



*Rapport natuurwetenschappelijk onderzoek 2024-21*

# LOKEREN ZELESTRAAT

ASSESSMENT PALYNOLOGIE, MACROBOTANIE

ANALYSE PALYNOLOGIE, MACROBOTANIE

2023E144

Lokeren, Oost-Vlaanderen

RUBEN WILLAERT NV

8200 SINT-MICHIELS-BRUGGE

TEN BRIELE 14 | BUS 15

AUTEUR:

Luc Allemeersch, Annelies Storme

© Ruben Willaert NV, Sint-Michiels-Brugge, 2024

Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Ruben Willaert NV. Ruben Willaert NV aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

# INHOUDSTAFEL

INHOUDSTAFEL	3
1. INLEIDING	4
2. MATERIAAL	6
3. METHODE	8
3.1 Methode palynologisch onderzoek	8
3.2 Methode macrobotanisch en molluskenonderzoek	8
4. RESULTATEN	11
4.1.1 Resultaten palynologisch assessment	11
4.1.2 Resultaten palynologische analyse	11
4.1.3 Resultaten macrobotanisch assessment	15
4.1.4 Resultaten macrobotanische analyse	16
5. BESLUIT	20
BIBLIOGRAFIE	20

# 1. INLEIDING

Bij een opgraving te Lokeren Zelestraat door De Logi & Hoorne bv werden onder andere meerdere waterputten met houten bekisting aangetroffen. Dendrochronologisch onderzoek op een boomstamwaterput en de planken van twee andere waterputten plaatst alle drie deze sporen in de 11<sup>e</sup> eeuw n.Chr. Ruben Willaert nv is aangesteld om de vulling van deze waterputten palynologisch en macrobotanisch te onderzoeken.

**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 de 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 -kuilen. De determinatie en telling van pollen en sporen uit dergelijke afzettingen laat toe om de vegetatiesamenstelling in en rond de kuil zelf en in de wijdere omgeving van de site te reconstrueren.

**Botanische macrorestenonderzoek** omvat de studie van plantenresten, meestal zaden, maar ook vruchten, bladeren, takjes, stengels, etc. De bewaring van macrobotanische resten wordt vooral bepaald door de ligging t.o.v. de huidige of evt. de vroegere watertafel (Tabel 1). Indien deze resten na afzetting (zo goed als) ononderbroken onder de watertafel blijven liggen, kunnen ze gedurende eeuwen en zelfs meerdere millennia goed tot zeer goed bewaard blijven. 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 ( $O_2$ ) 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 (zie tabel 1).

*Tabel 1: Bewaring van macroresten in relatie tot de watertafel en zuurtegraad.*

Bodemtype	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

Door te bepalen van welke plantentypes deze resten afkomstig zijn, kan de lokale vegetatie op de bemonsterde locatie gereconstrueerd worden en kunnen menselijke activiteiten opgespoord worden. Als het gaat om het herkennen van gewassen, bieden macroresten meer taxonomisch detail dan pollen. Op die manier vullen de studies van microscopische en macroscopische plantenresten elkaar goed aan: ze leveren samen een beeld op van de

regionale en lokale vegetatieontwikkeling tijdens afzetting. Daarnaast zijn botanische macroresten van terrestrische planten geschikt als materiaal voor  $^{14}\text{C}$ -datering.

Het **doel van dit onderzoek** is enerzijds om aan de hand van een assessment te bepalen wat het **potentieel** is van de vulling van een drietal waterputten uit de volle middeleeuwen voor pollen- en macrorestenonderzoek. Waar dit mogelijk is, wordt een selectie van stalen volledig geanalyseerd om **vegetatie- en opvullingsgeschiedenis** te **reconstrueren**.

