
SYNTAR

Synthese-onderzoek op
archeologisch materiaal
uit Vlaanderen.

Agentschap
Onroerend
Erfgoed



SYNTAR 34

Synthese-onderzoek op
archeologisch materiaal
uit Vlaanderen.

Looking down the well

Een onderzoek naar de evolutie van landschap en
vegetatie in Vlaanderen op basis van palynologisch
onderzoek van waterputten

Annelies Storme, Ewoud Deschepper, Lien Lombaert, Els Otte,
Wouter van der Meer, Frederike Verbruggen & Koen Deforce

COLOFON

TITEL

Looking down the well

Een onderzoek naar de evolutie van landschap en vegetatie in Vlaanderen op basis van palynologisch onderzoek van waterputten

REEKS

SYNTAR nr. 34

AUTEURS

Annelies Storme, Ewoud Deschepper, Lien Lombaert, Els Otte, Wouter van der Meer, Frederike Verbruggen & Koen Deforce

JAAR VAN UITGAVE

2026

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed

Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving

Published by the Flanders Heritage Agency

Scientific Institution of the Flemish Government, policy area Environment

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Peter De Wilde

OMSLAGILLUSTRATIE

Vroegmiddeleeuwse waterput S210370 met pollenbakken uit Sint-Denijs-Westrem, Flanders Expo, zone 2/parkeertoren.

Copyright Johan Hoorne, Ename Expertisecentrum vzw

agentschap Onroerend Erfgoed

Koning Albert II-laan 15 bus 236

1210 Brussel

T +32 2 553 16 50

info@onroerenderfgoed.be

www.onroerenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Modellicentie Gratis Hergebruik v1.0.

This work is licensed under the Free Open Data Licence v.1.0.

Dit werk is beschikbaar onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0

Internationaal-licentie. Bezoek <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> om een kopie te zien van de licentie.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

<https://doi.org/10.55465/NJSJ4956>

ISSN 2736-6057

ISBN 978-90-752-3091-8

D/2026/3241/046

Dit project is een samenwerking tussen de Vakgroep Archeologie van de Ugent, de Dienst Erfgoed van de provincie Oost-Vlaanderen en BIAX Consult. Het project werd gerealiseerd dankzij een subsidie voor syntheseonderzoek van het agentschap Onroerend Erfgoed.

Auteurs:

- Dr. Annelies Storme (ArBoReaL, Vakgroep Archeologie, UGent)
- Dr. Ewoud Deschepper (Vakgroep Archeologie, UGent – huidige werkgever: SOLVA)
- Lien Lombaert (Erfgoeddepot Ename, Dienst Erfgoed, provincie Oost-Vlaanderen)
- Els Otte (Dienst Erfgoed, provincie Oost-Vlaanderen)
- Dr. Frederike Verbruggen (BIAX Consult)
- Wouter van der Meer (BIAX Consult)
- Prof. Dr. Koen Deforce (ArBoReaL, Vakgroep Archeologie, UGent)

Wetenschappelijke begeleidingscommissie:

- Prof. Dr. Bert Groenewoudt (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Nederland)
- Prof. dr. Wim De Clercq (Vakgroep Archeologie, UGent).
- Dr. Kris Vandekerkhove (Instituut voor Natuur en Bos Onderzoek, Brussel)
- Dr. Frederike Verbruggen (BIAX Consult)
- Wouter Van Der Meer (BIAX Consult)
- Dr. Kristof Haneca (agentschap Onroerend Erfgoed)

Foto voorpagina: vroegmiddeleeuwse waterput S210370 met pollenbakken uit Sint-Denijs-Westrem, Flanders Expo, zone 2/parkeertoren (Hoorne, 2012).



INHOUD

1.	Inleiding	3
1.1	<i>Aanleiding voor het project.....</i>	3
1.2	<i>Doelstellingen en onderzoeksvragen</i>	6
2.	Materiaal en methode	7
2.1	<i>Inventarisatie palynologische en archeologische data</i>	8
2.2	<i>Data-analyse</i>	22
2.3	<i>Evaluatie van palynologisch onderzoek binnen de Vlaamse Malta-archeologie.....</i>	26
3.	Beschrijving van de dataset	31
3.1	<i>Inventaris pollenspectra</i>	31
3.2	<i>Inventaris archeologische sites</i>	47
4.	Vegetatie-evolutie	58
4.1	<i>Ecologische groepen.....</i>	58
4.2	<i>Individuele taxa</i>	155
4.3	<i>Interpretatie en discussie</i>	182
5.	Evaluatie van palynologisch onderzoek binnen de Vlaamse Malta-archeologie.....	189
5.1	<i>Ruimtelijke en chronologische spreiding van de dataset</i>	189
5.2	<i>Evaluatie van rapportage palynologisch onderzoek.....</i>	192
5.3	<i>Evaluatie van omgaan met pollenstalen.....</i>	196
6.	Publiekswerking.....	204
7.	Besluit	207
	Dankwoord.....	210
	Bibliografie.....	211
	Bijlagen	219

1. INLEIDING

1.1 AANLEIDING VOOR HET PROJECT

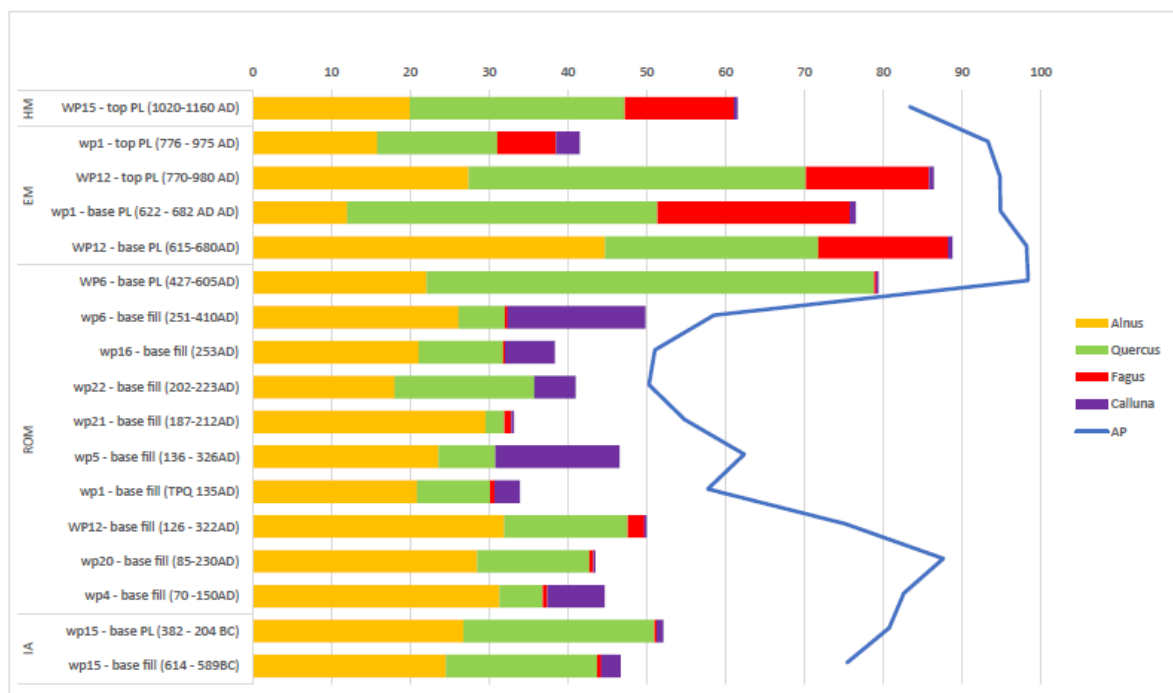
Aanvankelijk was archeologisch onderzoek in grote mate beperkt tot de studie van resten van de materiële cultuur van vroegere beschavingen en gemeenschappen. Sinds de tweede helft van de vorige eeuw wordt binnen het archeologisch onderzoek de mens niet langer beschouwd als een geïsoleerd wezen maar als een onderdeel van een groter ecosysteem en is ook de leefomgeving van de mens in het verleden een belangrijk studieonderwerp geworden (Clarke, 1968; Ervynck et al., 2009). In het bijzonder de impact van het menselijk handelen, zowel op zijn directe leefomgeving als op het bredere landschap, krijgt steeds meer aandacht binnen het actuele archeologische onderzoek (Anschuetz et al., 2001; Antrop, 2007; Goudie, 2018; Kluiving & Guttman-Bond, 2012). Inzicht in deze relatie tussen de mens en zijn omgeving in het verleden is echter niet alleen van belang voor de archeologie *an sich*. Ook voor het begrijpen en remediëren van actuele problemen zoals het verlies aan biodiversiteit en voor het herstel en beheer van (semi-)natuurlijke biotopen en duurzaam beheer van onze landschappen is deze kennis belangrijk (Floyd & Willis, 2008; McMahon et al., 2011; Willis & Birks, 2006). Maar ook om een degelijk inzicht te krijgen in de relatie tussen veranderingen in milieu en maatschappelijke evoluties is een goed begrip van de interactie tussen de mens en zijn omgeving in het verleden cruciaal (Contreras, 2016; Fisher et al., 2009; Murphy & Fuller, 2017).

