeinse waterput te Bocholt-Oudeweg, Zaandam (BIAXiaal 1166).*
- Meer, W. van der, 2019b: *Onderzoek van macroresten, pollen en houtskool uit diverse sporen uit de ijzertijd en Romeinse periode te Bocholt-Oudeweg, Zaandam (BIAXiaal 1167).*
- Meer, W. van der, 2020a: *Archeobotanisch onderzoek van pollen en macroresten uit een waterput uit de volle middeleeuwen te Ravels-Kleine Wereld, Zaandam (BIAXiaal 1223).*
- Meer, W. van der, 2020b: *Pollenonderzoek van een waterput uit de laat-Romeinse periode te Bocholt-Oudeweg, Zaandam (BIAXiaal 1303).*
- Meer, W. van der, 2021: *Archeobotanisch onderzoek van een waterput uit de vroege/midden-Romeinse periode te Bocholt-Oudeweg, Zaandam (BIAXiaal 1373).*
- Meer, W. van der, 2023: *Het landschap rond Ravels-Molenstraat van de late bronstijd tot en met de Merovingische periode op basis van archeobotanisch onderzoek van waterputten, Zaandam (BIAXiaal 1566).*

- Meer, W. van der, & M.C.A. van Waijen 2022: *Selectieadvies Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan: pollen en botanische macroresten*, Zaandam (BIAX selectieadvies).
- Meijden, R. van der, 2005: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.
- Nuyts, T., & J. Verrijckt 2021: *Hechtel-Eksel: Archeologierapport van een opgraving ter hoogte van de Hasseltsebaan 64*, Beerse (J. Verrijckt Rapport 808).
- Pepermans, J. & J. Verrijckt 2021: *NOTA Hechtel-Eksel, Hasseltsebaan 64*, Beerse (J. Verrijckt Rapport 683).
- Punt, W., & G.C.S. Clarke, P. Hoen, S. Blackmore & P.J. Stafford (red.) 1976-2009: *The Northwest European Pollen Flora*, Amsterdam (negen delen).
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder, E.J. Weeda, V. Westhoff & P.W.F.M. Hommel 1995-1999: *De vegetatie van Nederland*, Leiden (vijf delen).
- Sevenant M., J. Menschaert, M. Couvreur, A. Ronse, M. Heyn, J. Janssen, M. Antrop, M. Geypens, M. Hermy & G. De Blust 2002: *Ecodistricten: Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen*, geen plaats van uitgave (vier delen).
- Steenhoudt, M., T. Dyselinck & R. Bakx 2020: *Eindverslag Opgraving Hechtel-Eksel, Peerderbaan 17-19: Archeologierapport*, Bassevelde (BAAC Vlaanderen Archeologierapport 1332).
- Stockmarr, J., 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, *Pollen et Spores* 14(4), 615-621.
- Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga, B. Odé & I. Hoste 2004: Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003, *Gorteria* 30-4/5, 101-195.
- Tomlinson, P., 1985: An Aid to the Identification of Fossil Buds, Bud-Scales, and Catkin-Scales of British Trees and Shrubs, *Circaea* 3(2), 45-130.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985-1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties*, Deventer (vijf delen).

Bijlage 1 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, pollenbakken M8 (S5), M9 (S165) en M10 (S270) met locatie van de subbsten voor palynologisch onderzoek (foto's BIAx).



Bijlage 2 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, resultaten van de polleninventarisatie.

Verklaring: + = sporadisch aanwezig, ++ = aanwezig, +++ = regelmatig/veel aanwezig, ++++ = zeer veel aanwezig.

	spoor	5	165	270	270	
	staal	M8	M9	M10	M10	
	laag	5	9	8	10	
	diepte in bak	23	57	9	39	
	labcode	BX10156	BX10157	BX10158	BX10159	
	rijkdom	rijk	matig rijk	zeer rijk	rijk	rijkdom
	conservering	red./goed	goed	goed	goed	conservering
	telbaar	ja	ja	ja	ja	telbaar
	globale AP/NAP	50/50	33/66	75/25	45/55	globale verhouding bomen/niet-bomen
bomen en struiken (drogere gronden)		+++	+++	++++	+++	bomen en struiken (drogere gronden)
waaronder: haagbeuk		+	.	.	.	waaronder: <i>Carpinus</i>
bomen (nattere gronden)		+++	++	++++	+++	bomen (nattere gronden)
boskruiden		.	+	+	.	boskruiden
cultuurgewassen		++	++	+	+	cultuurgewassen
waaronder: gerst/tarwe-type		+	+	+	+	waaronder: <i>Hordeum/Triticum</i> -type
granen-type		+	.	.	.	<i>Cerealia</i> -type
rogge		++	++	.	.	<i>Secale cereale</i>
tarwe-type		.	.	+	.	<i>Triticum</i> -type
planten van akkers en droge ruigten		+	+	+	+	planten van akkers en droge ruigten
graslandplanten		++	++++	+++	++++	graslandplanten
algemene kruiden		+	++	+	+	algemene kruiden
heide		+++	++	+	++	heide
veenmos		+	.	+	.	<i>Sphagnum</i>
moeras- en oeverplanten		+	.	++	+	moeras- en oeverplanten
algen en dergelijke		.	.	.	+	algen en dergelijke
mestschimmels		+	+	.	.	mestschimmels
verkoalde plantenresten		+++	++	+	++	verkoalde plantenresten
onverkoalde organische resten		+	+++	+	+	onverkoalde organische resten