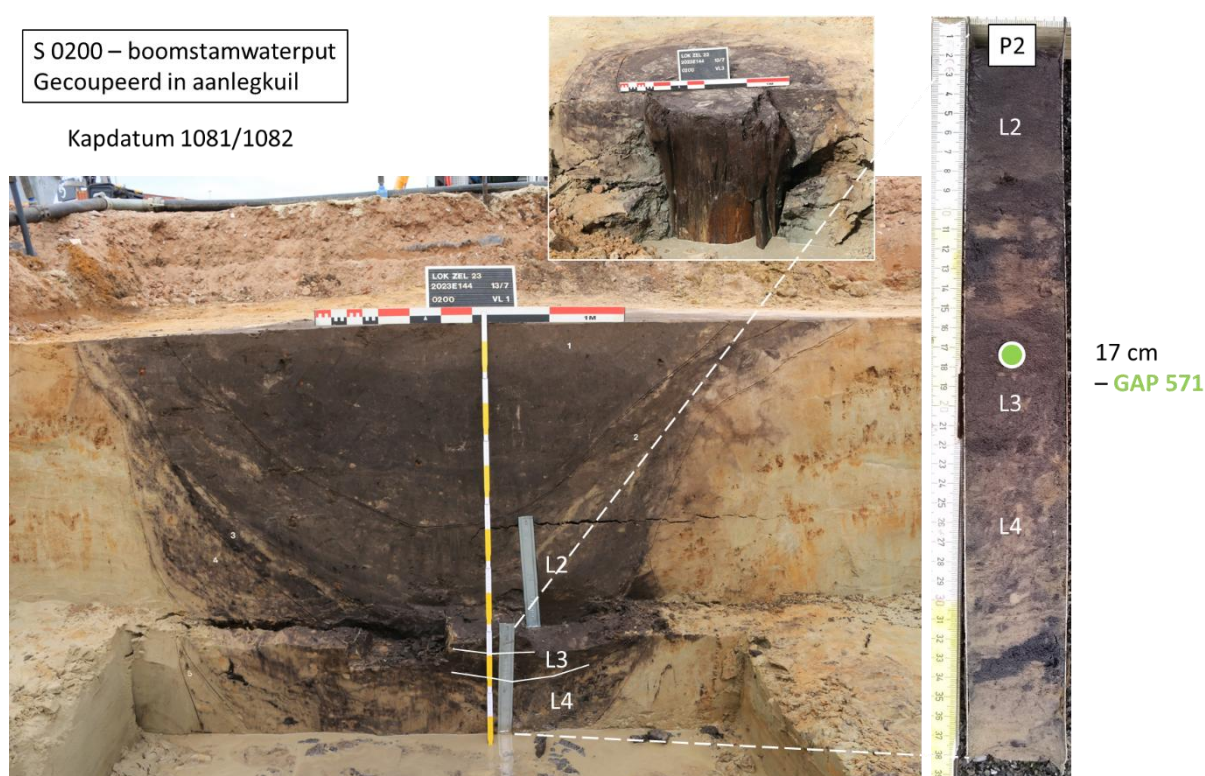
## 2. MATERIAAL

De bestudeerde stalen zijn afkomstig van de aanlegkuil van en boomstamwaterput (S200) en van de vulling van twee vierkante waterputten met een bekisting van horizontale houten planken (S280 en S281). Alle drie de bestudeerde sporen dateren op basis van dendrochronologisch onderzoek uit de 11<sup>e</sup> eeuw n.Chr (Tabel 2).

Tabel 2: Substalen voor paleo-ecologisch onderzoek en datering.

Spoor	Aard	Datering	Laag	Palynologie			Macrobotanie
				Staal	Diepte	Residunr.	Staal
S200	aanlegkuil van boomstamwaterput	kapdatum 1081/1082 AD	L3	P2	17 cm	GAP 571	-
S280	vierkante waterput met houten planken	kapdatum 1060/1061 AD	L4	P1	11,5 cm	GAP 572	-
			L3	P2	39 cm	GAP 573	x
			L4	-	-	-	x
S281	vierkante waterput met houten planken	kapdatum 1041/1042 AD	-	P1	12 cm	GAP 574	x
			-		29 cm	GAP 575	x

In S200 werd één substaal voor palynologisch onderzoek genomen (Figuur 1). De roestige kleur van het sediment doet reeds een slechtere bewaring vermoeden. In S280 en S281 werden telkens twee macrorestenstalen en twee substalen voor palynologisch onderzoek uit de basis van de vulling bestudeerd (Figuur 2, Figuur 3).

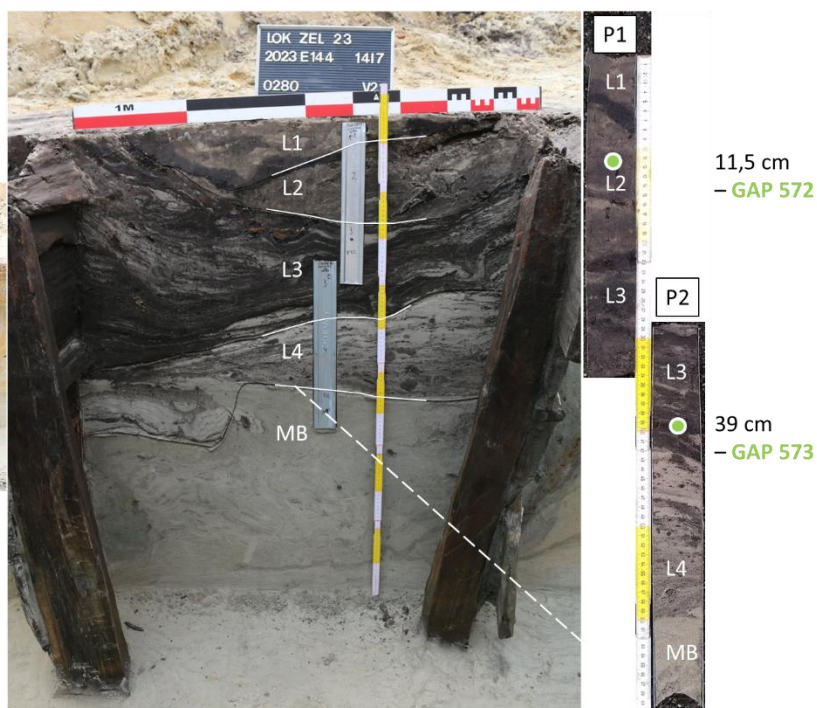


Figuur 1: Coupe door de aanlegkuil van boomstamwaterput S200 en locatie van het substaal voor palynologisch onderzoek.



S 0280 – vierkante waterput  
met horizontale planken

Kapdatum 1060/1061



Figuur 2: Coupe door de basis van de vulling van waterput S280 en locatie van de substalen voor palynologisch onderzoek.

S 0281 – vierkante waterput  
met horizontale planken

Kapdatum 1041/1042



Figuur 3: Coupe door de basis van de vulling van waterput S281 en locatie van de substalen voor palynologisch onderzoek.

### 3. METHODE

#### 3.1 Methode palynologisch onderzoek

##### **VOORBEREIDING**

De 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.

##### **ASSESSMENT**

De geprepareerde residu's werden bekeken met een lichtmicroscop op 400x vergroting. Voor assessment werd de **pollenconcentratie** ingeschat op basis van de verhouding pollen/*Lycopodium*-sporen. De **kwaliteit van bewaring** werd geëvalueerd door een steekproef van 10 korrels te scoren op een schaal van 1 (zeer slecht) tot 5 (uitstekend) en hiervan het gemiddelde te berekenen. Op basis van de scores voor concentratie en bewaring wordt een inschatting gemaakt van de **haalbaarheid** van analyse.

Een beperkte telling van palynomorfen, inclusief pollen, sporen en non-pollen palynomorfen (Beug, 2004; Moore et al., 1991; Shumilovskikh, 2022), laat vervolgens toe om de frequentie van de **voornaamste groepen** in te schatten (boompollen (AP), kruidenpollen (NAP), pollen van waterplanten, plantensporen, schimmelsporen en houtskool) en eventuele **dominante taxa** te identificeren. Deze waarnemingen worden weergegeven in tabelvorm.

##### **ANALYSE**

In de stalen die geselecteerd werden voor analyse, werd een telling uitgevoerd van ca. 400 pollenkorrels (natte + droge vegetatie). 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). De getelde taxa (pollen, sporen, non-pollen palynomorfen) worden in tabelvorm weergegeven 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).