De meest gebruikte methode voor de studie van de vegetatie in het verleden, en in het bijzonder voor de studie van de evolutie van die vegetatie gedurende lange perioden, is de palynologie. Deze methode steunt op de analyse van pollen en sporen uit opeenvolgende lagen van sedimenten of veenpakketten die over lange tijd zijn geaccumuleerd, bij voorkeur onder de permante grondwatertafel, zoals in meerbodems en veenmoerassen, omdat in dergelijke milieus de bewaring van organisch materiaal optimaal is en de stratigrafie er doorgaans weinig of niet is verstoord.

In Vlaanderen zijn er echter nauwelijks complete natuurlijke archieven zoals veenafzettingen en meerbodems aanwezig die geschikt zijn voor lange chronologische vegetatiereconstructies op basis van palynologisch onderzoek. Zeker voor de tweede helft van het Holocene zijn deze uiterst zeldzaam (Deforce, 2020; Storme et al., 2017; Verbruggen et al., 1996). Wel zijn er een aantal alluviale afzettingen die deze periode bestrijken, maar deze hebben doorgaans een beperkte chronologische resolutie (Broothaerts et al., 2013; Hoevers et al., 2022; Storme et al., 2020a). Als gevolg hiervan is er bijzonder weinig bekend over de evolutie van de vegetatie in Vlaanderen en de rol van de mens daarin sinds het neolithicum.

Opvullingssedimenten van archeologische sporen, zoals waterputten, poelen en andere waterhoudende antropogene structuren, kunnen hier echter gedeeltelijk een alternatief voor bieden (Groenewoudt et al., 2007). Bovendien is er de laatste jaren binnen het kader van de preventieve Malta-archeologie een bijzonder groot aantal waterputten, daterend van de bronstijd tot aan de late middeleeuwen, opgegraven, bemonsterd en bestudeerd, met het merendeel hiervan uit de Romeinse en middeleeuwse periode (De Clercq, 2009; Deschepper et al., 2025). De resultaten van deze palynologische onderzoeken vormen een onontgonnen schat aan informatie over de laat-Holocene vegetatie en landschapsgeschiedenis in Vlaanderen. De rapporten van de individuele waterputten of sites meestal steken op een lokaal niveau. In hoeverre de resultaten gekaderd worden in een bredere context of geconfronteerd met de gegevens van andere omliggende sites hangt sterk af van de rapporteur, maar heel vaak is dit minimaal. Daarenboven bestaat er tot op heden ook geen enkele

synthese van de bestaande data, op enkele sites, microregio's, perioden of thema's na. Bovendien vormt natuurwetenschappelijk onderzoek een vrij grote budgettaire belasting voor het huidige archeologisch onderzoek in Vlaanderen. Zowel de monsternamen op het terrein, dikwijls enkel mogelijk met inzet van bemaling, als de opslag van stalen in speciaal daarvoor aangekochte diepvriezers en koelcellen, is duur. Maar vooral het daaropvolgend specialistisch onderzoek, met de preparatie van de stalen in gespecialiseerde laboratoria, de microscopische analyses en de verwerking en interpretatie van de resultaten, heeft een hoge kostprijs in vergelijking met de studie van veel andere archeologische materiaalcategorieën. Hierdoor neemt het palynologisch onderzoek vaak een grote hap uit het totale budget dat beschikbaar is voor de uitwerking van een archeologisch ensemble. Om het draagvlak voor dergelijk specialistisch onderzoek te vergroten, zowel binnen als buiten de professionele archeologische sector, is het noodzakelijk om enerzijds de beschikbare data uit de reeds uitgevoerde palynologische onderzoeken maximaal te benutten, maar ook om het verloop van dergelijk onderzoek binnen de Malta-archeologie te evalueren, zodat dit in de nabije toekomst kan worden geoptimaliseerd.



Figuur 1: Grafiek met de evolutie van het percentage van boompollen (AP) en van een selectie van taxa, tijdens de ijzertijd (IA), Romeinse periode (ROM), vroege (EM) en volle middeleeuwen (HM), op basis van individueel gedateerde niveaus uit verschillende waterputten van Kluizen.

Recent onderzoek heeft aangetoond dat de combinatie van palynologische gegevens uit verschillende waterputten van eenzelfde site of regio, maar met een verschillende datering, toelaat om een gedetailleerd beeld te krijgen van de evolutie van de vegetatie gedurende een bepaalde periode op die plaats. Voorbeelden hiervan zijn het onderzoek naar het veranderend landgebruik en de invloed daarvan op het landschap gaande van de ijzertijd tot aan de volle middeleeuwen in Kluizen (Deforce et al., 2020), (Figuur 1), van de bronstijd tot de vroege middeleeuwen in Brugge (Deforce & Eryvynck, 2019) en vegetatieveranderingen binnen de vroegmiddeleeuwse periode in de buurt van Gent (Hoorne et al., 2021), (Figuur 2). Maar deze methodologie kan ook worden toegepast op een grotere regio (Cherretté et al., 2021; Groenewoudt et al., 2007; van Beek et al., 2015; van Haaster, 2018).



Figuur 2: Reconstructietekeningen van de vroegmiddeleeuwse nederzetting Maalte (Sint-Denijs-Westrem) in de late 7e eeuw (l), het midden van de 8e eeuw (m) en de late 8e eeuw (r). De vegetatiereconstructie is hier voornamelijk gebaseerd op palynologisch onderzoek van waterputten die op deze site zijn opgegraven. © Yannick De Smet (Hoorne et al., 2021).

Waterputten, althans het deel dat onder een permanente grondwater tafel bewaard is gebleven, bieden goede bewaringsomstandigheden voor organisch materiaal, inclusief pollen, sporen en botanische macroresten (Debruyne et al., 2013; Ervynck et al., 2009; Vanhoutte et al., 2009). Bovendien is er voor dit onderste gedeelte van de opvulling van de waterput meestal gedetailleerde informatie over de ouderdom beschikbaar, op basis van dendrochronologische gegevens van de bekisting en/of culturele vondsten in de aanlegkuil en/of in de opvulling (Debruyne et al., 2013; Ervynck et al., 2009; Vanhoutte et al., 2009). Waterputten hebben het bijkomende voordeel dat ze een zeer klein opvangbekken vormen, waardoor de palynologische data uit hun opvulling voornamelijk de vegetatie uit de onmiddellijke omgeving van de site weerspiegelen, en waardoor de gegevens dus goed kunnen worden gekoppeld aan die van het onderzoek naar botanische macroresten, maar ook aan de archeologische gegevens zoals sporendensiteit en veranderend landgebruik (Deforce et al., 2020). Bovendien zullen palynologische gegevens uit antropogene structuren informatie opleveren over dat gedeelte van het landschap dat gebruikt werd voor bewoning en landbouwactiviteiten, in tegenstelling tot de klassieke locaties voor staalname voor palynologisch onderzoek, zoals veengebieden en moerassen (Groenewoudt et al., 2007). Op die manier kan dus een veel beter inzicht worden verkregen in de impact van een veranderende bewoningsdensiteit en landgebruik op de vegetatie. Wel moet er rekening mee gehouden worden dat die lokale vegetatiereconstructies op basis van pollendata uit archeologische structuren niet representatief zijn voor de ruimere omgeving (Van Amerongen, 2020).

1.2 DOELSTELLINGEN EN ONDERZOEKSVRAGEN

De hoofddoelstelling van dit project is het maken van een reconstructie van de evolutie van de vegetatie van het neolithicum tot de nieuwe tijd in Vlaanderen op basis van een synthese van palynologische data uit diepe sporen. Daarnaast willen we binnen dit project een evaluatie maken van het verloop van het palynologisch onderzoek binnen de Malta-archeologie, met inbegrip van de deponering en bewaring van stalen en de kwaliteit en bruikbaarheid van de rapportage van palynologische gegevens uit waterputten en andere diepe waterhoudende structuren. Op basis van deze evaluatie willen we aanbevelingen formuleren voor toekomstig onderzoek en rapportage.