Bijlage 3 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, resultaten van de macroresteninventarisatie.

Verklaring: (v) = verkoold, (o) = onverkoold, S = slecht, M = matig, R = redelijk, G = goed, + = 1-10, ++ = 10-100, +++ = 100-1000, ++++ > 1000.

spoor	monster	cultuurgewassen (v)	wilde planten (v)	soortvariatie (v)	kwaliteit (v)	cultuurgewassen (o)	wilde planten (o)	soortvariatie (o)	kwaliteit (o)	cultuur- /gebruiksgewassen	wilde planten van	houtskool	botresten	insecten	aardewerk	analyse macroresten
165	M6					1	++	8	R	pruim	antropogeen milieu			++	1	?
270	M7						+	3	M	braam	antropogeen milieu, heide	++				n

Bijlage 4 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, resultaten van de pollenanalyse.

Verklaring: + = waarneming buiten pollensom, (B) = pollentype Beug 2004, (P) = pollentype Punt *et al.*, (M) = , T... = type NPP *sensu* Van Geel 1976, 1998.

labcode	BX10156	BX10157	BX10159	
spoor	5	165	270	
staal	M8	M9	M10	
laag	5	9	10	
datering	770-820	854-904	800-57BC	
Totalen per groep				
Getelde pollensom	631	678	708	Getelde pollensom
Pollenconcentratie (*1000 korrels/ml)	112	61	545	Pollenconcentratie (*1000 korrels/ml)
Som boompollen	41.4	26.4	50.0	Som boompollen
Som niet-boompollen	58.6	73.6	50.0	Som niet-boompollen
Bomen van drogere gronden	26.8	19.6	29.9	Bomen van drogere gronden
Bomen van nattere gronden	14.6	6.8	20.1	Bomen van nattere gronden
Boskruiden	1.1	0.7	2.1	Boskruiden
Cultuurgewassen	4.8	6.5	0.1	Cultuurgewassen
Planten van akkers en droge ruigten	1.1	2.7	1.3	Planten van akkers en droge ruigten
Algemene kruiden	1.7	11.2	2.5	Algemene kruiden
Graslandplanten	25.5	38.1	40.5	Graslandplanten
Moeras- en oeverplanten	0.6	2.2	1.0	Moeras- en oeverplanten
Waterplanten			0.3	Waterplanten
Heide- en hoogveenplanten	23.8	12.2	2.1	Heide- en hoogveenplanten
Bomen van drogere gronden				
Berk	10.9	3.1	12.1	Betula (B)
Beuk	2.2	0.7	0.8	Fagus (B)
Den	0.3	0.4	0.6	Pinus (B)
Eik	6.0	11.4	8.9	Quercus (B)
Haagbeuk	1.0	0.1		Carpinus betulus (B)
Hazelaar	5.4	2.9	4.8	Corylus (B)
Hulst	+	0.1	+	Ilex aquifolium (B)
Iep		+	0.3	Ulmus (B)
Lijsterbes-groep	0.3	0.6		Sorbus-groep (B)
Linde	0.6	0.1	2.4	Tilia (B)
Sporkehout	+			Rhamnus frangula
Bomen van nattere gronden				
Els	14.4	6.5	20.1	Alnus (B)
Es-type	0.2			Fraxinus excelsior-type (B)
Wilg		0.3		Salix (B)
Boskruiden				
Adelaarsvaren	1.0	0.6	2.0	Pteridium aquilinum (M)
Eikvaren	0.2		+	Polypodium (M)
Hop		0.1		Humulus lupulus (P)
Klimop				Hedera helix (B)
Maretak			+	Viscum album (B)
Zwartkoren			0.1	Melampyrum
Cultuurgewassen				
Appel/Peer		0.3		Malus/Pyrus
Gerst/Tarwe-type	1.3	0.9	+	Hordeum/Triticum-type
Granen-type	0.6	0.6	0.1	Cerealia-type
Rogge	2.9	4.7		Secale (B)
Planten van akkers en droge ruigten				
Alsem	0.2	0.6	0.7	Artemisia (B)
cf. Groot warkruid-type	0.2			cf. Cuscuta europaea-type (B)
Ganzenvoetfamilie	0.2		0.1	Chenopodiaceae p.p. (B)
Gewone spurrie	0.5	0.6	0.1	Spergula arvensis
Gewoon varkensgras-type		0.9	0.1	Polygonum aviculare-type (B)