Verder werd voor elk preparaat de **pollenconcentratie** berekend op basis van het aantal getelde *Lycopodium*-sporen. Op die manier werd ook de **concentratie microhoutskool-fragmenten** (> 10 µm) bepaald op basis van de verhouding microhoutskool/pollensom.

#### 3.2 Methode macrobotanisch onderzoek

##### **VOORBEREIDING**

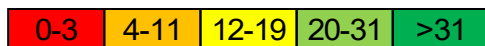
De macrorestenmonsters werden gezeefd met kraantjeswater onder lage druk op zeven van **2 mm** en **0,5 mm**.



## ASSESSMENT

Een beperkte hoeveelheid van het gezeefde materiaal wordt bekeken in petri-schaaltjes (Ø 9 cm) onder een binoculaire loep met een vergroting 10 x voor de kleinste fractie en 8 x voor de grotere fracties. De hoeveelheid materiaal die bekeken wordt, is afhankelijk van de hoeveelheid materiaal die ter beschikking is en de aanwezige variatie. Stalen met veel variatie kunnen reeds na één schaalte als voldoende rijk ingeschat worden.

Bij het assessment wordt gekeken of er nog botanisch materiaal macroscopisch herkenbaar is en in hoeverre het materiaal voldoende verscheiden is om tot een analyse over te gaan. De **botanische rijkdom** van een monster wordt bepaald aan de hand van het **aantal taxa** dat in het monster aanwezig is. Hogere taxonomische eenheden (bijvoorbeeld genera of families) worden uitsluitend meegeteld indien er geen lagere taxa in het monster aanwezig zijn die hier onderdeel van uitmaken. Resten waarvan wordt vermoed dat ze van (sub)recente ouderdom zijn, worden buiten beschouwing gelaten. Op deze wijze wordt het betreffende monster ingedeeld in één van de volgende vijf categorieën:



Naast het totaal aantal taxa, worden ook aantallen genoteerd voor enkele groepen. Een eerste opsplitsing wordt gemaakt tussen **gekweekte** planten en **wilde** planten. Verder is er een onderscheid gemaakt tussen onverkoolde plantenresten en verkoolde plantenresten. Sommige wilde planten worden door de mens veel gebruikt; in dit geval spreken we ook van **gebruiksplanten**, naast de gekweekte planten. Bij de verkoolde plantenresten vormen de **granen** een categorie **apart**.

## ANALYSE

Bij de macrobotanische analyse wordt materiaal onderzocht tot er nog nauwelijks nieuwe taxa gevonden worden. Telkens worden er 2 petrischaaltjes (Ø 9 cm) bij materiaal tussen 0,5 en 2 mm en één plastic-bakje van 15 cm x 10 cm voor materiaal grover dan 2 mm onderzocht. Bij deze analyse werden er vanaf 6 petrischaaltjes en 3 plastic bakjes nog nauwelijks nieuwe taxa bij gevonden (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

*Fig. 4: Aantal taxa botanische macroresten (cumulatief) in de beide sporen per bijkomend geanalyseerd schaatje.*

Voor de **determinatie** van **zaden en vruchten** is gebruik gemaakt van de 'Digitale Zadenatlas' (Cappers et al. 2012) en de 'synantropische flora van de *Niederrhein*' (Knörzer 2009). Er is ook gebruik gemaakt van een collectie van recente zaden en vruchten, aanwezig bij Ruben Willaert nv. Voor de naamgeving (zowel de wetenschappelijke namen als de Nederlandse) is nomenclatuur van de Belgische flora overgenomen (Lambinon et al. 2004).

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 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

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			

De **hoofdletter** verwijst naar de **vegetatiestructuur**. Het **1<sup>e</sup> cijfer** verwijst naar de **vochttoestand** en het **2<sup>e</sup> 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.

Bij zaden en vruchten wordt het exacte aantal vermeld. Bij fragmenten, kleiner dan de helft noteerden we ../x. Soms werden de categorieën **10-en** (tientallen) en **100-en** (honderden) gebruikt bij de grote of massale aanwezigheid van een taxon.

Bij vegetatieve resten (= niet de zaden/vruchten) gebruiken we een Tansley-schaal: **sp**(oradisch), **oc**(casioneel), **fr**(equent), **ab**(undant en **dom**(inant).

## 4. RESULTATEN

### 4.1.1 Resultaten palynologisch assessment

In **boomstamwaterput S200** bleek de bewaring erg slecht. Ondanks de hoge pollenconcentratie wordt een analyse hier niet aangeraden.

De beperkte telling toonde *Alnus* (els) als dominant pollentype. Dit kan beïnvloed zijn door de slechte bewaring, aangezien de korrels van *Alnus* door hun dikke wand en karakteristieke morfologie goed herkenbaar blijven, ook bij een sterke mate van oxidatie.

In **waterput S280** is de concentratie hoog tot zeer hoog. De bewaring is matig in de basis en zeer goed in het bovenliggende substaal. Beide niveaus uit dit spoor zijn analyseerbaar, maar als er gekozen moet worden, dan verdient het staal met de beste bewaring (L4) de voorkeur.

In het onderste staal ligt de klemtoon meer op boomtaxa, terwijl Poaceae (grassen) domineren in het bovenste staal. Opvallend in dit laatste staal is de grote aanwezigheid van *Mentha* type.

In **waterput S281** werd de concentratie als matig tot hoog ingeschat. Dit is in beide gevallen voldoende voor analyse. Hier is de bewaring het best in het onderste van de twee substalen. Opnieuw zijn beide niveaus analyseerbaar. Hier wordt analyse van het onderste substaal aangeraden op basis van de betere bewaring.

Beide spectra uit S281 worden gedomineerd door AP (boompollen), met in de eerste plaats *Quercus* (eik), gevolgd door *Alnus* (els).