De onderzoeksvragen die hierbij centraal staan zijn:

VEGETATIEDYNAMIEK

- Zijn er hiaten in de beschikbaarheid van pollengegevens voor bepaalde periodes of regio's?
- Wat is de evolutie van de verhouding AP/NAP (Arboreaal Pollen/Non-Arboreaal Pollen) van de bronstijd tot aan de late middeleeuwen voor de verschillende regio's in Vlaanderen? Deze verhouding van boompollen t.o.v. niet-boompollen is immers een goede indicator voor de mate van bebossing van het omliggende landschap.
- Hoe algemeen was ontbossing tijdens de metaaltijden?
- Is de toename van ontbossing aan het begin van de Romeinse periode en het (gedeeltelijk) herstel van het bos tijdens de vroegmiddeleeuwse periode, zoals deze zijn vastgesteld voor bepaalde regio's, een algemeen fenomeen in Vlaanderen of eerder een lokaal gegeven?
- Wat is de evolutie van specifieke taxa? Hierbij ligt de focus op de verschillende boomsoorten en een selectie van kruidachtige planten. Bij de bomen gaat het in het bijzonder om soorten waarover discussie bestaat over hun rol in de vegetatie in Vlaanderen tijdens de tweede helft van het Holoceen, zoals grove den (*Pinus sylvestris*), taxus (*Taxus baccata*), beuk (*Fagus sylvatica*), haagbeuk (*Carpinus betulus*) en introducties door de mens zoals okkernoot (*Juglans regia*) en tamme kastanje (*Castanea sativa*) (Maes et al., 2006; Vandekerckhove et al., 2018). Bij kruidachtige planten gaat het zowel over cultuurgewassen als over andere indicatoren voor specifieke types van antropogeen landgebruik (Behre, 1981), inclusief heide.
- Wat was de relatie tussen vegetatiedynamiek en populatiedynamiek gedurende de betreffende periodes? In welke mate zien we een relatie tussen gebieden met een hogere of lagere bewoningsdichtheid en een hogere of lagere graad van bebossing?

OPTIMALISEREN VAN PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

- Welke periodes en regio's zijn goed vertegenwoordigd in de beschikbare data en welke ontbreken of zijn minder goed vertegenwoordigd?
- Hoe bruikbaar zijn de gerapporteerde palynologische gegevens uit het Maltaonderzoek in Vlaanderen, en hoe kan de kwaliteit hiervan eventueel verbeterd worden?
- Is er bijsturing nodig wat betreft de beslissingen die genomen worden over bemonstering, assessment en analyse van waterputten en andere waterhoudende structuren?
- Blijven stalen voldoende lang (of eerder nodeloos lang) bewaard in archeologische depots en gebeurt dat in optimale omstandigheden?

2. MATERIAAL EN METHODE

De gevolgde methode om bovenstaande doelstellingen te realiseren en de onderzoeksvragen te beantwoorden wordt hieronder in detail besproken. Een eerste belangrijk onderdeel hiervan is de verzameling van reeds uitgevoerde palynologische analyses uit de vulling van waterputten en andere uitgegraven en waterhoudende antropogene structuren (zie 2.1.1) en de verzameling van archeologische data die als proxy kunnen worden gebruikt voor bewoning (zie 2.1.2). Aan de hand van de palynologische data is de evolutie van bepaalde (groepen van) taxa op verschillende locaties en specifieke regio's doorheen de tijd beschreven. Deze zijn ook geconfronteerd met archeologische bewoningsindicatoren om de relatie tussen de evolutie van de vegetatie en de bewoningsdynamiek te onderzoeken.

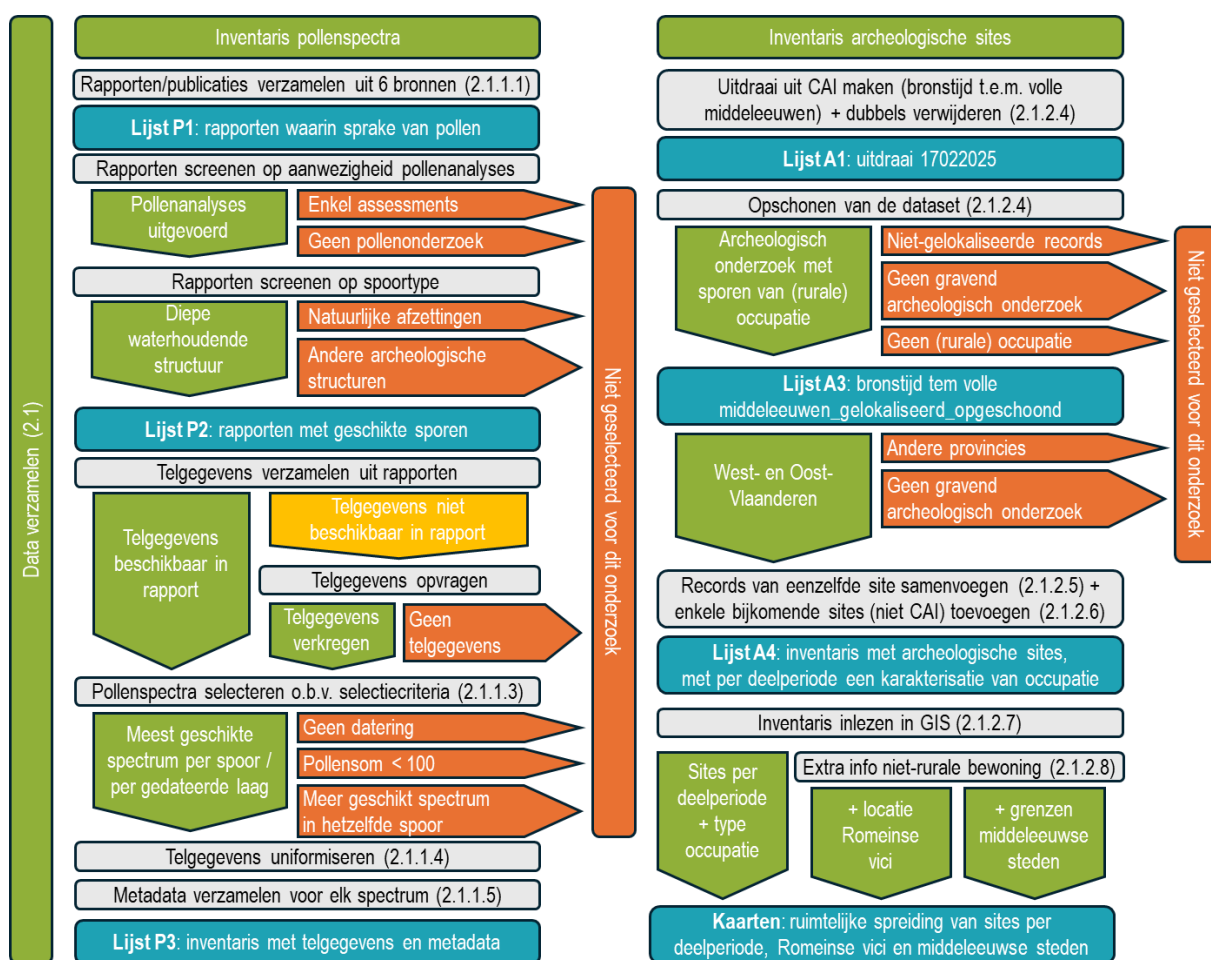
Daarnaast is een evaluatie gemaakt van het verloop van het palynologisch onderzoek binnen de Malta-archeologie. Hiervoor zijn verschillende depots in Vlaanderen bevraagd die palynologische stalen in hun collectie hebben. Dit onderzoek heeft als doel zicht te krijgen op alle aspecten met betrekking tot deponering en bewaring van dergelijke stalen. Veder hebben we ook een evaluatie gemaakt van de rapportage van palynologische gegevens van waterputten op basis van de opgedane bevindingen tijdens het verzamelen van de data.

Tenslotte is er ook een educatieve opstelling gemaakt die op een visuele en toegankelijke manier uitlegt hoe palynologisch onderzoek van waterputten in het werk gaat en hoe dergelijk onderzoek kan gebruikt worden om de evolutie van de vegetatie en het landschap te reconstrueren.

2.1 INVENTARISATIE PALYNOLOGISCHE EN ARCHEOLOGISCHE DATA

Hoewel er nog heel veel niet-bestudeerde pollenstalen in de archeologische depots aanwezig zijn, is er voor dit project heel bewust gekozen om maximaal in te zetten op de exploitatie en synthese van data van reeds uitgevoerde palynologische analyses van waterputten en andere diepere, waterhoudende structuren. Er zijn binnen het kader van dit project dan ook geen nieuwe analyses uitgevoerd. Bij aanvang werd op basis van de parate kennis van de betrokken onderzoekers en de reeds beschikbare datasets ruw geschat dat er minstens 250 palynologische analyses van archeologische resten van waterputten uit Vlaanderen zijn uitgevoerd. Dit werd voldoende geacht om de beoogde doelstellingen te realiseren. Bovendien laat dit toe om de bestaande data maximaal te valoriseren in plaats van te investeren in bijkomende nieuwe analyses.

