



Rapport paleo-ecologie 2021-28

Analyse palynologie & macrobotanie
Maldegem Staatsbaan (2021C3)

Paleo-ecologische analyse van twee waterputten te Adegem

Annelies Storme, Luc Allemeersch & Pieter
Laloo

Ghent Archaeological Team bvba
Venecolaan 52M
9880 Aalter

Colofon

Project:

Maldegem Staatsbaan (2021C3)

Uitvoerder:

GHENT ARCHAEOLOGICAL TEAM bvba (GATE)
Annelies Storme, Luc Allemeersch, Pieter Laloo

© 2021 - GHENT ARCHAEOLOGICAL TEAM bvba

Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd of aangepast worden, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt worden onder enige vorm of wijze ook, elektronisch, mechanisch, door fotokopie, zonder toestemming van Ghent Archaeological Team bvba.

Inhoudstafel

Inhoudstafel	iii
1 Inleiding	1
2 Materiaal	2
3 Methode	5
3.1 Methode palynologische analyse	5
3.2 Methode macrobotanische analyse	5
4 Resultaten	7
4.1 Resultaten palynologische analyse	7
4.2 Resultaten macrobotanische analyse	10
5 Besluit	14
6 Bibliografie	15
7 Bijlage <i>Telgegevens pollen (aantallen en percentages)</i>	16

1 INLEIDING

In 2021 werd bij een opgraving door De Logi & Hoorne een meerperiodenvindplaats aangetroffen. Het gaat onder andere om een Romeinse weg, geflankeerd door grachten, enkele gebouwplattegronden, kuilen en waterputten (Heynssens et al. 2021). Een selectie van deze sporen is door middel van pollenbakken en bulkstalen bemonsterd voor paleo-ecologisch onderzoek. In een eerste fase werden twee waterputten en een gracht langs de Romeinse weg onderworpen aan een **palynologisch** en **macrobotanisch assessment** (Storme et al. 2021a). De assessments toonden aan dat zowel pollen als macroresten in de onderzochte lagen voldoende bewaard zijn voor een volledige analyse. Het huidige rapport is het verslag van de volgende fase, namelijk de **palynologische** en **macrobotanische analyse** van de basis van de opvulling van de twee waterputten.

Palynologisch onderzoek omvat de studie van pollen, sporen en andere microfossielen met een organische wand. Planten produceren grote hoeveelheden pollen (zaadplanten) of sporen (sporenplanten) die door wind, water of dieren verspreid worden en zo in afzettingen terecht kunnen komen. Dankzij hun resistente wand kunnen deze microscopische resten, samen met bijvoorbeeld resten van schimmels en algen, lange tijd in de ondergrond bewaard blijven op voorwaarde dat de afzetting afgesloten is van zuurstof. Dit is vaak het geval in waterverzadigde opvullingen van natuurlijke depressies of menselijke structuren zoals waterputten of grachten. De determinatie en telling van pollen en sporen uit dergelijke afzettingen laat toe om de vegetatiesamenstelling ter plaatse en in de bredere omgeving van de site ten tijde van de opvulling te reconstrueren.

Botanische macrorestenanalyses omvatten de studie van plantenresten, meestal zaden, maar ook vruchten, bladeren, takjes, stengels, etc. Indien deze resten na hun depositie (zo goed als) ononderbroken **onder de watertafel** blijven liggen, blijven ze gedurende eeuwen en zelfs millennia **bewaard**. Vele resten kunnen dan nog tot op de soort bepaald worden. Plantenresten gelegen **boven** de watertafel zullen **volledig vergaan**. Bij verkoolde resten is dit echter niet het geval. **Verkoolde resten** zijn minder algemeen maar ze kunnen ons wel veel leren over het **voedsel** dat onze **voorouders** nuttigden. Bij het proces van verkooling is er een onvolledige verbranding van organisch materiaal onder zuurstofarme (O₂) omstandigheden tot koolstof (C). De koolstof blijft bewaard. De **bewaring** van macrobotanische resten wordt dus vooral bepaald door de **ligging t.o.v.** de huidige of evt. de vroegere **watertafel** (Tabel 1). Door te bepalen van welke plantentypes deze resten afkomstig zijn, kan de lokale vegetatie op de site gereconstrueerd worden en kunnen menselijke activiteiten opgespoord worden.

Op die manier vullen de studies van microscopische en macroscopische plantenresten elkaar goed aan: ze leveren samen een beeld op van de lokale en regionale vegetatieontwikkeling tijdens afzetting.

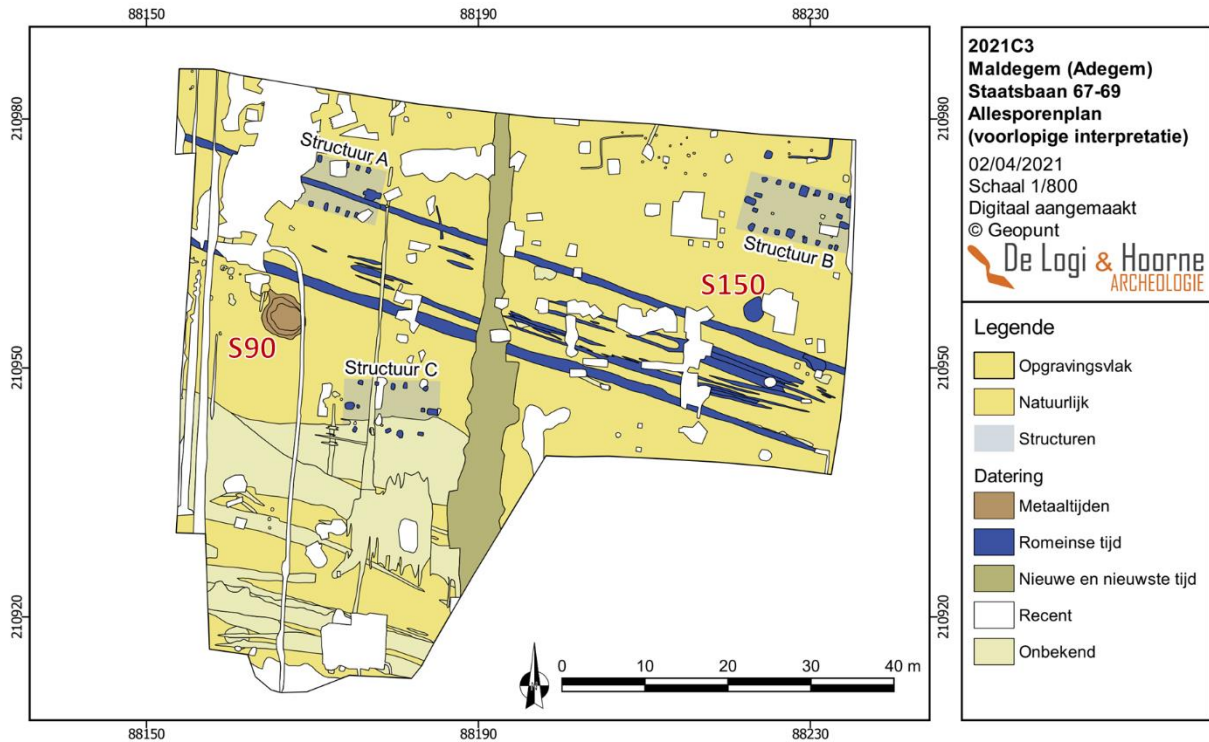
Tabel 1: Bewaringstoestand verschillende types macroresten in relatie tot de watertafel en zuurtegraad.