Tabel 4: Resultaten van palynologisch assessment

Spoor	Residu-nummer	Haalbaarheid						Inhoud							Cultuur-gewassen
		Geschatte concentratie	Geschatte bewaring	HK	Sediment	OM	Analyse haalbaar?	AP	Heide	NAP	Plantensporen	Schimmelsporen	Andere NPP's	Dominante taxa	
S200	GAP 571	hoog	slecht	+	++	+	nee	++	+	+	+	0	0	<i>Alnus</i>	-
S280	GAP 572	zeer hoog	zeer goed	++	+	++	ja	++	+	+++	0	+	0	<i>Poaceae, Mentha</i> type	-
	GAP 573	hoog	matig	++	++	++	evt	++	+	++	0	+	+	<i>Corylus, Calluna, Alnus</i>	Cerealìa
S281	GAP 574	matig	matig	+	+	+++	evt	+++	0	++	+	+	+	<i>Quercus, Alnus, Poaceae, schimmelsporen, HdV-128</i>	Cerealìa
	GAP 575	hoog	eerder goed	+	+	+++	ja	+++	+	+	+	+	+	<i>Quercus, Alnus</i>	-

### 4.1.2 Resultaten palynologische analyse

De twee stalen met beste bewaring werden geselecteerd voor analyse. Het gaat om GAP 575, een substaal uit waterput S281, genomen op ca. 5 cm boven de basis van de vulling en GAP 572, een substaal uit waterput S280, genomen in L2, op een kleine 50 cm boven de basis van de vulling. S280 is op basis van de kapdatum van het bekistingshout een 20-tal jaar jonger gedateerd dan S281. Aangezien het staal uit S280 bovendien hoger in de vulling genomen is, mogen we ervan uitgaan dat het pollenspectrum in GAP 572 enkele decennia jonger is dan dat uit GAP 575.

Het staal uit S280 (GAP 572) bevat veel *Mentha* (munt) type, inclusief clusters pollen. Dit wijst op de inclusie van één of meerdere meeldraden en/of bloempjes in het staal, waardoor we ervan uit mogen gaan dat dit type van lokale oorsprong is. De grote hoeveelheid *Mentha* pollen vertekent echter de percentages van de regionale vegetatie, waardoor besloten is om voor beide spectra de kruiden van natte grond (moeras- en oeverplanten, incl. *Mentha* type) buiten de pollensom te houden.

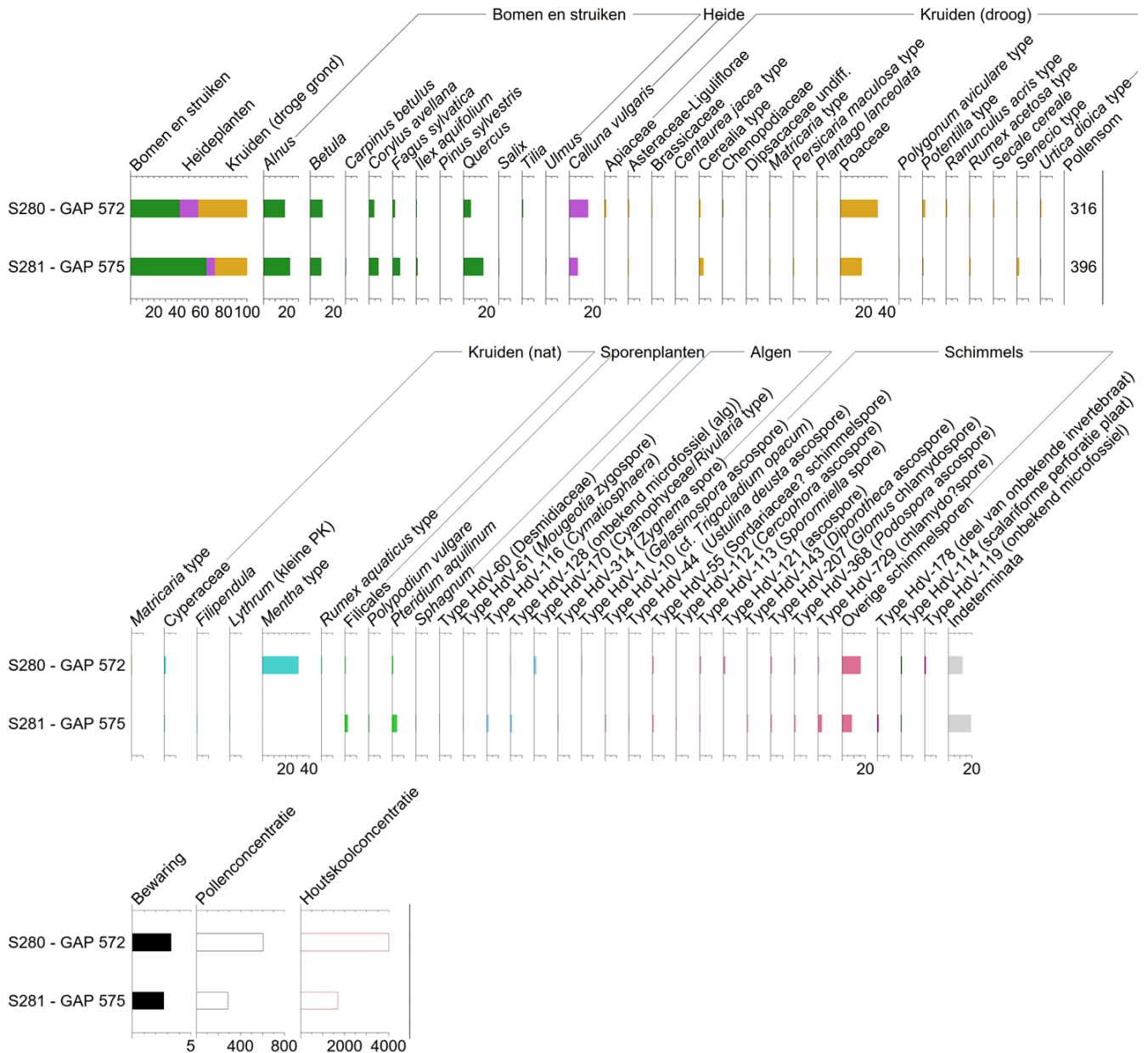
De telresultaten en percentages worden weergegeven in Tabel 5 en in diagramvorm voorgesteld in Figuur 4.

Tabel 5: Resultaten van palynologische analyse van twee stalen: getelde aantallen en percentages.