Aangezien er voortdurend nieuwe palynologische analyses worden uitgevoerd, werd in de loop van de dataverzameling voor dit project de einddatum vastgelegd op 2023. Later onderzoek werd uit praktische overwegingen niet meer opgenomen, behalve eigen onderzoek van de auteurs, omdat de telgegevens daarvoor kant en klaar beschikbaar waren.



Figuur 3: Flow chart voor het verzamelen van gegevens voor de inventaris van pollentellingen en archeologische sites.

2.1.1 INVENTARIS POLLENSPECTRA

2.1.1.1 Bronnen

Voor het verzamelen van data voor dit onderzoek werden in eerste instantie zo veel mogelijk **rapporten** en **publicaties verzameld** waarin sprake is van pollenanalyses. Waar mogelijk werd zowel het archeologische eindrapport (voor de metadata over site en sporen) als het rapport over het palynologisch onderzoek (voor de pollentellingen) gedownload. Hiervoor werden verschillende bronnen geraadpleegd.

BRON 1: CAI

Via <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/waarnemingsobjecten/zoeken> kan de Centrale Archeologische Inventaris (CAI) geraadpleegd worden en kunnen resultaten van onderzoek gefilterd worden, onder andere op basis van type onderzoek. Daarbij werd onder 'waarom > gebeurtenistype' de filter 'palynologisch onderzoek' toegepast (Figuur 4). Via de knop 'resultaten exporteren' kan de lijst met relevante onderzoeken als spreadsheet bewaard worden.



Figuur 4: Zoekboom voor gebeurtenistype 'palynologisch onderzoek' in de CAI.

BRON 2: JAARLIJKE 'EVALUATIE KENNISWINST' DOOR HET AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED

Elk jaar maakt het agentschap Onroerend Erfgoed een overzicht van de resultaten van het archeologisch onderzoek dat dat jaar werd afgewerkt en van de daaruit voortkomende kenniswinst (Ameels et al., 2023). De brondata voor dit overzicht kunnen geraadpleegd worden via Zenodo: <https://zenodo.org/records/7156657>. Hier kan een zipfile gedownload worden, met onder andere de map '02_inhoudelijke_screening'. Daarin bevindt zich een spreadsheet met alle eindverslagen en archeologienota's van de jaren 2016-2021, met in de kolom 'materiaal' de onderzochte materiaal-categorieën. Door de items met 'palynologisch onderzoek' als materiaalcategorie te selecteren, kan men een lijst samenstellen met alle rapporten waarin palynologisch onderzoek vermeld wordt. Een shapefile met de locaties van deze onderzoeken kan hier ook gedownload worden.

In de praktijk zijn er in deze database nog geen rapporten met palynologisch onderzoek uit het jaar 2016 of 2017. Voor de jaren 2022 en 2023 stonden de gegevens nog niet online op het moment van de data-

verzameling voor dit synthese-onderzoek. Voor deze jaren kregen we de data rechtstreeks doorgestuurd, met dank aan Kristof Haneca.

BRON 3: ONDERZOEKSBALANS

Het hoofdstuk 'natuurwetenschappelijk onderzoek en dateringen' in de onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen (Ervynck & Lentacker, 2020) is niet geüpdatet sinds de eerste versie uit 2008. De bibliografische lijst bij het hoofdstuk 'pollen en sporen' (Deforce, 2020) vormt een relatief volledig overzicht wat betreft ouder palynologisch onderzoek en werd gebruikt als aanvullende bron.

BRON 4: EIGEN ONDERZOEK VAN DE AUTEURS

De auteurs van dit onderzoek gingen in hun eigen archieven na welk pollenonderzoek dat ze zelf uitvoerden en dat nog niet via andere bronnen naar boven was gekomen. Het gaat enerzijds om oudere, soms ongepubliceerde tellingen (meestal pre-Malta) die niet uit de CAI of evaluatie kenniswinst naar boven kwamen. Anderzijds gaat het om zeer recent onderzoek dat uitgevoerd werd bij BIAx, GATE Archeologie, Ruben Willaert N.V. of ArBoReaL (2023-2025) en dat nog niet in de CAI of evaluatie kenniswinst is opgenomen.

BRON 5: OAR

Verder is er op eerder toevallige basis nog een kleine aanvulling gebeurd van onderzoeksrapporten die niet in evaluatie kenniswinst voorkomen (pre-Malta) en ook niet in de CAI, maar die wel terug te vinden zijn in de OAR, het Open Archief van publicaties van het agentschap Onroerend Erfgoed (<https://oar.onroenderfgoed.be/>). Dit archief is moeilijk systematisch te doorzoeken op aanwezigheid van pollenonderzoek, dus deze bron bleef beperkt tot het toevallig tegenkomen van rapporten. De post-Malta rapporten die in de inventaris zijn opgenomen via CAI of evaluatie kenniswinst, zijn meestal ook terug te vinden in de OAR.

BRON 6: BEVRAGING ERFGOEDEPOTS

Bij de bevraging van medewerkers van erfgoeddepots werd de vraag gesteld of de depots palynologisch onderzoek hebben laten uitvoeren buiten het normale traject van de Malta-archeologie.

2.1.1.2 Selectiecriteria

In deze inventaris werden enkel pollenanalyses opgenomen die voldoen aan een aantal voorwaarden.

AFBAKENING IN DE RUIMTE

Hoewel vegetatie-evoluties geen rekening houden met politieke grenzen, moet er toch een grens getrokken worden bij de verzameling van data. Aangezien de financiering voor dit syntheseproject vanuit de Vlaamse overheid komt, werd de dataverzameling beperkt tot het **grondgebied van Vlaanderen**. Sites uit omliggende regio's en landen werden dus niet meegenomen.

AFBAKENING IN DE TIJD

Aangezien dit project werkt met telgegevens van pollenanalyses uitgevoerd op de sedimenten uit de opvulling van archeologische structuren, kunnen enkel periodes opgenomen worden waarvoor dergelijke structuren gevonden worden. In de praktijk betekent dat meestal bronstijd tot en met late middeleeuwen. Tijdens de dataverzameling kwamen echter ook enkele oudere en jongere pollenspectra naar boven, die verder wel aan de criteria (cf. hieronder) voldeden, waardoor de dataset palynologische gegevens uit het **neolithicum tot en met de nieuwe tijd** omvat.

SELECTIE VAN SPOREN

Dit project focust op pollenanalyses op materiaal uit **archeologische sporen**. Natuurlijke afzettingen, zoals meer- of rivierafzettingen, veen of oude bodems werden dus niet opgenomen – ook als ze qua periode wel in aanmerking komen.

Aangezien de bewaring van pollenkorrels door oxidatie sterk achteruitgaat in afzettingen boven de grondwatertafel, werden enkel **diepe, waterhoudende structuren** geselecteerd, waarvan verwacht kan worden dat het pollen zich tijdens hun gebruik, maar vermoedelijk ook na opvulling, onder de watertafel bevond. Op die manier sluiten we pollenspectra met differentiële bewaring door oxidatie zo veel mogelijk uit (zie bv. Meylemans & Deforce, 2018).

Voor dit project zijn dus in de eerste plaats palynologische gegevens uit waterputten verzameld, maar bij uitbreiding ook diepe grachten en diepe waterkuilen. Bij waterputten is er door de bekisting met opstaande rand het voordeel dat er geen bijmenging is van lokale oevervegetatie, zoals dat bij een gracht of kuil wel het geval kan zijn. Om het aantal datapunten te vergroten werd er toch voor gekozen om alle structuren met het label 'waterput', 'gracht', 'poel' en '(water)kuil' op te nemen. Kuilen waarbij uit het pollenspectrum of andere materiaalcategorieën bleek dat het om een mestkuil, rootkuil, afvalkuil of ander type dan waterkuil gaat, werden uitgesloten. Voor periodes waar verder weinig gegevens voorhanden zijn, worden ook ondiepere structuren geselecteerd. Het gaat hier met name over de bronstijd, waar het merendeel van de pollendata afkomstig zijn uit de opvulling van **kringgrepels**.

SELECTIE VAN LAGEN BINNEN EEN SPOOR

Wanneer meerdere pollenanalyses beschikbaar zijn uit éénzelfde spoor, wordt slechts **één telling** weerhouden. Over het algemeen is dat het **onderste staal** uit de vulling, aangezien dit het best aansluit bij de gebruiksfase van de structuur (Greig, 1988, 1982). Hiervan werd in enkele situaties afgeweken op basis van tafonomie of gedateerde laag. Wanneer het onderste staal uit de moederbodem of een andere laag met afwijkende kenmerken komt, dan werd in plaats daarvan een staal uit de basis van de (organische) vulling geselecteerd. Ook wanneer de pollenbewaring in het onderste staal duidelijk minder goed is of de pollensom er veel lager is, kan een staal hogerop in de vulling geselecteerd worden. Essentieel daarbij is dat de geselecteerde laag nauw genoeg aansluit bij de datering van het spoor of de laag. Wanneer er een betrouwbare datering bestaat voor een bepaalde laag hoger in de vulling, kan een analyse uit deze laag – aanvullend of in plaats van de basislaag – opgenomen worden. Dit laatste is het geval in Kluizen - Zandeken, waar de vulling van de waterputten over meerdere eeuwen doorliep en waar telkens meerdere niveaus per waterput gedateerd zijn (Deforce et al., 2020).