Bodentype	Zuur	Basisch
<u>Boven watertafel</u>		Mollusken
<u>Overgangszone</u>	Verkoolde planten	Verkoolde planten Mollusken
<u>Onder watertafel</u>	Onverkoolde planten Verkoolde planten	Onverkoolde planten Verkoolde planten Mollusken

2 MATERIAAL

Het onderzochte materiaal is afkomstig uit de basis van de opvulling van twee waterputten: spoor 90 en spoor 150 (Figuur 1, Figuur 2, Figuur 3,

Tabel 2).



Figuur 1: Allesporenplan met voorlopige dateringen en aanduiding van de waterputten (Heynssens et al. 2021).

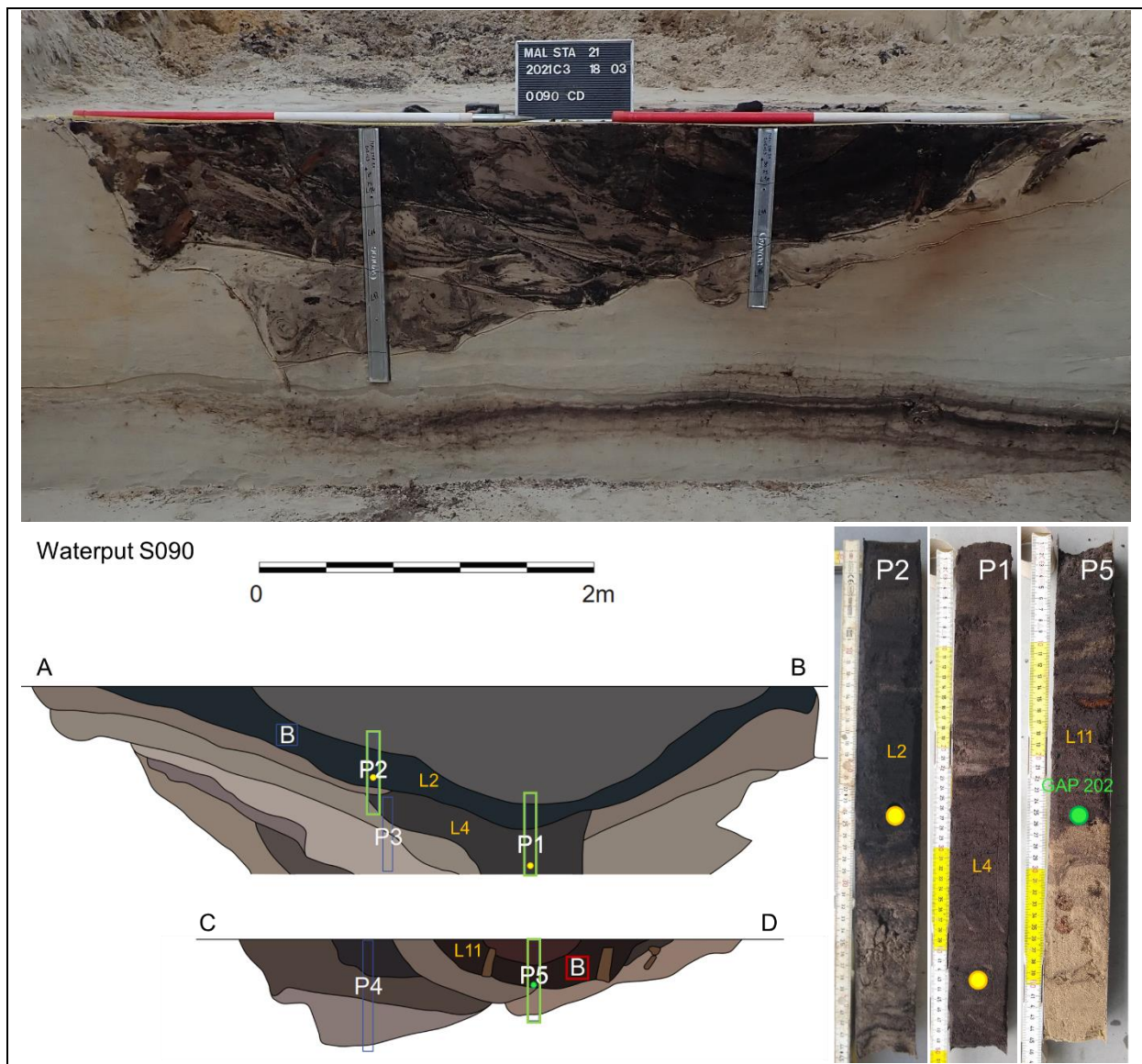
Tabel 2: Substalen voor palynologisch en macrobotanisch onderzoek (geel: assessments; groen: analyses).

Spoor	Type spoor	Ouderdom	Staal	Laag	Diepte	Labo-nummer	Assessment palynologie (Storme et al. 2021)	Analyse palynologie (dit rapport)	Assessment macrobotanie (Storme et al. 2021)	Analyse macrobotanie (dit rapport)
S090	Waterput	Metaaltijden?	Pollenbak P2	L2	24 cm	GAP 210	x			
			Pollenbak P1	L4	43 cm	GAP 201	x			
			Pollenbak P5	L11	25 cm	GAP 202	x	x		
			Bulk	L11						x
S150	Waterput	Romeins	Pollenbak P1	L9	7 cm	GAP 203	x			
			Pollenbak P2	L12	15,5 cm	GAP 204	x	x		
			Bulk	L12						x
S068	Greppel	Romeins	Pollenbak P6	L2	45 cm	GAP 211	x			

Spoor 090 (Figuur 2) is een waterput met een bewaarde diepte van 1,78 m. Vermoedelijk kende deze waterput verschillende gebruiksfasen (Heynssens et al. 2021). Laag 11 correspondeert met de jongste gebruiksfase en bevat resten van vlechtwerk. Het aardewerk uit de opvulling van deze fase (L4) dateert uit de metaaltijden (mogelijk ijzertijd) (Heynssens et al. 2021). Laag 2 behoort waarschijnlijk tot de nazak, waarvan de opvulling (L1) op basis van aardewerk gedateerd wordt in de Romeinse tijd (mogelijk 2^e – 3^e eeuw) (Heynssens et al. 2021).