	Lokeren Zelestraat				
	Aantallen		Percentages		
	S280	S281	S280	S281	
	GAP 572	GAP 575	GAP 572	GAP 575	
Totaal pollen (excl. natte kruiden)	316	305	100,0%	100,0%	
Bomen en struiken (droog)	76	168	24,1%	55,1%	
Betula	33	37	10,4%	12,1%	berk
Carpinus betulus		1	0,0%	0,3%	haagbeuk
Corylus avellana	14	32	4,4%	10,5%	hazelaar
Fagus sylvatica	6	25	1,9%	8,2%	beuk
Ilex aquifolium	1	4	0,3%	1,3%	hulst
Pinus sylvestris		1	0,0%	0,3%	grove den
Quercus	20	67	6,3%	22,0%	eik
Tilia	2		0,6%	0,0%	linde
Ulmus		1	0,0%	0,3%	iep
Bomen en struiken (nat)	58	91	18,4%	29,8%	
Alnus	58	90	18,4%	29,5%	els
Salix		1	0,0%	0,3%	wilg
Heideplanten	50	28	15,8%	9,2%	
Calluna vulgaris	50	28	15,8%	9,2%	struikhei
Kruiden (droog)	132	109	41,8%	35,7%	
Apiaceae	4		1,3%	0,0%	schermbloemenfamilie
Asteraceae-Liguliflorae	2	1	0,6%	0,3%	composietenfamilie (lintbloemig)
Brassicaceae	1		0,3%	0,0%	kruisbloemenfamilie
Centaurea jacea type		1	0,0%	0,3%	knoopkruid type
Cerealia type	4	15	1,3%	4,9%	graan type
Chenopodiaceae	2		0,6%	0,0%	ganzenvoetfamilie
Dipsacaceae undiff.	1	1	0,3%	0,3%	kaardebolfamilie
Matricaria type	1	1	0,3%	0,3%	kamille type
Persicaria maculosa type		2	0,0%	0,7%	perzikkruid type
Plantago lanceolata	1	1	0,3%	0,3%	smalle weegbree
Poaceae	101	72	32,0%	23,6%	grassenfamilie
Polygonum aviculare type		1	0,0%	0,3%	gewoon varkensgras
Potentilla type	7	3	2,2%	1,0%	ganzerik type
Ranunculus acris type	2		0,6%	0,0%	scherpe boterbloem type
Rumex acetosa type	1	3	0,3%	1,0%	veldzuring type
Secale cereale	2		0,6%	0,0%	rogge
Senecio type	1	7	0,3%	2,3%	kruiskruid type
Urtica dioica type	2	1	0,6%	0,3%	grote brandnetel type

Tabel 5 (vervolg).

	Lokeren Zelestraat				
	Aantallen		Percentages		
	S280 GAP 572	S281 GAP 575	S280 GAP 572	S281 GAP 575	
Overige pollen en plantensporen					
Kruiden (moeras en oever)	104	4	32,9%	1,3%	
Cyperaceae	4	2	1,3%	0,7%	cypergrassenfamilie
Filipendula		1	0,0%	0,3%	spirea
Lythrum (kleine PK)		1	0,0%	0,3%	kattenstaart (kleine pollenkorrel)
Mentha type	98		31,0%	0,0%	munt type
Rumex aquaticus type	2		0,6%	0,0%	paardenzuring type
Indeterminata	38	77	12,0%	25,2%	indeterminata
Sporenplanten	4	31	1,3%	10,2%	
Filicales	2	11	0,6%	3,6%	varens met monoete sporen
Polypodium vulgare		2	0,0%	0,7%	eikvaren
Pteridium aquilinum	2	17	0,6%	5,6%	adelaarsvaren
Sphagnum		1	0,0%	0,3%	veenmos
Non-pollen palynomorfen (NPP's)					
Algen/eencelligen	6	16	1,9%	5,2%	
Desmidiaceae		1	0,0%	0,3%	Type HdV-60
Mougeotia zygospore		1	0,0%	0,3%	Type HdV-61
Cymatiosphaera		6	0,0%	2,0%	Type HdV-116
onbekend microfossiel (alg)	1	5	0,3%	1,6%	Type HdV-128
Cyanophyceae/Rivularia type	5		1,6%	0,0%	Type HdV-170
Zygnema spore		3	0,0%	1,0%	Type HdV-314
Dierlijke resten	0	4	0,0%	1,3%	
deel van onbekende invertebraat		4	0,0%	1,3%	Type HdV-178
Plantenresten	2	1	0,6%	0,3%	
scalariforme perforatie plaat	2	1	0,6%	0,3%	Type HdV-114
Schimmels	64	60	20,3%	19,7%	
Gelasinospora ascospore	1		0,3%	0,0%	Type HdV-1
cf. Trigocladium opacum		2	0,0%	0,7%	Type HdV-10
Ustilina deusta ascospore		1	0,0%	0,3%	Type HdV-44
Sordariaceae? schimmelspore	3	3	0,9%	1,0%	Type HdV-55
Cercophora ascospore		1	0,0%	0,3%	Type HdV-112
Sporormiella spore	2	1	0,6%	0,3%	Type HdV-113
ascospore	4		1,3%	0,0%	Type HdV-121
Diporotheca ascospore		2	0,0%	0,7%	Type HdV-143
Glomus chlamydospore	2	3	0,6%	1,0%	Type HdV-207
Podospora ascospore	1	2	0,3%	0,7%	Type HdV-368
chlamydo?spore	1	12	0,3%	3,9%	Type HdV-729
Overige schimmelsporen	50	33	15,8%	10,8%	Overige schimmelsporen
Overige NPP's	3	0	0,9%	0,0%	
Onbekend microfossiel	3		0,9%	0,0%	Type HdV-119
Concentratie en bewaring					
Bewaring	3,3	2,7	3,3	2,7	score op schaal 1-5
Lycopodium -sporen (exoot)	11	20	3,5%	6,6%	aantal sporen
Aantal Lycopodium -tabletten	1	1	1	1	14285 sporen per tablet
Volume substaal	0,9	1	0,9	1	cm³
Pollenconcentratie	606,0	285,7	606,0	285,7	korrels per mm³
Houtskoolconcentratie	4017	1679	4017	1679	fragmenten per mm³



Figuur 4: Pollendiagram van de twee geanalyseerde stalen uit waterputten S280 en S281.