MINIMALE VEREISTEN POLLENTELLING

Er werden enkel pollentellingen opgenomen waarvan het **volledige pollenspectrum beschikbaar** is – niet enkel de ecologische groepen. Er werd bij voorkeur gewerkt met ruwe telresultaten, maar spectra waarbij enkel de percentages gegeven zijn, werden ook opgenomen op voorwaarde dat de pollensom bekend is, zodat teruggerekend kan worden naar aantallen, om vervolgens nieuwe, uniforme percentages te berekenen.

Verder werd een **pollensom van 100 korrels** gehanteerd als ondergrens voor selectie. In de praktijk zijn er enkele tellingen opgenomen waarbij de pollensom net onder de 100 korrels ligt. In het oorspronkelijke rapport bedroeg de pollensom wel 100 of net iets meer doordat daar oever- en moeraskruiden in de pollensom werden opgenomen. Dit maakt dat de pollensom in de praktijk minimum 95 korrels bedraagt.

2.1.1.3 Kwaliteitscontrole en selectie van pollenspectra

De **lijst met rapporten** die pollenonderzoek omvatten, werd verder **opgeschoond** alvorens pollenspectra te selecteren. Rapporten of publicaties die in meerdere bronnen voorkomen werden handmatig uit de lijst verwijderd. Vervolgens werden rapporten verwijderd waarin ondanks het label 'palynologisch onderzoek' toch geen analyses uitgevoerd blijken te zijn. Ook rapporten waarin enkel palynologische assessments en geen analyses beschreven zijn, werden verwijderd. Vervolgens werden de overblijvende rapporten gescreend op spoortype van de sporen met pollenanalyses. Enkel spectra uit diepe waterhoudende structuren werden opgenomen in de inventaris, dus rapporten waarin uitsluitend natuurlijke afzettingen of niet-waterhoudende archeologische structuren werden onderzocht, werden niet weerhouden. Dit levert een lijst op met rapporten waarin palynologisch onderzoek beschreven wordt op sporen die voor dit onderzoek geschikt zijn.

De volgende stap was om uit deze rapporten **geschikte pollenspectra** te **selecteren** op basis van de selectiecriteria: sporen zonder datering en tellingen met een pollensom lager dan 100 werden niet opgenomen. Bij sporen met meer dan één pollenanalyse werd het meest geschikte spectrum per spoor of per gedateerde laag geselecteerd. Dit resulteerde in een lijst met geschikte pollenstalen. Voor deze geschikte pollenstalen is echter niet altijd een **pollentelling beschikbaar** in het rapport. In eerste instantie werd genoteerd welke rapporten telgegevens bevatten die rechtstreeks overgenomen (overgetypt) kunnen worden. Waar enkel een pollendiagram gegeven is, of helemaal geen telgegevens, werden de telresultaten opgevraagd bij de uitvoerders van het onderzoek. Ook waar de telgegevens wel in het rapport voorkomen, scheelt het heel wat werk en potentiële typfouten als de ruwe telresultaten in digitale vorm aangeleverd worden. We vroegen deze data op bij de bedrijven die de grootste aantallen analyses op Vlaamse bodem uitvoerden. Bij een aantal bureaus vroegen we de tellingen op die niet in de rapporten teruggevonden werden. Bedrijven waar slechts enkele rapporten van beschikbaar waren en die de telgegevens in het rapport meegeven, werden niet aangeschreven. De resultaten werden in deze gevallen rechtstreeks uit de rapporten overgetypt. Dit resulteerde in een lijst met **geschikte én beschikbare pollenspectra**. Deze lijst werd vervolgens aangevuld met pollendata (2.1.1.4) en metadata (2.1.1.5).

2.1.1.4 Registratie van pollendata

Het oorspronkelijke idee, zoals voorgesteld in de projectaanvraag, hield in dat een selectie van taxa in de inventaris geregistreerd zou worden. Daarbij werd vooral gedacht aan bomen en kruiden die zeer frequent voorkomen om grote trends te kunnen volgen en aan cultuurgewassen om landbouw in kaart te brengen. Uiteindelijk is toch gekozen voor het **registreren van volledige tellingen**. Voor de interpretatie van de gegevens is het namelijk zinvol om pollentypes in te delen in specifieke groepen (bomen en struiken, heideplanten, kruiden). Aangezien niet alle palynologen dezelfde samenstelling van de groepen gebruiken, is het onmogelijk om deze met elkaar te vergelijken zonder de groepen opnieuw te berekenen. Daarvoor zijn de volledige tellingen nodig.

Voor elk geselecteerd staal werden dus alle **pollentypes** opgenomen in een lijst. Ook **sporen** van sporenplanten werden geregistreerd. Non-pollen palynomorfen werden niet opgenomen. Eenzelfde pollentype kan bij verschillende auteurs van determinatieliteratuur een verschillende naam hebben (Beug (2004); Moore et al. (1991); Punt et al. (1976, 1980, 1981, 1984, 1988, 1991, 1995)). Ook het niveau van determinatie (soort, groep van enkele soorten, genus, familie) verschilt soms tussen de bronnen. Verschillende pollenanalisten gebruiken verschillende bronnen voor hun determinaties. Ze gaan bovendien niet altijd even ver in hun determinaties: de ene kiest voor zekerheid en gaat niet verder dan familie-niveau, terwijl de andere voor detail kiest (of kán kiezen) en zo veel mogelijk richting soort-niveau gaat. Voor dit onderzoek is het essentieel dat de

data uniform zijn, zodat er geen valse patronen ontstaan die veroorzaakt worden door naamgeving van pollentypes. De enige manier om dit uniform te maken is door de pollentypes van verschillende bronnen aan elkaar te koppelen en door de meer gedetailleerde determinaties op te nemen in pollentypes van een hoger niveau. Zo worden bijvoorbeeld alle pollentypes van heideplanten die gekenmerkt worden door tetraden van tricolpate korrels, gegroepeerd onder 'Ericaceae undiff.'. Dit pollentype omvat types die door verschillende analisten werden gedetermineerd tot op niveau van orde, familie, genus en soort (incl. types met meerdere soorten), nl: Ericales, Ericaceae, Ericaceae (overig), *Erica tetralix* type (M), *Arctostaphylos uva-ursi* type, *Empetrum nigrum*, *Empetrum/Ledum* (B), *Vaccinium* type (B). Hierbij werden de namen letterlijk overgenomen uit de verschillende rapporten en staan (B) en (M) voor de determinatiebronnen (Beug, 2004; Moore et al., 1991). Een volledig overzicht van de pollentypes die als synoniemen beschouwd zijn, is te vinden in Bijlage 1.

Omdat bij deze uniformering interessante informatie verloren kan gaan, werden voor sommige pollentypes ook de **onderliggende pollentypes** geregistreerd. Hierbij werd het overkoepelende pollentype in de hoofdtabel opgenomen en werden de onderliggende types afzonderlijk genoteerd. Dit is het geval voor Apiaceae, Brassicaceae, Cannabaceae, Cerealia type, Poaceae, Rosaceae undiff., *Sparganium* type, *Vicia* type, *Rumex acetosa* type en Ericaceae undiff (Bijlage 1).

Om de data samen te vatten en te presenteren werden de pollentypes vaak **gegroepeerd** volgens type plant en/of ecologische voorkeur. Voor dit onderzoek is de volgende indeling gehanteerd:

- **Bomen en struiken** = AP (arboreal pollen)
 - Bomen en struiken (droge grond)
 - Lianen
 - Lichtminnende struiken
 - Bomen en struiken (natte habitats)
- **Heideplanten**
- **Kruiden** (droge habitats) = NAP (non-arboreal pollen)
 - Cultuurgewassen
 - Ruderalen en akkeronkruiden
 - Graslandplanten
 - Algemene kruiden
- Moeras- en oeverplanten
- Waterplanten
- Sporenplanten

Een volledig overzicht van de pollentypes die binnen elk van deze groepen worden gerekend, is te vinden in Bijlage 2. Enkel de eerste drie groepen (bomen en struiken, heideplanten en kruiden) werden opgenomen in de **pollensom**. Kruiden van natte grond en sporenplanten komen vaak in groten getale voor in of langs de bemonsterde structuren zelf (bijv. oever van een waterkuil of gracht), waardoor ze oververtegenwoordigd kunnen zijn en het beeld van de regionale vegetatie kunnen verstoren. Daarom werden ze hier niet in de pollensom opgenomen. Aangezien de bestudeerde structuren over het algemeen deel uitmaken van een woonerf, werd verwacht dat bomen van natte grond, zoals els en wilg, gewoonlijk niet of in beperkte mate langs de oevers voorkwamen. Verondersteld wordt dat ze deel hebben uitgemaakt van de regionale vegetatie. Om deze reden zijn ze opgenomen in de pollensom.