Palynologisch assessment van een staal uit **laag 11** toont naast grassen en struikhei een groot aandeel van bomen (els, hazelaar). Pollen van beuk (>1%) wijst op een ouderdom van maximaal 2800 jaar (ijzerijid of jonger). Pollen van graan wijzen op landbouw. Ook het macrobotanisch assessment van het bulkstaal uit laag 11 leverde gekweekte planten op (verkoelde graankorrels, zaden van vlas en stro). In de bovenliggende vulling (**laag 4**) neemt het aandeel boompollen af en ten slotte domineert pollen van Poaceae in **laag 2**.

Laag 11 werd geselecteerd voor palynologische en macrobotanische analyse (Tabel 2).



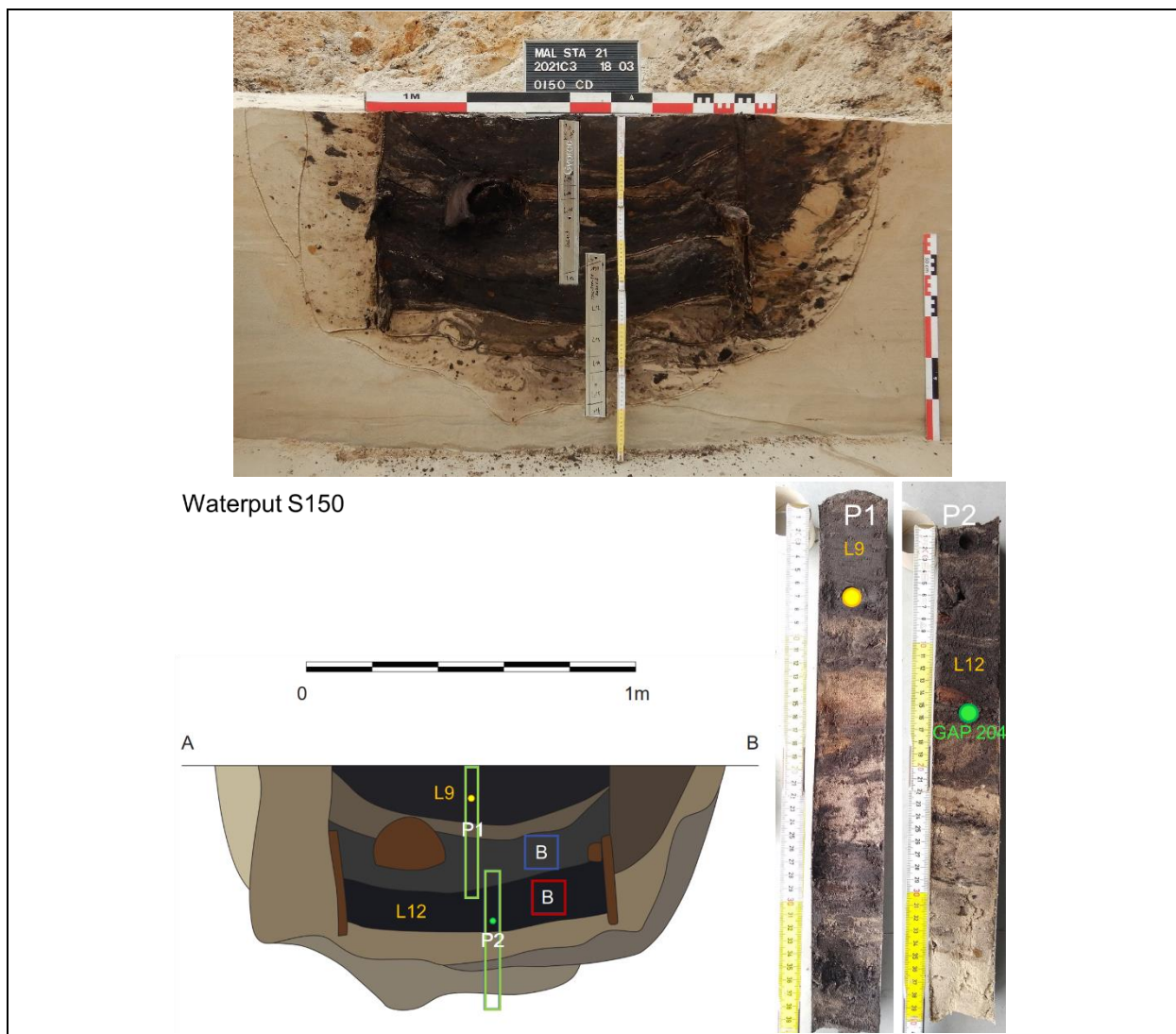
Figuur 2: Boven: Foto van coupe CD door de basis van waterput S090; Links onder: Coupes AB en CD door waterput S090 met positie van pollenbakken (P) en bulkstaal voor macrorestenanalyse (B);

Rechts onder: positie van de substalen voor palynologisch assessment (geel) en analyse (groen: GAP 202) in pollenbakken P1, P2 en P5.

Spoor 150 (Figuur 3) is een waterput, geassocieerd met een gebouwstructuur (structuur B) die wegens zijn oriëntatie verondersteld wordt gelijktijdig te zijn met de Romeinse weg (Heynssens et al. 2021). Dendrochronologisch onderzoek van de bekisting bevestigt deze ouderdom met een kapinterval 'na 2 BC' (van Daalen 2021). De bewaarde diepte is 1,92 m en het onderste deel (laag 11-12) bevindt zich binnen een rechthoekige, houten bekisting. In laag 9, net boven de bekisting, werd aardewerk gevonden uit de 2^e eeuw n. Chr. (Heynssens et al. 2021).

Palynologisch assessment van een staal uit **laag 12** en **laag 9** toont op het eerste zicht een dominantie van grassen en struikhei. In **laag 12** werden bovendien veel schimmelsporen gevonden van type EMA-56. Macrobotanisch assessment van het staal uit laag 12 leverde veel resten van houtige gewassen op.

Laag 12 werd geselecteerd voor palynologische en macrobotanische analyse (Tabel 2).



Figuur 3: Boven: Foto van coupe AB door de basis van waterput S150; Links onder: Coupe AB door waterput S150 met positie van pollenbakken (P) en bulkstaal voor macrorestenanalyse (B); Rechts: positie van de substalen voor palynologisch assessment (geel) en analyse (groen) in pollenbakken P1 en P2.

3 METHODE

3.1 Methode palynologische analyse

De geselecteerde substalen werden in het labo voor Paleontologie van de Universiteit Gent behandeld volgens de standaardprocedure voor pollenpreparatie (Moore et al. 1991), inclusief acetolyse en oplossing in waterstoffluoride. Tijdens de preparatie werd aan ieder monster een gekende hoeveelheid *Lycopodium*-sporen toegevoegd om na telling de pollenconcentratie voor ieder geanalyseerd niveau te kunnen inschatten.