Beide stalen vertonen een combinatie van boselementen, kruiden en in mindere mate heideplanten. De verhoudingen verschillen echter: in het staal uit S281 domineert het AP (boompollen), terwijl in S280 grassen en heideplanten een belangrijker aandeel hebben.

Bij de **bomen en struiken** zien we in beide stalen gelijkaardige percentages voor *Alnus* (els) en *Betula* (berk), terwijl in S281 vooral *Quercus* (eik) en *Fagus* (beuk) beduidend frequenter aanwezig zijn. Ook *Corylus* (hazelaar), *Carpinus* (haagbeuk) en *Ilex* (hulst) zijn in het onderste spectrum meer aanwezig. Dit wijst vooral in het staal uit S281 op de nabijheid van een eiken-beukenbos. Aangezien beide sporen dicht bij elkaar gelegen zijn, mogen we ervan uitgaan dat het verdwijnen van dit sterke signaal van eiken-beukenbos in S280 te relateren is aan een werkelijke achteruitgang van het bos. Het lijkt erop dat er in de decennia na 1040 n.Chr. flink wat bos gekapt is in de omgeving van de site.

Deze achteruitgang van bos speelt in het voordeel van **heidevelden** (hier vertegenwoordigd door *Calluna vulgaris*, struikhei), en **grasland** (cf. Poaceae, grassen). Naast grassen en kleine hoeveelheden van enkele graslandkruiden en ruderalen, komt ook Cerealia (graan) type voor. In S281, het staal met meer bosrijk signaal, gaat het om 5%, wat wijst op het **telen en/of verwerken (dorsen) van graan** in de directe omgeving. In S280 is het percentage graan veel lager (1%) en lijkt het land minder intensief bewerkt, of werd graan niet meer lokaal gedorst.

**Kruiden van natte grond** zijn slechts sporadisch aanwezig, met uitzondering van *Mentha* (munt) type. Zoals hierboven reeds aangehaald, wordt dit geïnterpreteerd als afkomstig van een meeldraad/bloem in het sediment. Het lijkt aannemelijk dat deze plant ook in de directe omgeving groeide.

Bij de **sporenplanten** zien we hogere percentages in het staal uit S281. Het gaat om verschillende varensoorten, die voornamelijk voorkomen in bos(rand)-milieu. Dit sluit aan bij het hogere AP in GAP 575.

Beide stalen bevatten lage percentages **algen**, die we kunnen interpreteren als afkomstig uit de waterput zelf. Bij de **schimmels** gaat het om redelijk hoge percentages (ca.20%). Type HdV-729, van onbekende oorsprong, is aanwezig met 4% in het staal uit S281. Het merendeel van de schimmelresten werd niet verder geïdentificeerd. Toch tonen de lage percentages van ruim 10 verschillende schimmeltypes aan dat de variatie groot is. Het gaat enerzijds om types die afkomstig zijn van verschillende substraten, zoals mest (vb. HdV-113), heide (vb. HdV-10), houtskool (vb. HdV-1) en hout (vb. HdV-44). Hout (cf. bekisting) en houtskool (cf. microhoutskool) waren inderdaad aanwezig in de waterputten. De mestschimmels wijzen op een beperkte vervuiling van het water.

#### 4.1.3 Resultaten macrobotanisch assessment

Drie van de vier zeefresidu's bleken, met ca. 30 verschillende taxa per staal, (zeer) geschikt voor macrobotanische analyse. Een vierde staal, dicht bij de moederbodem van S281, leverde nauwelijks macroresten op.

Tabel 6: Resultaten van macrobotanisch assessment

Spoor	Laag	fractie >2 mm	fractie 0,5-2 mm	# taxa					Geschikt voor analyse?	Geschikt voor 14C-datering?	Gekweekt			Gebruikt			
		# bakjes 15cm x 10cm	# schaaftjes Ø 9cm	gekweekt (onverkoold)	granen (verkoold)	gebruik (onverkoold)	wilde planten (onverkoold)	Totaal			Vlas	Wouw	Gerst	Gewone braam	Hazelaar	Okkemoot	Pruim/kers
S280	L3	3	3	2		3	23	28	ja	ja	x	x		x	x		x
	L4	3	3	1	1	2	27	31	ja	ja		x	x	x	x		
S281	onderste laag	3	3	1		2	29	32	ja	ja	x				x	x	
	onderaan MB	1 (all)	1 (all)				2	2	neen	neen							



#### 4.1.4 Resultaten macrobotanische analyse

Analyse werd uitgevoerd op het bovenste van de twee stalen uit S280 (L3) en uit S281 (basis van de vulling).

**Gekweekte planten** zijn met meerdere taxa vertegenwoordigd: in beide stalen is een fragment van *Linum usitatissimum* (gekweekt vlas) gevonden.

##### **Gekweekt vlas in de middeleeuwen**

In de domaniale economie – in de Karolingische periode – werd het vlas op het domein ook ter plaatse verwerkt. Het volledig vlasbedrijf, van de geoogste vezels tot gebleekt lijnwaad, vormde een belangrijke tak van de domaniale economie. De (domein-)heer stond hier in voor de kleding van het domaniaal gezin, en dit naargelang de rang en de prestaties van elk lid.

In de volle en late middeleeuwen is de teelt belangrijk en is er een verwerking op het platteland. Er is immers een monopolie op de lakennijverheid, die wol verwerkt in de Vlaamse steden (Lindemans, 1952). Door zelf linnen te verwerken zijn er meer inkomensmogelijkheden op een klein landbouwooppervlak in het dicht bevolkt Vlaams platteland in de volle en late middeleeuwen. Het spinnen gebeurde binnen de familie; het weven zelf gebeurde door ambachtslui.

In de middeleeuwen werden vooral de vezels van het vlas in Vlaanderen voor het linnen gebruikt en in mindere mate werden de zaden voor de productie van olie gebruikt.

Laag 3 van spoor 280 bevat meerdere exemplaren van *Reseda luteola* (wouw)

##### **Wouw als verfplant**

Wouw is een plant uit het Middellandse Zeegebied. Nu komt deze plant wild voor op spoorwegterreinen en andere, deels versteende gronden of zandige gronden die snel opwarmen. De plant was zeker in de **Romeinse tijd** reeds aanwezig in onze streken, misschien zelfs eerder. Zo vermeldt Knörzer (2009) tweemaal zoveel stalen met wouw voor de Romeinse tijd, vergeleken met de middeleeuwen.