Aangezien verschillende analisten ook verschillende indelingen in groepen hanteren, en verschillende pollentypes opnemen in de pollensom, werden de **groepen en pollensom** voor alle stalen **herberekend**. De tellingen van pollentypes en groepen werden ten slotte omgezet in percentages van deze geüniformeerde pollensom. Voor pollenspectra waar in het rapport enkel de percentages beschikbaar waren, werden deze op

basis van de pollensom uit het rapport eerst teruggerekend naar aantallen en vervolgens op basis van de pollensom voor dit onderzoek opnieuw omgezet naar uniforme percentages.

2.1.1.5 Registratie van metadata

Elk geselecteerd pollenspectrum kreeg een uniek **identificatienummer** (LDTW001, LDTW002, enz.). Bij elk item werd een reeks metadata genoteerd, enerzijds op niveau van de site/opgraving (geografische situering en onderzoek) en anderzijds over het onderzochte spoor/staal.

GEOGRAFISCHE SITUERING

In de eerste plaats werden per site enkele geografische kenmerken genoteerd voor de site: provincie, gemeente, deelgemeente en sitenaam en de x- en y-coördinaten (Lambert72). Voor de coördinaten werd meestal een hoekpunt van de site genomen, dus niet de exacte coördinaat van het onderzochte spoor. Die mate van detail is niet nodig voor het doel van dit onderzoek. Later werd met QGIS ook een kolom toegevoegd met de ecoregio's (Couvreux et al., 2004). Dit zijn relatief homogene regio's wat geomorfologie en geologie betreft, op een schaal die voor dit onderzoek zeer bruikbaar is: niet té gedetailleerd, zoals een bodemkaart zou zijn, en toch meer onderscheid dan bijvoorbeeld de archeoregio's. Waar het nuttig is om eenheden van grotere regio's te vergelijken, worden de ecoregio's gegroepeerd in vier 'bodemtypes': (1) polders en kustduinen (incl. Getijdenschelde), (2) zand (Pleistocene riviergebieden, cuesta's en Kempen), (3) zandleem (westelijke interfluvia en Midden-Vlaamse overgangsgebieden) en (4) leem (zuidwestelijke en zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden).

ONDERZOEK

Vervolgens werden enkele gegevens gedocumenteerd over het onderzoek. Onder '**bron**' werd genoteerd in welke bronnen het betreffende onderzoek is teruggevonden (zie 2.1.1.1). Waar relevant, werd ook het identificatienummer uit deze bronnen overgenomen (CAI-id, id uit evaluatie kenniswinst, BIAxiaal-nummer). Waar mogelijk werd bovendien een URL opgenomen die meestal verwijst naar het eindverslag in het loket onroerend erfgoed (<https://id.erfgoed.net/archeologie/eindverslagen>) of een publicatie in het open archief van OE-publicaties (<https://oar.onroerenderfgoed.be>).

Verder werd het jaar van rapportage of publicatie genoteerd, samen met een bibliografische referentie van het archeologisch onderzoek en van het palynologisch onderzoek (meestal beknopt, met enkel auteur en jaartal). Ook de uitvoerder van het archeologisch en palynologisch onderzoek (onderzoeksbureau, overheid, universiteit) en de pollenanalist werden genoteerd.

METADATA SPOOR/STAAL

Voor elk pollenspectrum werd genoteerd uit welk spoor het bestudeerde staal afkomstig is. Soms werd het spoornummer aangevuld met laag- en vondstnummer. Bij elk spoor werd ook het type structuur aangegeven, in één van de volgende vijf categorieën: waterput, waterkuil, poel, gracht of kringgreppel.

Daarnaast werden gegevens over de ouderdom van het bestudeerde staal opgelijst. Hiervoor werd telkens teruggesproken naar het archeologisch eindverslag. De dateringen werden dus niet rechtstreeks uit het rapport van het palynologisch onderzoek overgenomen. Alle beschikbare dateringen op basis van (i) archeologische vondsten, (ii) dendrochronologie, (iii) ¹⁴C en in één geval OSL zijn daarbij opgesomd. Bij de ¹⁴C-dateringen werd de lab-code, ongekalibreerde en gekalibreerde datering en waar mogelijk de positie van het gedateerde staal in het spoor gegeven. De kalibraties zijn opnieuw uitgevoerd met Oxcal 4.4 (Bronk Ramsey, 2009) op basis van

de meest recente kalibratiecurve (Reimer et al., 2020). Van de gekalibreerde dateringen is telkens de boven- en ondergrens van het 2σ -interval gegeven.

Uit deze gegevens werd de ‘meest nauwkeurige datering’ gehaald. Dit kan gaan van een zeer breed tijdsinterval (bijv. ‘Romeins’, o.b.v. aardewerk) tot een zeer nauwkeurige datering (bijv. 88 n. Chr., o.b.v. dendrochronologie). Voor elk van deze dateringen werd vervolgens de periode en deelperiode afgeleid, volgens de chronologische periodisering in Tabel 1. Deze indeling volgt de Thesaurus Onroerend Erfgoed (agentschap Onroerend Erfgoed, 2020), met aanpassingen op basis van de beschikbare hoofdstukken van de geüpdatete Onderzoeksbalans Archeologie. Het gaat meer bepaald om de hoofdstukken ‘brons- en ijzertijd’ en ‘vroege middeleeuwen’ (Benallou et al., 2024; Deschepper et al., 2025). Voor de chronologie van de laat-Romeinse periode is de periodisering volgens het moderne wetenschappelijk onderzoek gevolgd (Van Thienen, 2016). Bij ouderdommen waarbij het ouderdomsinterval de grens tussen twee (deel)periodes overschrijdt, werd gekozen voor de (deel)periode waar het grootste deel van het interval binnen valt. Hierbij werd geen rekening gehouden met de probabiliteitscurve van ^{14}C -dateringen.

Tabel 1: De chronologische periodisering zoals toegepast in de palynologische en archeologische inventaris, met aanduiding van de gebruikte code per chronologische deelperiode.

Hoofdperiode	Deelperiode	Chronologie
Nieuwe tijd (NWT)		1500 – 1800 n. Chr.
Late middeleeuwen (LME)		1200 – 1500 n. Chr.
Volle middeleeuwen (VOME)		900 – 1200 n. Chr.
Vroege middeleeuwen (VRME)	Karolingische periode (VRME-K)	750 – 900 n. Chr.
	Merovingische periode (VRME-M)	480 – 750 n. Chr.
Romeinse tijd (ROM)	laat-Romeinse tijd (LROM)	270 – 480 n. Chr.
	midden-Romeinse tijd (MROM)	69 – 270 n. Chr.
	vroeg-Romeinse tijd (VROM)	57 v. Chr. – 69 n. Chr.
IJzertijd (IJ)	late ijzertijd (LIJ)	250 – 57 v. Chr.
	midden-ijzertijd (MIJ)	450 – 250 v. Chr.
	vroege ijzertijd (VIJ)	800 – 450 v. Chr.
Bronstijd (BR)	late bronstijd (LBR)	1050 – 800 v. Chr.
	midden-bronstijd B (MBR-B)	1500 – 1050 v. Chr.
	midden-bronstijd A (MBR-A)	1800 – 1500 v. Chr.
	vroege bronstijd (VBR)	2000 – 1800 v. Chr.
Neolithicum (NEO)		5250 – 2000 v. Chr.

Door de variatie aan dateringstechnieken en onzekerheidsintervallen is het moeilijk om de stalen in volgorde van ouderdom te ordenen. Toch werd aan elk staal handmatig een rangnummer toegekend dat min of meer de volgorde van ouderdom weergeeft. Dit is nuttig voor het ordenen van de stalen in grafieken. Hierbij moet wel in gedachten gehouden worden dat het bijna altijd om een waarschijnlijkheidsinterval gaat dat overlapt met andere stalen. Deze rangorde is dus een benadering.