De geprepareerde residu's werden bestudeerd met een lichtmicroscop op 400x vergroting. Er werd een telling uitgevoerd van minstens 400 pollenkorrels (natte + droge vegetatie). De getelde taxa (pollen, sporen, non-pollen palynomorfen) worden uitgedrukt als percentage van de pollensom, i.e. alle pollenkorrels van terrestrische planten (**AP**: *arboreal pollen* of stuifmeel van bomen en struiken & **NAP**: *non-arboreal pollen* of stuifmeel van kruiden). Voor de determinaties van **pollen en sporen** werd gebruik gemaakt van verschillende sleutels (Beug 2004; Moore et al. 1991). Voor andere **palynomorfen**, zoals schimmelsporen en algen, werd de determinatie gebaseerd op beschrijvingen en foto's uit de literatuur (referenties voor de typenummers: Shumilovskikh 2020).

Verder werd voor elk preparaat de **pollenconcentratie** berekend op basis van het aantal getelde *Lycopodium*-sporen en de **bewaringstoestand** geëvalueerd (zie assessments). Ten slotte werd de **concentratie microhoutschoolfragmenten** (> 10 µm) bepaald op basis van de verhouding microhoutschool/pollensom.

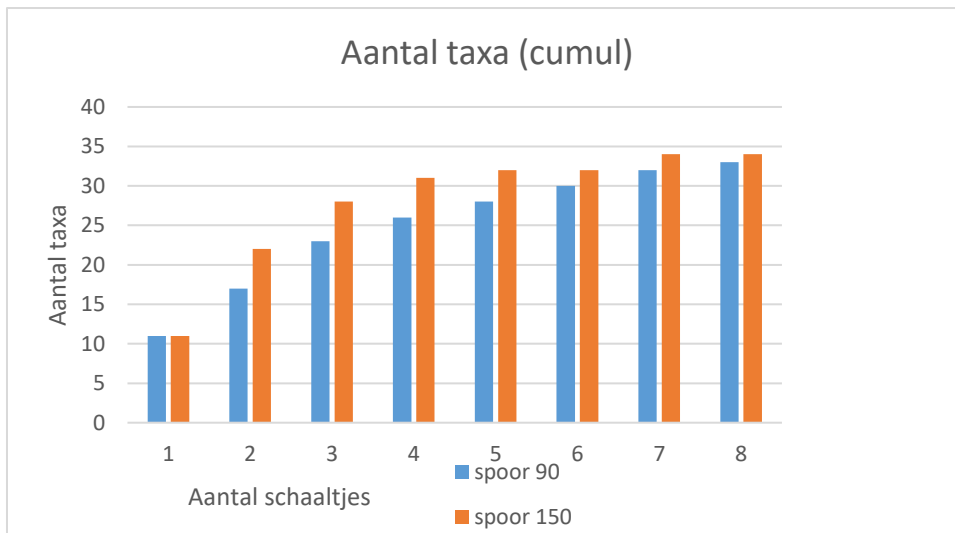
Ten slotte werden de percentages, concentraties en bewaringstoestand voor beide pollenspectra uitgezet in een **pollendiagram**, met behulp van TILIA software (Grimm 2015).

3.2 Methode macrobotanische analyse

De macrorestenmonsters werden gezeefd met kraantjeswater onder lage druk op zeven van **2 mm** en **0,5 mm**. Het achtergebleven materiaal van beide zeven is verder onder binoculair bekeken: dit van 2 mm met 8 x vergroting en dit van 0,5 mm met 10 x vergroting. Herkenbare, botanische macroresten werden uitgeraapt en het aantal taxa en exemplaren per monster werd genoteerd.

Voor de **determinatie** van **zaden en vruchten** is gebruik gemaakt van de 'Digitale Zadenatlas' (Cappers et al. 2012) en de 'synantropie flora van de *Niederrhein*' (Knörzler 2009). Voor bepaalde moeilijke groepen werden atlassen van families of andere groepen aangewend: voor Poaceae (grassenfamilie) en Juncaceae (russenfamilie) (Körber-Grohne 1964). De determinaties van granen steunen vooral op Jacomet et al. (2006). Er is ook gebruik gemaakt van een collectie van recente zaden en vruchten, aanwezig bij GATE. Voor de naamgeving (zowel de wetenschappelijke namen als de Nederlandse) is nomenclatuur van de Belgische flora overgenomen (Lambinon et al. 2008).

Het residu is bij beide stalen zeer groot. Het aantal taxa werd steeds genoteerd na één nieuw schaalpje, kleiner dan 2 mm en twee nieuwe schaalpjes, groter dan 2 mm. Vanaf 6 schaalpjes bij de fractie, kleiner dan 2 mm, zijn er nog weinig nieuwe taxa bij gevonden (zie Figuur 4).



Figuur 4: Aantal taxa (cumulatief) per petri-schaaltje voor S90 en S150.

Voor de indeling is hier gekozen voor ecologische soortengroepen (Runhaar et al. 2004). Met behulp van ecologische soortengroepen wordt beschreven welke plantensoorten binnen de **ecotooptypen** voorkomen. De ecologische soortengroepen corresponderen met de verschillende ecotooptypen en worden met dezelfde codes aangeduid. Ecotooptypen worden gedefinieerd als combinaties van kenmerkklassen. De legende van deze ecotooptypen staat in Tabel 3.

De **hoofdletter** verwijst naar de **vegetatiestructuur**. Het **1^e cijfer** verwijst naar de **vochttoestand** en het **2^e cijfer** naar de **voedselrijkdom en zuurtegraad**. Uitzonderlijk kan er nog een prefix of suffix aan toegevoegd worden. Zo verwijst het ecotooptype G47 naar een gesloten, korte vegetatie (G) op een vochtige (4), matig voedselrijke (7) bodem. Het ecotooptype P48tr verwijst naar een pioniervegetatie (P) op een vochtige (4), zeer voedselrijke (8) betreden bodem (tr). Planten kunnen in meer dan één ecotooptype regelmatig voorkomen. Er is hier gekozen voor het type waar een bepaalde plant het meest in voorkomt. Meestal zijn het ook ecotooptypen die dicht bij elkaar aansluiten.

Tabel 3: Legende bij de soortengroepen (Runhaar et al. 2004).

Hoofdletter Vegetatietype	Eerste cijfer Vochttoestand	Tweede cijfer Voedselrijkdom/ zuurtegraad	Suffix Aanvulling
H bos en struweel	2 nat	1 voedselarm zuur	kr kalkrijk (bas)
G gesloten korte vegetatie	4 vochtig	2 voedselarm zwak zuur	tr betreden
P soorten van pioniervegetaties	6 droog	3 voedselarm basisch	b brak
R ruigte		7 matig voedselrijk	
V veen		8 zeer voedselrijk	
W watervegetaties			

4 RESULTATEN

4.1 Resultaten palynologische analyse

» Spoor 90 – laag 11

De pollenconcentratie is hier eerder hoog met ca. 300 korrels per mm³. De bewaring is eerder goed (score 3 op een schaal van 1-5). De houtskoolconcentratie is hoog met naar schatting 2870 fragmenten per mm³.