labcode	BX10156	BX10157	BX10159	
spoor	5	165	270	
staal	M8	M9	M10	
laag	5	9	10	
datering	770-820	854-904	800-57BC	
Hardbloem	0.2	0.1		Scleranthus (B)
Kielduizendknoop		0.3		Fallopia (B)
Perzikkruid-type			+	Persicaria maculosa-type (B)
Zandblauwtje-type	+	0.1	0.1	Jasione montana-type (B)
Zwarte nachtschade-type		+		Solanum nigrum-type (B)
Graslandplanten				
Blauwe knoop	0.2		+	Succisa pratensis (P)
Bloedzuring-groep			+	Rumex sanguineus-groep (P)
Ganzerik-type	0.6	0.1	0.3	Potentilla-type (B)
Grassenfamilie	15.7	31.6	18.8	Poaceae (B)
Grassenfamilie, korrels >40 mu	0.5	0.3		Poaceae >40 mu
Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type			+	Plantago major-media-type (B)
Klaver			+	Trifolium
Knoopkruid-type	+	0.1		Centaurea jacea-type (B)
Ridderzuring-groep		0.1		Rumex obtusifolius-groep (P)
Schapenzuring	2.4	3.4	15.5	Rumex acetosella (P)
Scherpe boterbloem-type	0.2			Ranunculus acris-type (B)
Smalle weegbree-type	2.1	1.5	3.4	Plantago lanceolata-type (B)
Veldzuring-type	3.6	0.4	2.3	Rumex acetosa-type (P)
Vlinderbloemenfamilie		0.1	0.1	Fabaceae p.p. (B)
Weegbree	0.3	0.3	0.1	Plantago
Algemene kruiden				
Anjerfamilie	0.2	0.1	0.1	Caryophyllaceae (B)
Composietenfamilie buisbloemig	0.3	0.1	0.1	Asteraceae tubuliflorae
Composietenfamilie lintbloemig	1.1	2.5	0.4	Asteraceae liguliflorae
Distel/Vederdistel			+	Carduus/Cirsium
Hennepnetel-Ballote-groep			0.3	Galeopsis-Ballota-groep (B)
Kaardebol			+	Dipsacus (B)
Kaasjeskruidfamilie		+		Malvaceae (B)
Kamille-type	0.2	7.2	0.8	Matricaria-type (B)
Kruisbloemenfamilie		0.9		Brassicaceae (B)
Kruiskruid-type			0.1	Senecio-type (B)
Land-/Watervorkje			+	Riccia (M)
Reigersbek		+		Erodium (B)
Schermbloemenfamilie	+	0.1	0.6	Apiaceae (B)
Sint-Janskruid-type		0.1		Hypericum perforatum-type (B)
Zwart hauwmos			+	Anthoceros punctatus (M)
Heide- en hoogveenplanten				
Heifamilie (overig)	0.3	0.1	0.1	Ericaceae (overig)
Struikhei	23.3	11.9	1.8	Calluna vulgaris (B)
Veenmos	0.2	0.1		Sphagnum (M)
Wilde gagele			0.1	Myrica gale (B)
Moeras- en oeverplanten				
Cypergrassenfamilie	0.5	0.7	0.3	Cyperaceae (B)
Late stekelnoot-type		0.3		Xanthium strumarium-type (B)
Munt-type			0.1	Mentha-type (B)
Niervaren-type	0.2	0.9	0.6	Dryopteris-type (M)
Spirea		0.3		Filipendula (B)
Waterplanten				
Eendenkroosfamilie			0.3	Lemnaceae (B)
Algen				
Groenwier-familie Volvocaceae (T.128B)			0.1	Volvocaceae