2.1.2 INVENTARIS ARCHEOLOGISCHE SITES

2.1.2.1 Gebruikte datasets

Verschillende reeds bestaande datasets vormden samen de brongegevens voor de opbouw van de huidige inventaris. Het gaat zowel om datasets die opgesteld en onderhouden worden in functie van beheer als om inventarissen opgesteld in functie van wetenschappelijk onderzoek. Het gaat om volgende bestaande datasets:

- De Centrale Archeologische Inventaris (CAI, te raadplegen via <https://inventaris.onroerendergoed.be/waarnemingsobjecten/zoeken>).
- De evaluatierapporten 'Kenniswinst archeologieregelgeving', die sinds het werkjaar 2017 een overzicht geven van de resultaten van archeologisch onderzoek uitgevoerd in het respectievelijke jaar. Voor de periode 2017-2023 gaat het om uitgegeven, uitgeschreven rapporten (Ervynck et al., 2024, 2023, 2022, 2021; Ervynck & Haneca, 2020; Ribbens, 2019; Ribbens & De Groot, 2020). Vanaf 2024 gaat het om een aparte 'waarneming' binnen de CAI waar de onderzoeken per chronologische deelperiode worden geordend (te raadplegen via <https://inventaris.onroerendergoed.be/gebeurtenissen/1084422>).
- De inventarissen opgebouwd in het kader van de updates van de Onderzoeksbalans Archeologie, hoofdstukken "brons- en ijzertijd" en "vroeg middeleeuwen" (Benallou et al., 2024; Deschepper et al., 2025).
- De 'laat-Romeinse Inventaris Vlaanderen', opgebouwd in kader van een doctoraatsonderzoek naar de laat-Romeinse periode in Vlaanderen (Van Thienen, 2016).
- Het Loket Eindverslagen, waar rapportages van archeologisch onderzoek in Vlaanderen gepubliceerd worden (te raadplegen via <https://loket.onroerendergoed.be/archeologie/rapporten/eindverslagen>).

Daarnaast zijn de rapportages van verschillende zogenaamde 'lijntracés' doorgenomen, met name deze van twee grote lijntracés waarvan de individueel onderzochte sites niet individueel opgenomen zijn in de CAI. Het gaat meer bepaald om de vijf loten van de aardgasleiding Alveringem-Maldegem (Baeyens et al., 2018; Beke et al., 2019; Deconynck & Laloo, 2019; Verdegem & Bracke, 2019) en om het Air Liquide OxGAM-tracé Zelzate – Temse (Beke et al., 2021).

2.1.2.2 Selectiecriteria

AFBAKENING IN DE RUIMTE

Initieel was het de bedoeling een archeologische inventaris op te bouwen voor geheel Vlaanderen (Vlaanderen staat hierbij voor de huidige deelstaat en regio als onderdeel van het koninkrijk en de federale staat België). Omwille van de omvang van de brongegevens (oorspronkelijk > 7000 te controleren records; zie verder), de beschikbare tijd, en de duidelijke geografische verspreiding van de gekende landschappelijke gegevens op moment van aanvang van de inventarisatie (waarbij de meeste gegevens geconcentreerd zijn in West- en Oost-Vlaanderen; zie verder) is ervoor gekozen om een meer gedetailleerde inventaris op te bouwen op het niveau van de provincies **West- en Oost-Vlaanderen**.

AFBAKENING IN DE TIJD

De sites opgenomen in deze inventaris zijn beperkt tot sites met sporen uit **de bronstijd tot en met de volle middeleeuwen**. In vergelijking met de inventaris pollentellingen zijn het neolithicum, de late middeleeuwen en de nieuwe tijd dus niet opgenomen. Dit is bij opstart van de inventarisatie zo bepaald, gelet op de verwachting dat er enkel/voornamelijk pollengegevens uit de periode bronstijd t.e.m. volle middeleeuwen zouden bestaan. Bijkomend zou de opname van met name de late middeleeuwen het aantal te doorlopen records sterk hebben doen toenemen, wat binnen de beschikbare tijdsperiode niet haalbaar was. Gelet op het doel van de inventaris

is het chronologisch detail beperkt tot de chronologische deelperiode. De gevolgde chronologische periodisering is dezelfde als die voor de palynologische inventaris (Tabel 1).

KARAKTERISERING VAN DE OCCUPATIE

Gelet op de vraagstelling van het onderzoeksproject, dat zicht richt op diachrone vegetatie-evolutie waarbij menselijke impact een belangrijke rol speelt, is een selectie van archeologisch vastgestelde occupatievormen opgenomen. Meer bepaald gaat het hierbij om occupatievormen die een zekere impact gehad moeten hebben op de (directe) omgeving, omwille van hun aard en/of omvang. Deze geïnventariseerde occupatievormen worden, samen met de in de inventaris gebruikte codering, toegelicht in Tabel 2.

Tabel 2: Geïnventariseerde occupatievormen.

Code	Toelichting
1	Rurale nederzetting: minimaal één hoofdgebouw en één of meerdere geassocieerde structuren (waterput, bijgebouw, ...).
2	Rurale occupatie – structuren: waterput, bijgebouw(en), ... zonder hoofdgebouw/erfstructuur. Dit omvat ook ambachtelijke sites, zoals pottenbakkerslocaties. Sporen van houtskoolproductie (meilers) zijn niet opgenomen.
3	Centrale plaats, in meest brede zin: <i>vicus</i> , elitenederzetting, ...
4	Begraving, indien $n \geq 3$ of indien het gaat om grotere monumenten (grafcirkel, ...).
5	Cultus: tempel, ritueel enclos, kerkgebouw.
6	Militair: versterking, mottekasteel, ...

Kleinschalige of slecht begrepen/gedefinieerde occupatie is niet opgenomen. Het gaat bijvoorbeeld om een occupatiefase die enkel bestaat uit kuilen en greppels. Sporen van landbewerking en/of -inrichting (zoals grachtensystemen) zijn ook niet opgenomen, ook al kunnen deze grootschalig zijn.

2.1.2.3 Structuur van de inventaris

De inventaris is georganiseerd als een *spreadsheet* waarbij elke site één horizontaal record omvat. Elke site is gelokaliseerd aan de hand van een puntlocatie die het zwaartepunt is van het gebied dat archeologisch onderzocht is. Een site/record kan op die manier meerdere onderzoeksfases en CAI-waarnemingen omvatten, en evengoed kan ze ook meerdere chronologische occupatiefases omvatten.

De inventaris omvat twee grote categorieën van attributen: enerzijds metadata en anderzijds de karakterisering van de occupatie, gestructureerd per chronologische periode (Tabel 1). De metadata omvatten volgende attributen:

- **Inventaris ID:** uniek volgnummer.
- **CAI ID(s):** nummers van de gerelateerde waarnemingen in de CAI.
'nvt' (niet van toepassing) indien het record niet opgenomen is in de CAI.
- **X:** X-coördinaat van de puntlocatie in het Lambert72-coördinatensysteem.
- **Y:** Y-coördinaat van de puntlocatie in het Lambert72-coördinatensysteem.
- **Archeoregio**
- **Provincie**
- **Gemeente**
- **Deelgemeente**
- **Naam**

De karakterisering van de occupatie (volgens de categorieën opgesomd in Tabel 2) gebeurde zoals vermeld volgens chronologische deelperiode. Elke deelperiode vormt met andere woorden een eigen kolom in het *spreadsheet*. Ook de hoofdperiodes zijn toegevoegd (bijvoorbeeld 'BR alg' voor 'brons tijd algemeen') om toe te laten dat ook minder precies gedateerde sites opgenomen kunnen worden.

2.1.2.4 Dataverzameling

Voor de initiële dataverzameling is enkel gebruik gemaakt van de CAI en van de evaluatierapporten kenniswinst.

CENTRALE ARCHEOLOGISCHE INVENTARIS

Per chronologische hoofdperiode werd een uitdraai gemaakt van de CAI. Deze aparte lijsten zijn vervolgens samengevoegd, waarna dubbele records (op basis van het CAI ID) verwijderd zijn.

Aangezien het de bedoeling is deze archeologische gegevens ruimtelijk te testen ten opzichte van landschappelijke gegevens, is deze uitdraai (die ook niet-gelokaliseerde waarnemingen omvat) vervolgens opgeschoond door deze niet-gelokaliseerde records te verwijderen. Dit gebeurde door de uitdraai in GIS te koppelen aan de laag 'waarnemingen – publiek en privaat' zoals te downloaden via het Geoportaal van het agentschap Onroerend Erfgoed: zo werd een bestand bekomen waarbij niet-gelokaliseerde waarnemingen geen X/Y-coördinaten hebben, waarna deze eenvoudig verwijderd konden worden.