POLLENSPECTRUM

Het pollenspectrum uit laag 11 in spoor 90 bestaat voor iets meer dan de helft uit boompollen (54%). Bij de **bomen en struiken van droge grond** zien we vooral veel *Corylus* (15%) en *Quercus* (8%). *Betula*, *Pinus*, *Fagus*, *Tilia* en *Ulmus* komen voor met lagere percentages. Het percentage van *Fagus* (beuk, 1,5%) wijst – zoals verwacht op basis van het assessment – op een ouderdom van maximaal 2800 jaar, aangezien deze boom vóór die tijd nog niet frequent voorkwam in de streek (Verbruggen et al. 1996). De **bomen en struiken van natte grond** worden voornamelijk vertegenwoordigd door *Alnus* (20%), maar ook *Salix* werd meermaals gevonden.

Bij het pollen van planten uit open vegetatietypes zien we heideplanten en kruiden. Het pollen van **heideplanten** is voornamelijk afkomstig van *Calluna vulgaris* (13%). Daarnaast werd één korrel van *Vaccinium* type aangetroffen. De kruiden worden gedomineerd door Poaceae (22%). Andere typische **graslandplanten** (*Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa* type) komen voor met 1 à 2%. Bij de **cultuurgewassen** vinden we Cerealia type met 1,5%. Cyperaceae (2,5%), *Lythrum* en *Mentha* type vertegenwoordigen **moeras- en oeverkruiden**. Verder is er nog een relatief grote variatie aan sporadisch aanwezige kruidentaxa, die niet gekoppeld kunnen worden aan een specifiek vegetatietype.

Bij de **sporenplanten** valt vooral de aanwezigheid van *Pteridium aquilinum* op (3%). In deze waterput werden geen pollen van **waterplanten** of resten van **algen** aangetroffen. **Schimmelsporen** zijn wel frequent aanwezig. Enkele schimmeltypes groeien typisch op mest (HdV-1, -112) of rottend hout (HdV-44), maar voor het merendeel (9%) is het type schimmel onbekend.

INTERPRETATIE

In de omgeving kwam **loofbos** voor, met een relatief grote variatie aan bomen (eik, berk, beuk, linde, iep). Hazelaar kwam waarschijnlijk veelvuldig voor aan de bosranden, maar mogelijk ook in open landschappen, bijvoorbeeld als struwelen langs wegen of perceelsgrenzen. Ook adelaarsvaren kwam mogelijk voor in het bos, op iets lichtrijkere plaatsen of op kapvlakten. Els en wilg groeiden vermoedelijk in **moerassige zones**, langs waterlopen. Ook zeggen, kattenstaart en (water)munt kunnen uit deze omgeving afkomstig zijn. Naast bos, bestond een groot deel van het landschap uit open vegetatietypes. Zowel **heide** als **grasland** waren erg belangrijk in de omgeving. Het pollen van graan wijst op akkerbouw, al is het niet zeker of dit in de nabije omgeving plaatsvond.

» Spoor 150 – laag 12

De pollenconcentratie is hier eerder hoog met ca. 260 korrels per mm³. De bewaring is eerder goed (score 3 op een schaal van 1-5). De houtskoolconcentratie is hoog met naar schatting 1780 fragmenten per mm³.

POLLENSPECTRUM

Het pollenspectrum uit laag 12 in spoor 150 bestaat voor 50% uit kruiden. De andere helft omvat bomen en struiken (31%) en heideplanten (19%). Zowel bij de bomen en struiken van droge grond als die van natte grond ligt het percentage een stuk lager dan in spoor 90 (iets meer dan de helft). De bossamenstelling is zeer vergelijkbaar met die beschreven voor spoor 90: vooral *Corylus* (8%) en *Quercus* (5%). Bij de minder frequente AP-types komen dezelfde taxa voor, met toevoeging van een korrel van *Carpinus*. Bij de bomen en struiken van natte grond werd enkel *Alnus* (13%) gevonden.

Heideplanten zijn met 19% *Calluna vulgaris* sterk vertegenwoordigd. Bij de kruiden zijn de graslandplanten opvallend goed vertegenwoordigd, met 30% Poaceae, 10% *Rumex acetosa* type en 2% *Plantago lanceolata*. Moerasplanten zijn hier minder sterk vertegenwoordigd dan in spoor 90 (1% Cyperaceae en 1 korrel van *Mentha* type). Ook hier komen pollenkorrels van graan voor (1%). Bij de overige kruidentypes komen typische kruiden van verstoorde grond voor (vb. 1% *Artemisia*, 2% Asteraceae-Liguliflorae, 0,5% Chenopodiaceae). Verder zien we ook hier een relatief grote variatie aan sporadisch aanwezige kruidentaxa, die niet gekoppeld kunnen worden aan een specifiek vegetatietype.

Bij de sporenplanten is *Pteridium aquilinum* opnieuw goed vertegenwoordigd (5%). Verder werden er enkele korrels van *Hydrocotyle vulgaris* en een zygosporie van een algensoort uit de familie Zygnemataceae (type HdV-58) gevonden. Bij de schimmelsporen zien we naast 7% niet verder gedetermineerde types schimmelsporen ook drie types sporen van mestschimmels (samen 2,5%) en een hoog percentage conidia van *Alysidium resinae* (type EMA-56, 52%).

INTERPRETATIE

Het pollenspectrum getuigt van een landschap dat overwegend open was, maar waarin ook nog bos voorkwam. Het **loofbos** bevatte een relatief grote variatie aan bomen, met naast de taxa uit spoor 90 (eik, berk, beuk, linde, iep) nu ook haagbeuk. Hazelaar en adelaarsvaren kwamen ook hier veelvuldig voor op meer lichtrijke plaatsen in of rond het bos. Elzen kwamen voor in de moerassige zones langs waterlopen, en mogelijk ook aan de rand van de grachten langs de opgegraven Romeinse weg. Het grootste deel van de omgeving bestond echter uit **heide**, met vooral struikhei, en **grasland**, met opvallend veel veldzuring. Ook hier is niet zeker of het pollen van graan ook betekent dat er lokaal aan graanteelt gedaan werd. **Ruderale kruiden** kwamen waarschijnlijk voor op de site zelf of langs de wegen ernaartoe, waaronder de Romeinse weg. De pollenkorrels van waternavel, (water)munt en zeggen kunnen eveneens afkomstig zijn van de vegetatie in of langs de grachten langs deze weg. Ten slotte vermoeden we dat de schimmel *Alysidium resinae* groeide op het hout van de bekisting van de waterput. Conidia van deze zelfde schimmel werd eveneens massaal gevonden in een waterput met houten bekisting in Brecht (Storme et al. 2021b).



Figuur 5: Pollendiagram van de onderste laag van de vulling van waterputten S90 en S150. Boven: AP, midden: NAP, Onder: waterplanten, sporenplanten en non-pollen palynomorfen.

4.2 Resultaten macrobotanische analyse

ALGEMENE SAMENSTELLING

Tabel 4 toont ons de algemene samenstelling. Laag 11 van spoor 90 bevat naast hout vooral stroresten en ook verkoolde granen. Laag 12 van spoor 150 bevat naast hout veel bladfragmenten. Waarschijnlijk betreft het vooral bramen, gezien de talrijke aanwezigheid van bessen en doornen van deze struik.