labcode	BX10156	BX10157	BX10159	
spoor	5	165	270	
staal	M8	M9	M10	
laag	5	9	10	
datering	770-820	854-904	800-57BC	
Groenwier-genus <i>Pediastrum</i>			0.4	<i>Pediastrum</i>
Mestschimmelsporen				
(Mest-)Schimmel <i>Rhytidospora</i> (T.171)		0.1		<i>Rhytidospora</i> cf. <i>tetraspora</i>
Brokkelspoorzam-type (T.113)	0.2	0.9		<i>Sporormiella</i> -type
Menhirzwammetje-type (T.368)		0.1		<i>Podospora</i> -type
Mestvaasje-type (T.55A)	0.2	+		<i>Sordaria</i> -type
Mestvaasje-type (T.55B)		0.1		<i>Sordaria</i> -type
Ongelijkzijdig menhirzwammetje		0.1		<i>Podospora inaequalis</i>
Poliepszammetje-type		0.1		<i>Sphaerodes fimicola</i> -type
Spinselbolletje-type (T.261)	+			<i>Arnium</i> -type
Wratsporig punthoofdje (T.169)			0.1	<i>Apiosordaria verruculosa</i>
Overige microfossielen				
<i>Dictyosporium</i> (T.498)		9.0		<i>Dictyosporium</i>
Schimmel op monocotylen (vnl. grassen)		0.1		<i>Tetraploa aristata</i> (T.89)
Zeefplaat uit houtvat (T.114)			+	Zeefplaat uit houtvat
Indet	0.5	1.8	0.4	Indet
gegevens t.b.v. concentratieberekening				
Exoten per pil	18407	18407	18407	Exoten per pil
Aantal pillen met exoot	2	2	2	Aantal pillen met exoot
Getelde exoten	26	104	12	Getelde exoten
Monstervolume in ml	8	4	4	Monstervolume in ml

Bijlage 5 Hechtel-Eksel-Hasseltsebaan, resultaten van de macrorestenanalyse.
 Verklaring: (o) = onverkoold, (v) = verkoold, cf. = gelijkend op, + = enkele, ++ = tientallen, +++ = honderden.

staal spoor context datering	M6+M9 165 waterput 854-904	
Granen		
Bedekte gerst (v)	1	Hordeum vulgare var. vulgare
Graan (v)	1	Cerealia indet.
Nijverheidsgewassen		
Vlas, vrucht (o)	1	Linum usitatissimum
Noten en fruit		
Pruim (o)	1	Prunus domestica
Planten van voedselrijke akkers		
Guichelheil (o)	1	Anagallis arvensis
Kleine brandnetel (o)	1	Urtica urens
Perzikkruid (o)	+	Persicaria maculosa
Zwaluwtong (o)	+	Fallopia convolvulus
Zwaluwtong (v)	1	Fallopia convolvulus
Zwarte en Beklierde nachtschade (o)	+	Solanum nigrum
Planten van kalkarme akkers		
Geelrode naalbaar, kaf (o)	+++	Setaria pumila
Spurrie (o)	+	Spergula arvensis subsp. arvensis
Tredplanten		
Gewoon varkensgras (o)	++	Polygonum aviculare
Herderstasje (o)	+	Capsella bursa-pastoris
Straatgras (o)	1	Poa annua
Planten van ruigten		
Beklierde duizendknoop (o)	++	Persicaria lapathifolia
Klein kaasjeskruid (o)	+	Malva neglecta
Melganzenvoet (o)	+	Chenopodium album
Stinkende kamille (o)	+	Anthemis cotula
Planten van storingsmilieu		
Krul-/Ridderzuring (o)	1	Rumex crispus/obtusifolius
Zomprus-type (o)	1	Juncus articulatus-type
Pionierplanten van natte grond		
Waterpeper (o)	+	Persicaria hydropiper
Waterplanten		
Kranswier, oogonium/oospore (o)	1	Chara
Planten van voedselrijk grasland		
IJzerhard (o)	+	Verbena officinalis
Moeras-/Gewoon struisgras (o)	+	Agrostis canina/capillaris
Planten van droog grasland		
Schapenzuring (o)	++	Rumex acetosella
Zandblauwtje (o)	+	Jasione montana
Planten van heide, veen en schraalland		
Pijpenstrootje (o)	1	Molinia caerulea
Struikhei (o)	1	Calluna vulgaris
Planten van bosrand en struweel		
Grote brandnetel (o)	++	Urtica dioica
Planten van droge bossen		
Zomereik, blad (o)	1	Quercus robur

staal spoor context datering	M6+M9 165 waterput 854-904	
Winter-/Zomereik, blad (o)	+++	Quercus petraea/robur
Winter-/Zomereik, knop (o)	++	Quercus petraea/robur
Winter-/Zomereik, knopschub (o)	+++	Quercus petraea/robur
Winter-/Zomereik, vrucht (o)	+	Quercus petraea/robur
Niet ingedeeld		
Dravik (o)	1	Bromus
Grassenfamilie (o)	1	Poaceae
Smalle raai-type (o)	1	Galeopsis angustifolia-type
Niet determineerbaar, bladmerk (o)	++	Indet.
Dierlijke resten		
Amfibieën, bot	+	Amphibia
Insekten, skeletdeel	+++	Insecta
Mijten, skeletdeel	++	Acari
Regenwormen, eikapsel	++	Lumbricidae
Archeologische resten		
Aardewerk	+	Aardewerk
Hout, tak	+++	Hout
Houtskool	++	Houtskool
Leer	+	Leer
Vuursteen	1	Vuursteen