In de **middeleeuwen** werd die in onze streken **veel gekweekt** voor het verven van textiel. Volgens Lindemans (1952) was wouw de voornaamste en meest gekweekte verfplant. Deze werd wellicht het meest **gebruikt** om het **gewone linnen** te verven. Het zorgde voor een eerder dof geel, overgaand naar bruin of olijfgroen.

Wouw is archeobotanisch nog gevonden in steden met veel textielactiviteiten of bij productieplaatsen van textiel. Wouw is een plant waarvan het blad en de stengel een gele kleurstof leveren. De verwerking van **gedroogde wouw**, zelfs als die geoogst wordt vóór het rijpen der zaden, hetgeen gebruikelijk is bij gebruik voor verfdoeleinden, resulteert in een **explosieve verspreiding** van zaden. De zaden zelf spelen geen rol in de ververij. Pas in de loop van de 19<sup>e</sup> eeuw worden de verfstoffen uit planten vervangen door chemische producten.

Tabel 7: Resultaten van macrobotanische analyse

Lokeren-Zelestraat 2023 E144				
spoor		280	281	
laag		3	onder.	
aard/context		WP	WP	
aantal petri-schaaltjes ( < 2 mm )		3	3	
aantal petri-schaaltjes (2 mm < ... < 0,5 mm)		6	6	
ecologische groep				
<b>Gekweekte planten</b>				
n.v.t.	<i>Linum usitatissimum</i> (zaad)	-/1	-/1	Gekweekt vlas
n.v.t.	<i>Juglans regia</i>		-/1	Okkernoot
n.v.t.	<i>Reseda luteola</i>	11		Wouw
n.v.t.	<i>Prunus domestica</i>	1		Pruim
n.v.t.	<i>Nepeta cataria</i>	12		Kattenkruid
<b>VERKOOLD</b>				
	<i>Secale cereale</i>		1	Rogge
<b>Wilde planten</b>				
<b>Gebruiksplanten</b>				
R47	<i>Rubus fruticosus</i>	7	3	Gewone braam
R47	<i>Rubus</i> sp.	-/1	-/5	Braam/Framboos
R47	<i>Rubus</i> sp. (doorn)	2		Braam/Framboos
H6,4	<i>Corylus avellana</i>	-/2	1/8	Hazelaar
H42	<i>Mespilus germanica</i>		1	Mispel
<b>Planten van ondiep water, oever en natte graslanden</b>				
W1,P2	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1		Grote waterweegbree
W, P	<i>Ranunculus</i> subg. <i>Batrachium</i>		10-en	Waterranonkel
W18	<i>Ranunculus sceleratus</i>	2	1	Blaartrekkende boterbloem
G28	<i>Eleocharis pal./uni.</i>	5		Gewone/Slanke waterbies
G28	<i>Rumex conglomeratus</i> (peri.)		5	Kluwenzuring
G23	<i>Mentha aqua./arv.</i>		4	Water-/Akkermunt
<b>Planten matig natte tot droge graslanden</b>				
G4,2	<i>Ranunculus repens/acris</i>	2	5	Kruipende/Scherpe boterbloem
G47	<i>Leontodon autumnalis</i>		2	Vertakte leeuwentand
<b>Pioniers van natte, voedselrijke gronden</b>				
P28	<i>Bidens</i> sp.		7	Tandzaad
P28	<i>Bidens cernua</i>	25/6		Knikkend tandzaad
P28	<i>Persicaria lapathifolia</i>	10-en	3	Beklierde duizendknoop
P28	<i>Persicaria hydropiper</i>		10-en	Waterpeper

spoor		280	281	
laag		3	onder.	
Pioniers van matig natte, voedselrijke gronden				
P48	<i>Sonchus asper</i>	17		Gekroesde melkdistel
P48	<i>Sonchus arv./olera.</i>	2		Akker/ gewone melkdistel
P48	<i>Stellaria media</i>	10-en	10-en	Vogelmuur
P48	<i>Aphanes arvensis</i>	1	2	Grote leeuwenklauw
P48	<i>Atriplex prost./pat.</i>	8		Spies-/ uitstaande melde
P48	<i>Lamium purpureum</i>	2		Paarse doventel
P48	<i>Persicaria maculosa</i>	10	3	Perzikkruid
P48	<i>Lapsana communis</i>		2	Akkerkool
P48tr	<i>Polygonum aviculare</i>		10-en	Varkensgras
P48tr	<i>Plantago major</i>	3	5	Grote weegbree
P48tr, P68	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	6		Herderstasje
Pioniers van droge, voedselrijke gronden				
P68	<i>Chenopodium album</i>	10-en	4	Melganzenvoet
P68	<i>Echinochloa crus-galli</i>		-/1	Europese hanenpoot
P68	<i>Solanum nigrum</i>	27	2	Zwarte nachtschade
P67	<i>Spergula arvensis</i>		1	Gewone spurrie
P67	<i>Rumex acetosella</i>		7	Schapenzuring
Planten van matig natte ruigten				
R48	<i>Lamium album</i>	7		Witte doventel
R48	<i>Rumex obtusifolius</i> (perianth)	2	9	Ridderzuring
R4	<i>Rumex</i> sp. (vrucht)	9	10-en	Zuring
R67,47	<i>Tanacetum vulgare</i>		10-en	Boerenwormkruid
R48, P48	<i>Cirsium arvense</i>		1	Akkerdistel
R48	<i>Urtica dioica</i>	100-en	4	Grote brandnetel
R48	<i>Urtica urens</i>	22		Kleine brandnetel
Planten van bossen, bosranden				
H2,4	<i>Alnus glutinosa</i> (vrucht)		1	Zwarte els
H2,4,6	<i>Salix</i> sp. (vruchtblad)	7		Wilg
Planten voedselarme gronden				
P23	<i>Ranunculus flammula</i>		6	Egelboterbloem
	<i>Potentilla erecta</i>		1	Tormentil
Niet nader te bepalen groepen				
	<i>Chenopodium</i> sp.	13		Ganzenvoet
	<i>Epilobium</i> sp.		2	Basterdwederik
	Polygonaceae	10-en	10-en	Duizendknoopfamilie
	Poaceae	2	9	
	<i>Carex</i> sp. (klein, Δ)	4	17	Zegge
DIEREN				
	<i>Lumbricus terrestris</i> (eierkapsel)	3	9	Regenworm
	<i>Daphnia</i> sp. (ephippium)		2	Watervlo
	Trichoptera		1	Kokerjuffer

Verder zijn er tevens verkoolde graankorrels aangetroffen; *Secale cereale* (rogge) in spoor 281 en *Hordeum* sp. (gerst) in spoor 280 (laag 4).