Tabel 4: Algemene samenstelling van de twee geanalyseerde bulkstalen

Spoor Fractie		Zand	Zand/leemzand	Houtskool	Hout	Keiver	Mosfragmenten	Bladfragmenten	Wortelfragmenten	Stroresten	Blad/Bloemknoppen	Zaden s.l. (verkoold)	Zaden s.l. niet verkoold
S90	> 2 mm			x	xx	x		x	x	xxx		x	xx
	0,5 mm<...<2 mm	xx		x	xx	xx		x	xxx	xxx	x		xx
S150	> 2 mm		xx		xx	x	x	xxx	x		x		x
	0,5 mm<...<2 mm	xx			xx	xx	x	xxx			x		xx

x één of enkele
 xx regelmatig
 xxx veel tot zeer veel

De exacte resultaten bevinden zich in Tabel 5. Bij de zaden/vruchten of fragmenten ervan zijn er absolute aantallen vermeld. Indien nog herkenbare delen (fragmenten) gevonden zijn, werden deze aangeduid na een / . Indien er een * na het aantal staat, dan is dit aantal bekomen na extrapolatie. Van enkele planten zijn er sporadisch vegetatieve resten aanwezig. Daarvoor werd de afkorting sp (sporadisch) gebruikt.

GEKWEekte PLANTEN

Spoor 90 bevat enkele zaden van *Linum usitatissimum* (gekweekt vlas). Een aantal van die zaden zijn goed bewaard. Deze aantallen van **gekweekt vlas** zijn eerder laag; (tijdelijk) gebruik als vlasrootput lijkt daardoor niet waarschijnlijk.

Gekweekt vlas of lijnzaad wijst in het Nederlands op het dubbel gebruik van deze plant. Het was zowel een oliehoudend zaad als een vezelplant. Telen van vlas en verwerken is zowel prehistorisch, Romeins als middeleeuws. Het gekweekt vlas werd met de eerste boeren in het neolithicum ingevoerd.

Voor de bespreking van *Triticum* sp. (een tarwe) verwijzen we naar verkoolde planten. Granen worden wel slechts zelden als niet verkoold materiaal gevonden.

GEbruiksPLANTEN

Spoor 150 bevat veel pitten van *Rubus fruticosus* (**gewone braam**) en andere resten van *Rubus* sp. (braam/framboos). Waarschijnlijk is dit ook gewone braam. Gezien de massale aanwezigheid van (braam-)bladeren is dit gedeelte van de waterput grotendeels met resten van braam opgevuld. Van *Sambucus nigra* (**gewone vlier**) is slechts 1 exemplaar gevonden. Beide taxa verweren slechts zeer langzaam en worden dikwijls in grote hoeveelheden gevonden, wat hier alleen bij gewone braam het geval is. Spoor 90 bevat 1 nootje van *Corylus avellana* (**hazelnoot**).

Hazelaar, gewone vlier en braam/framboos komen en kwamen voor in het wild. Het valt niet uit te sluiten dat deze planten gekweekt of bij onderhoud van bossen en bosranden 'gespaard' werden om hun noten of bessen ter beschikking te hebben. *Sambucus nigra* en *Rubus fruticosus* kunnen ook via vogels aangevoerd zijn. We zouden kunnen stellen dat deze noten/bessen beschikbaar waren.

Tabel 5: Telresultaten van de twee geanalyseerde bulkstalen (botanische macroresten)

spoor		150	90	
laag		12	11	
aantal schaalpjes (2 mm < ...)		16	16	
aantal schaalpjes (2 mm < ... < 0,5 mm)		8	8	
ecologische groep				
Gekweekte planten				
NIET	<i>Linum usitatissimum</i>		4	Gekweekt vlas
	<i>Triticum</i> sp.		1	Tarwe
Wilde planten				
Gebruiksplanten				
R47	<i>Rubus fruticosus</i>	33/1		Gewone braam
	<i>Rubus</i> sp. (doorn)	15		Braam/Framboos
	<i>Rubus</i> sp.	12/9		Braam/Framboos
	<i>Sambucus nigra</i>	1		Gewone vlier
H43	<i>Corylus avellana (exocarp)</i>		1	Hazelaar
Overige wilde planten				
Waterplanten, evt. pionier				
W1,P2	<i>Callitriche</i> sp.		2	Sterrenkroos
W1,P2	<i>Ranunculus</i> subg. <i>Batrachium</i>	5	6	Waterranonkel
Natte gesloten, korte vegetatie of ruigte				
G2	<i>Mentha aquat./arv.</i>	2		Water/Akkermunt
R27	<i>Lycopus europaeus</i>	61/4	4	Wolfspoot
R2,G2	<i>Juncus effusus</i>	2	1	Pitrus
Vochtige tot droge gesloten, korte vegetatie				
G2,4	<i>Ranunculus repens/acris</i>		1	Kruipende/Scherpe boterbloem
G4	<i>Prunella vulgaris</i>	2		Gewone brunel
G47	<i>Carex</i> cf. <i>ovalis</i>	33		cf. Hazezegge
G47	<i>Leontodon autumnalis</i>	3		Vertakte leeuwentand
G48	<i>Rumex crispus</i> (perianth)	1		Kruizuring
	<i>Rumex</i> sp. (vrucht)	8	2	Zuring
G6	<i>Luzula campestris</i>	3		Gewone veldbies
G47	cf. <i>Dipsacus fullonum</i>	1		Grote kaardenbol
G6,4	<i>Hypericum perforatum</i>	28		Sint-Janskruid
G,H	<i>Hieracium</i> sp.	6/1		Havikskruid
G6,P2	<i>Stellaria gram./pal.</i>	2		Gras-/Zeegroene muur
GH,47	<i>Torilis japonica</i>	4		Heggedoornzaad
G61,41	<i>Calluna vulgaris</i> (bloemknop)		sp	Struikheide
Natte pionier, meestal zeer voedselrijk				
P28	<i>Bidens tripartita</i>		6	Veerdelig tandzaad
P28	<i>Bidens cernua</i>		6	Knikkend tandzaad
P28	<i>Bidens</i> sp.		2	Tandzaad
P28	<i>Persicaria lapatifolia</i>	6/1	37	Beklierde duizendknoop
P23	<i>Ranunculus flammula</i>	1	2	Egelboterbloem
G28	<i>Eleocharis pal./uni.</i>		2	Gewone/Slanke waterbies

Tabel 5 (vervolg): Telresultaten van de twee geanalyseerde bulkstalen (botanische macroresten)

spoor		150	90	
Vochtige tot droge pionier, voedselrijk				
P48	<i>Ranunculus sardous</i>	1		Behaarde boterbloem
P48	<i>Persicaria hydropiper</i>		88/137*	Waterpeper
P48	<i>Persicaria maculosa</i>		149*	Perzikkruid
R48	<i>Urtica dioica</i>	16	1	Grote brandnetel
P48	<i>Stellaria media</i>	2	5	Vogelmuur
P2,4	<i>Polygonaceae</i>	22/3	88/79*	Duizendknoopfamilie
P48tr	<i>Polygonum aviculare</i>	2	2	Varkensgras
P47	<i>Aethusa cynapium</i>	12		Hondspeterselie
R47	<i>Galeopsis tetrahit</i>	4		Gewone hennepnetel
P68	<i>Chenopodium album</i>	10	8	Melganzenvoet
	<i>Chenopodium sp.</i>	1		Ganzenvoet
P68	<i>Echinochloa crus-galli</i>	10/5	41/8*	Europese hanenpoot
P68	<i>Solanum nigrum</i>		5	Zwarte nachtschade
P67	<i>Spergula arvensis</i>		1/1	Gewone spurrie
P67	<i>Rumex acetosella</i>	26	2	Schapenzuring
Bomen en struiken				
H27	<i>Alnus glutinosa</i> (propje)	1		Zwarte els
H27	<i>Alnus glutinosa</i> (nootje)		1	Zwarte els
H42/H62	<i>Quercus robur/petraea</i> (takje)	1		Zomer/Wintereik
H47	<i>Prunus spinosa</i>	1		Sleedoorn
H4,2	<i>Rhamnus frangula</i>	1		Sporkehout
R6,H6	<i>Pteridium aquilinum</i>		sp	Adelaarsvaren
Niet verder te bepalen				
	<i>Carex sp.</i>			Zegge
	<i>Poaceae</i>	2		Grassenfamilie
	Indeterminavit	2	2	Niet te bepalen
Verkoolde planten				
Granen				
	<i>Cerealia</i>		16	Granen
	<i>Hordeum</i>		21	Gerst
	<i>Triticum sp.</i>		3	Tarwe
Wilde planten				
	<i>Fallopia convolvulus</i>		2	Zwaluwtong
	<i>Echinochloa crus-galli</i>		1	Europese hanenpoot
Dieren				
Bodemdieren				
	<i>Lumbricus terrestris</i> (eierkapsel)	9	3	Regenworm
Waterdieren				
	<i>Trichoptera</i>		10	Kokerjuffers
	<i>Daphnia pulex</i> (ephippium)		73*	Watervlo (ephippium)

ANDERE WILDE PLANTEN

Spoor 150 bevat nauwelijks waterplanten en ook weinig natte (meestal zeer voedselrijke) pioniers. Vergeleken met spoor 90 zijn de aantallen bij de vochtige tot droge (voedselrijke) pioniers hier meestal ook kleiner.

De groep van **vochtige tot droge, gesloten korte vegetatie** is bij spoor 150 sterk vertegenwoordigd, terwijl die bij spoor 90 nauwelijks aanwezig is. Bepaalde taxa zoals *Hypericum perforatum* (Sint-Janskruid) en *Hieracium* sp. (havikskruid) zijn goed vertegenwoordigd maar komen zelden in waterputten voor. Verder zijn er **meerdere bomen en struiken** aanwezig. Deze elementen en de **massale aanwezigheid** van resten van **braam** wijzen op een vegetatie die **niet zo actief betreden/gebruikt** werd door de bewoners. Misschien werd het materiaal van verder aangevoerd om de laagte van de opgegeven waterput te vullen. Of werd de laagte pas opgevuld nadat de waterput al enkele jaren niet meer in gebruik was?

Spoor 90 toont ons meer het beeld van een voedselrijke pioniervegetatie **vlak bij een waterput**. Deze bevat zowel planten van een natte vegetatie als van een matig droge tot droge vegetatie met **veel pioniers**. Enkele Polygonaceae (duizendknoopfamilie) met *Persicaria maculosa* (perzikkruid), *Persicaria lapatifolia* (beklierde duizendknoop) en *Persicaria hydropiper* (waterpeper) zijn in grote aantallen aanwezig, net zoals *Echinochloa crus-galli* (Europese hanenpoot). De **belangrijkste massa** van de opvulling bestaat evenwel uit **stro**. In de buurt zal er wel een **verwerking van granen** geweest zijn. Een verdere aanwijzing hiervoor zijn de **verkoolde** granen.

Enkele waterplanten, die evt. als pionier kunnen optreden en resten van waterdieren wijzen erop dat de laagte van spoor 90 –althans tijdelijk- water bevatte

VERKOOLD MATERIAAL

De **verkoolde granen** in spoor 90 zijn van **slechte kwaliteit**. Ze hebben het uiterlijk van pop-corn met overal gaten en langs alle kanten stukken eraf.

Een belangrijk deel ervan zijn onder de algemene naam *Cerealia* (granen) geplaatst. *Hordeum* sp. (**gerst; bedekte vorm**) was wel nog herkenbaar. Vermoedelijk werd gerst op ruime schaal gekweekt in onze streken in de Romeinse tijd.

De schaarse exemplaren van *Triticum* sp. (**een tarwe**) konden niet verder bepaald worden.

We **veronderstellen** dat (minstens het grootste deel van) het **graan ter plaatse verwerkt** werd. Aanwijzingen zijn de grote hoeveelheden stro en de aanwezigheid van enkele **verkoolde kruiden** zoals *Fallopia convolvulus* (zwaluw tong) en *Echinochloa crus-galli* (Europese hanenpoot) die als onkruid tussen het graan groeiden.

5 BESLUIT

Twee waterputten uit de opgraving te Maldegem Staatsbaan werden palynologisch en macrobotanisch geanalyseerd.

In **waterput S90** werden monsters uit laag 11 geanalyseerd. Deze laag was omringd door vlechtwerk en wordt op basis van aardewerk gedateerd in de metaaltijden. Het pollenspectrum verfijnt deze ouderdom, met een maximum van ca. 800 v.Chr., wat overeenkomt met ijzertijd of jonger. Verder wijzen de resultaten van de pollenanalyse op loofbos in de regio, met hazelaar en adelaarsvaren op meer lichtrijke plekken. Open vegetatie nam zeker in de directe omgeving van de site een belangrijk deel van het landschap in, met heide en grasland. Zowel pollen als macroresten (stro en verkoolde graankorrels) wijzen bovendien op de aanwezigheid van graan. Mogelijk waren er graanakkers in de omgeving, maar in elk geval werd graan lokaal verwerkt. Ook vlas werd mogelijk geteeld of verwerkt op de site. De massale aanwezigheid van zaden van pionierskruiden, uit zowel natte als drogere omgeving, wijst op een intensieve verstoring in de onmiddellijke omgeving van de put. Waterplanten zijn nauwelijks aanwezig, maar resten van watervlooien en kokerjuffers getuigen toch van water in de put.

In **waterput S150** werden monsters uit laag 12 geanalyseerd. Deze laag bevond zich binnen een vierkante houten bekisting en wordt op basis van dendrochronologie en aardewerk in de bovenliggende laag gedateerd in de 1^e of 2^e eeuw n.Chr. Hier zien we op basis van pollen dat het bos verder teruggedrongen is. Heide en grasland bleven de belangrijkste vormen van landgebruik in het open deel van het landschap. Vooral graslandplanten kwamen duidelijk veel voor in de onmiddellijke nabijheid van het woonerf. De indicatoren van nattere vegetaties kunnen afkomstig zijn van de grachten langs de Romeinse weg die hier vlakbij passeerde. Sporen van *Alysidium* wijzen op de groei van deze schimmel op het hout van de bekisting.