In onze gewesten vooral **rogge** en spelt, in mindere mate tarwe als broodgraan gebruikt. Het was een wintergraan dat in de herfst ingezaaid werd. In de Vlaamse zandstreek werd vooral rogge geteeld als broodgraan, in de Kempen nagenoeg uitsluitend. Tarwe kon als wintergraan afvriezen in strenge winters wat voor onzekerheid zorgde.

**Gerst** was voor de menselijke voeding meestal van secundair belang. Wel werd het veel gebruikt als diervoeder en brouwgraan. In het drieslagsysteem, een bekend vruchtwisselingssysteem in de vroege middeleeuwen, werd gerst meestal gebruikt als zomergraan. Na een oogst van wintergraan (rogge of tarwe), dat voor de winter wordt ingezaaid, gebruikte men een akker voor zomergraan, dat in maart of later wordt ingezaaid. Door de akker na de winter te ploegen hoopte men de kiemplanten van de akkeronkruiden die achter waren gebleven na de vorige oogst te doden, zodat het nieuwe graan niet met deze hoefde te concurreren om licht en voedingsstoffen. Zomergraan bracht meestal wel minder op dan wintergraan.

*Juglans regia* (**okkernoot**) en *Prunus domestica* (**gekweekte pruim**) groeiden niet in het wild. De eerste is vanaf de Romeinse tijd bij ons aanwezig en de gekweekte pruim reeds vroeger. Doorheen de middeleeuwen bleven ze als gekweekte bomen aanwezig. Bij de pruimen bestaat er een grote variatie.

*Nepeta cataria* (**kattenkruid**) werd vermoedelijk in de moestuinen gekweekt. Het werd medicinaal gebruikt maar ook als keukenkruid.

### **Gebruiksplanten**

Bij de gebruiksplanten gaat het vooral om bomen en struiken: naast *Corylus avellana* (**hazelaar**) gaat het vooral om *Rubus fruticosus* (**gewone braam**) en resten/doornen van *Rubus* sp. (**braam/framboos**). Het is onduidelijk of de *Mespilus germanica* (**mispel**) in de volle middeleeuwen reeds een verwilderde plant was. Deze gebruiksplanten kunnen we als voedselplanten met noten/vruchten beschouwen.

### **Voedselplanten met noten/vruchten**

Deze soorten 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 overvloedig ter beschikking te hebben. Mispel, hazelaar en de bramen kunnen ook via vogels aangevoerd zijn. Hazelnoten kunnen door vogels/zoogdieren verstoep zijn en niet meer geconsumeerd. We zouden kunnen stellen dat deze noten/bessen beschikbaar waren. Wegens de lage aantallen veronderstellen we dat ze eerder toevallig tussen het ruwe materiaal terecht gekomen zijn.

## Wilde planten

In beide stalen zijn planten van **ondiep water en natte plaatsen** in beperkte mate aanwezig, evenals planten van natte voedselrijke gronden.

De groep van **pioniers** zijn soms met grote aantallen aanwezig. Het zijn wel taxa die grote aantallen zaden produceren en in het algemeen veel gevonden worden in archeologische contexten. Waarschijnlijk groeiden ze vlak bij de waterputten. Enkele soorten zijn kenmerkend voor betreding.

Bij de taxa van **matig natte ruigten** zijn er grote aantallen. Dit kan erop wijzen dat tijdens of na de fase van het gebruik van de waterput er reeds wat hoger opgaande, ruige vegetatie aanwezig was.

## 5. BESLUIT

Palynologisch onderzoek van de vulling van een boomstamwaterput uit de 11<sup>e</sup> eeuw n.Chr. leverde enkel slecht bewaard pollen op. Twee waterputten met planken bekisting bevatten wel analyseerbaar materiaal. Uit elk van de twee sporen werd het best bewaarde staal onderzocht op pollen en macroresten. Op basis van dendrochronologie weten we dat het staal uit S281 enkele decennia jonger is dan dat uit S280, maar beide eveneens uit de 11<sup>e</sup> eeuw n.Chr. Het palynologisch onderzoek toont aan dat de omgeving aanvankelijk (kort na 1040 n.Chr.) nog relatief sterk bebost was, met een soortenrijk eiken-beukenbos. In de daaropvolgende decennia ging het bos er sterk op achteruit. De boskap maakte plaats voor een uitbreiding van heide en grasland.

Het macrobotanisch onderzoek toonde de aanwezigheid aan van een hele reeks gekweekte en gebruikte planten (vlas, wouw, graan, okkernoot, pruim, kattenkruid, hazelaar, braam en mispel). Deze resten kwamen vermoedelijk als afval in de put terecht.

Ook de microscopische resten wijzen op afval en vervuiling in de putten: er werden algen gevonden en een grote variatie aan schimmelsporen, die onder andere wijzen op mest hout en houtskool.

Rondom de waterputten groeiden pioniers en ruigteplanten, maar mogelijk ook wat moerassige vegetatie.

## BIBLIOGRAFIE

- Cappers RTJ, Bekker RM, Jans JEA (2012) Digitale zadenatlas van Nederland. Barkhuis Publishing and Groningen University, Groningen
- Knörzer KH (2009) Geschichte der synantropen Flora im Niederrheingebiet. Verlag Zabern
- Lindemans, P. 1952: Geschiedenis van de landbouw in België: eerste deel. 472 p. Antwerpen.
- 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
- 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