6 BIBLIOGRAFIE

- Beug H-J (2004) Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München
- Cappers RTJ, Bekker RM, Jans JEA (2012) Digitale zadenatlas van Nederland. Barkhuis Publishing and Groningen University, Groningen
- Grimm EC (2015) Tilia for windows: pollen spreadsheet and graphics program.
- Heynssens N, Malfliet L, Hoorne J (2021) Maldegem - Staatsbaan
- Knörzer KH (2009) Geschichte der synantropen Flora im Niederrheingebiet. Verlag Zabern
- Körber-Grohne U (1964) Bestimmungsschlüssel für Subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte. In: Haarnagel W (ed) Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet, Band 7. p 47
- Lambinon J, De Langhe JE, Delvosalle L, Vanhecke L (2004) Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden, 5e editie. Nationale plantentuin van België, Meise
- Moore PD, Webb JA, Collinson ME (1991) Pollen analysis. Blackwell Science, Oxford
- Runhaar J, Van Landuyt W, Groen C, et al (2004) Herziening van de indeling in ecologische soortengroepen in Nederland en Vlaanderen. Gorteria 30:12–26
- Shumilovskikh L (2020) Non-pollen palynomorphs. <http://nonpollenpalynomorphs.tsu.ru/>. Accessed 20 Mar 2020
- Storme A, Allemeersch L, Laloo P (2021a) Paleo-ecologisch assessment van twee waterputten en een gracht langs een Romeinse baan te Adegem. Assessment palynologie & macrobotanie Maldegem Staatsbaan (2021C3)
- Storme A, Scheltjens S, Bourgeois I (2021b) Potstallen en hun potentieel voor pollenonderzoek: Brecht-Ringlaan als testcase (prov. Antwerpen). Signa 10:145–161
- van Daalen S (2021) Maldegem - Staatsbaan Dendrochronologisch onderzoek
- Verbruggen C, Denys L, Kiden P (1996) Belgium. In: Berglund BE, Birks HJB, Ralska-Jasiewiczowa M, Wright HE (eds) Palaeoecological events during the last 15000 years: regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and mires in Europe. pp 553–574

7 BIJLAGE

Telgegevens pollen (aantallen en percentages)

	Tellingen		Percentages		
	Spoor 150	Spoor 90	Spoor 150	Spoor 90	
	Laag 12	Laag 11	Laag 12	Laag 11	
	GAP 204	GAP 202	GAP 204	GAP 202	
Bomen en struiken (droge grond)	77	131	18,5%	32,3%	
<i>Betula</i>	11	17	2,6%	4,2%	Berk
<i>Carpinus betulus</i>	1		0,2%		Haagbeuk
<i>Corylus avellana</i>	35	59	8,4%	14,5%	Hazelaar
<i>Fagus sylvatica</i>	1	6	0,2%	1,5%	Beuk
<i>Pinus sylvestris</i>	4	10	1,0%	2,5%	Den
<i>Quercus</i>	21	33	5,0%	8,1%	Eik
<i>Tilia</i>	3	3	0,7%	0,7%	Linde
<i>Ulmus</i>	1	3	0,2%	0,7%	Iep
Bomen en struiken (natte grond)	53	87	12,7%	21,4%	
<i>Alnus</i>	53	82	12,7%	20,2%	Els
<i>Salix</i>		5		1,2%	Wilg
Heideplanten	77	52	18,5%	12,8%	
<i>Calluna vulgaris</i>	77	51	18,5%	12,6%	Struikheide
<i>Vaccinium</i> type		1		0,2%	bosbes type
Kruiden	210	136	50,4%	33,5%	
Apiaceae	1	2	0,2%	0,5%	Schermbloemenfamilie
<i>Artemisia</i>	5		1,2%		Bijvoet
Asteraceae-Liguliflorae	9	1	2,2%	0,2%	Composietenfamilie (lintbloemigen)
Brassicaceae	1		0,2%		Kruisbloemenfamilie
Caryophyllaceae		1		0,2%	Anjerfamilie
<i>Centaurea jacea</i> type		1		0,2%	gewoon knoopkruid type
<i>Centranthus</i> /Dipsacaceae	1		0,2%		Spoorbloem/kaardebolfamilie
Cerealida type	5	6	1,2%	1,5%	Graan
Chenopodiaceae	2	1	0,5%	0,2%	GANZEVOETFAMILIE
Cyperaceae	4	10	1,0%	2,5%	Cypergrassenfamilie
<i>Lotus</i> type	1		0,2%		Rolklaver type
<i>Lythrum</i> (kleine PK)		1		0,2%	Kattenstaart
<i>Mentha</i> type	1	2	0,2%	0,5%	Munt type
<i>Persicaria maculosa</i> type		1		0,2%	Perzikkruide type
<i>Plantago lanceolata</i>	9	5	2,2%	1,2%	Smalle weegbree
Poaceae	125	91	30,0%	22,4%	Grassenfamilie
<i>Polygonum aviculare</i> type	1		0,2%		Gewoon varkensgras type
<i>Potentilla</i> type	5	2	1,2%	0,5%	Ganzerik type
Rosaceae undiff.		1		0,2%	Rozenfamilie
Rubiaceae		4		1,0%	Sterbladigenfamilie
<i>Rumex acetosa</i> type	40	7	9,6%	1,7%	Veldzuring type
Pollensom	417	406	100,0%	100,0%	
Waterplanten					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	2		0,5%		Gewone waternavel
Sporenplanten					
Filicales		3		0,7%	Varens met monoete sporen
<i>Pteridium aquilinum</i>	21	12	5,0%	3,0%	Adelaarsvaren
<i>Sphagnum</i>	2	3	0,5%	0,7%	Veenmos
Algen					
Type HdV-58 (Zygnemataceae)	1		0,2%		
Schimmelsporen					
EMA type 56 (<i>Alysidium resinae</i> conidia)	215		51,6%		
Type HdV-1 (<i>Gelasinospora</i> ascosporen)	1	2	0,2%	0,5%	
Type HdV-112 (<i>Cercophora</i> ascosporen)	7	1	1,7%	0,2%	
Type HdV-121 (ascosporen)		3		0,7%	
Type HdV-44 (<i>Ustilina deusta</i> ascosporen)		1		0,2%	
Type HdV-55 (Sordariaceae? sporen)	3		0,7%		
Overige schimmelsporen	29	38	7,0%	9,4%	
indeterminata	27	23	27	23	
Pollenconcentratie (korrels/mm ³)	258,99326	302,1	258,99326	302,1	
Bewaring (score 1-5)	3	3	3	3	
Houtskoolconcentratie (fragm./mm ³)	1778	2870	1778	2870	