Vervolgens zijn records die enkel voortkomen uit (een combinatie van) archeologische methodes die niet met zekerheid toelaten om de aanwezigheid, aard en/of datering van een archeologische site te bepalen, verwijderd. Het gaat om volgende methodes, verzameld in het veld 'gebeurtenistypes':

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| - Luchtfotografie en laseraltimetrie | - Veldkartering |
| - Metaaldetectie | - Booronderzoek |
| - Geofysisch onderzoek | - Bureauonderzoek |
| - Historische studie | - Literatuurstudie |
| - Kaartstudie | |

Tot slot zijn onder het veld 'typologie' records verwijderd die enkel (een combinatie van) elementen omvatten die toelaten om vast te stellen dat het record geen relevante archeologische site omvat. Dit omdat het niet om contextuele archeologische informatie gaat, of omdat het om archeologische informatie gaat die niet relevant is (bijvoorbeeld omdat ze betrekking heeft op stedelijke occupatie). Het gaat om volgende elementen:

- | | | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------------|
| - Archeologische indicaties | - Meilers | - Stenen |
| - Bruggen | - Munten | - Verharde wegen |
| - Bunkers | - Podzols | - Vondstenconcentraties |
| - Crop marks | - Rivierdeposities | - Wegen |
| - Houtskoolbranderijen | - Stadsomwallingen | - Werktuigen |
| - Indicaties uit luchtfotografie | - Stadspoorten | |
| - Losse vondsten | - Steden | |

De overblijvende lijst omvat verschillende geografische dubbels: voor- en vervolgonderzoek op dezelfde site die onder een ander ID opgenomen zijn in de CAI.

EVALUATIERAPPORTEN KENNISWINST

Per evaluatierapport zijn de relevante records, per periode, opgelijst. Deze lijst is vervolgens naast de CAI-uitdraai gelegd, om eventueel missende records uit de CAI-uitdraai aan te vullen.

2.1.2.5 Datacontrole en -invoer

Bij het invoeren van de archeologische gegevens vormt '**de site**' het basisniveau. Een site wordt gedefinieerd als een locatie waar, via archeologisch onderzoek, een occupatie uit het verleden met zekerheid is vastgesteld, op basis van de aanwezigheid van sporen, structuren en/of vondsten. Zoals vermeld zijn enkel sites opgenomen waar de occupatie ruraal van aard is.

Bij het doorlopen van de initieel opgebouwde dataset zijn records die geen relevante informatie bevatten of die niet volgens de relevante archeologische methodes onderzocht zijn, niet verder opgenomen in de uiteindelijke inventaris. Daarnaast zijn records die betrekking hebben op eenzelfde site samengevoegd.

Wegens de omvang van de te controleren dataset en de beperkt beschikbare tijd is voor de chronologische fasering en karakterisering van de occupatie hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de samenvattingen van het onderzoek, beschikbaar in de CAI en/of in de rapportages. Enkel in die gevallen waar de rapportage eenvoudig te raadplegen was (bijvoorbeeld via OAR of het Loket Eindverslagen) is de oorspronkelijke rapportage gebruikt. In de andere gevallen gebeurde de inventarisatie op basis van de informatie beschikbaar in de CAI.

De chronologische bepaling gebeurde waar mogelijk op niveau van de chronologische deelperiode. Daarbij geldt aan- of afwezigheid van occupatie op het niveau van de chronologische deelperiode. Indien deze chronologische precisie niet beschikbaar was, is de occupatie ingevoerd in die mate dat de beschikbare en geraadpleegde informatie dit toeliet. Voorbeelden zijn:

- Occupatie gedateerd als 'Romeins' is ingevoerd onder 'ROM alg'.
- Occupatie gedateerd als 'midden-bronstijd' is ingevoerd onder 'MBRA' en 'MBRB'
- Occupatie gedateerd als 'late ijzertijd – Romeins' is ingevoerd onder 'LIJ' en 'ROM alg'.
- Occupatie gedateerd als 'vroegmiddeleeuws' is ingevoerd onder 'VRMEM' en 'VRMEK'.

2.1.2.6 Sites per deelperiode plotten op kaart

Per deelperiode werd ten slotte in QGIS een kaart gemaakt van West- en Oost-Vlaanderen, met daarop de sites uit die periode, geplot op een achtergrond van een vereenvoudigde versie (door Historical Archaeology Research Group, Vakgroep Archeologie, Universiteit Gent) van de kaart met bodemtypes (Databank Ondergrond Vlaanderen, 2017).

De verschillende occupatietypes worden met verschillende symbolen weergegeven.

2.1.2.7 Niet-rurale bewoning Romeinse periode en volle middeleeuwen

Het onderzoek richt zich in eerste instantie op de landelijke ruimte. Tijdens de Romeinse periode en volle middeleeuwen is er in Vlaanderen echter ook sprake van stedelijke bewoning. Deze occupatie is niet meegenomen in de archeologische inventarisatie en het syntheseonderzoek als geheel, maar haar landschappelijke impact valt uiteraard niet te ontkennen. Ter aanvulling op de archeologische inventaris zijn daarom ook twee GIS-lagen aangemaakt, die voor de Romeinse periode en voor de volle middeleeuwen een inschatting geven van het aantal en de oppervlakte van respectievelijk *vici* (Romeinse landelijke centra) en de volmiddeleeuwse steden, dit opnieuw voor West- en Oost-Vlaanderen.

ROMEINSE VICI

Op basis van de Onderzoeksbalans archeologie, hoofdstuk Romeinse tijd, versie 1, 2008 (Vanderhoeven et al., 2022) is een lijst opgesteld van (quasi) zekere Romeinse *vici* tijdens de 2^e-3^e eeuw n. Chr. in de provincies West- en Oost-Vlaanderen:

- | | |
|---------------|---------------|
| - Aartrijke | - Oudenburg |
| - Harelbeke | - Velzeke |
| - Kortrijk | - Waasmunster |
| - Kruishoutem | - Wervik |
| - Merendree | |

Voor deze centra is er logischerwijs geen historisch-cartografisch materiaal beschikbaar waardoor hun afbakening enkel te baseren is op archeologisch onderzoek. Er is echter sprake van grote verschillen tussen deze centra op vlak van omvang en aard van het archeologisch onderzoek, met het gevolg dat sommige van deze nederzettingen veel beter gekend zijn dan andere. In zowat alle gevallen is het echter onmogelijk om een onderbouwde ruimtelijke afbakening van de nederzetting voor te stellen.

Om die reden is uitgegaan van een puntlocatie waarrond een cirkelvormige buffer van 500 m getrokken is. Zo wordt een cirkelvormige polygoon bekomen. Het gaat hier dus zeker niet om een correcte, onderbouwde afbakening van het *vicus*-areaal, maar slechts om een inschatting.

VOLMIDDELEEUWSE STEDEN

Voor de opbouw van de GIS-laag met middeleeuwse steden in West- en Oost-Vlaanderen is vertrokken vanuit de vastgestelde archeologische zones met betrekking tot de historische stadskernen. Deze omvat voor beide provincies in totaal 28 steden. Op basis van de inventaris Onroerend Erfgoed en literatuur is nagegaan of deze steden tijdens de 11de-12de eeuw met enige zekerheid als 'stad' te karakteriseren zijn, en wat hun (gereconstrueerd) grondgebied dan was. In alle weerhouden gevallen was dit grondgebied kleiner dan de afgebakende archeologische zone. Dit is geen verrassing aangezien deze archeologische zones voornamelijk afgebakend zijn op basis van 17de- tot 19de-eeuws historisch kaartmateriaal.

Uiteindelijk zijn acht steden niet weerhouden, zodat een groep van 20 steden overblijft (Tabel 3). De afgebakende stedelijke zones mogen in geen geval gezien worden als het product van doorgedreven onderzoek. Ze vormen slechts een ruwe indicatie van het verstedelijkte gebied tijdens de volle middeleeuwen.

Historische stadskern	Beslissing
Aalst	Kleinere polygoon
Brugge	Kleinere polygoon
Damme	Kleinere polygoon
Deinze	Kleinere polygoon
Dendermonde	Kleinere polygoon
Diksmuide	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Eeklo	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Gent	Kleinere polygoon
Geraardsbergen	Kleinere polygoon
Gistel	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Harelbeke	Kleinere polygoon
Ieper	Kleinere polygoon
Kortrijk	Kleinere polygoon
Lo	Kleinere polygoon
Menen	Kleinere polygoon
Mesen	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Nieuwpoort	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Ninove	Kleinere polygoon
Oostende	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Oudenaarde	Kleinere polygoon
Oudenburg	Kleinere polygoon
Poperinge	Kleinere polygoon
Ronse	Kleinere polygoon
Tielt	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200
Torhout	Kleinere polygoon
Veurne	Kleinere polygoon
Wervik	Kleinere polygoon
Zottegem	Niet te karakteriseren als stad vóór 1200

Tabel 3: Overzicht van 'historische stadskernen' beschermd als archeologische zone, in West- en Oost-Vlaanderen. Met toelichting over opname in de GIS-laag.

2.2 DATA-ANALYSE

Om de ruimtelijke en chronologische spreiding van pollenwaarden uit de inventaris verder te interpreteren, worden ze op verschillende manieren visueel voorgesteld.

2.2.1 KAARTENREEKSEN

Een eerste manier is op kaart. De pollengegevens worden gekoppeld (attributentabel) aan de GIS-laag met vindlocaties (coördinaten), samen met de periode waartoe het bestudeerde spoor behoort. Op die manier zijn composietkaarten gegenereerd voor taxa en groepen, waarbij de pollenpercentages per periode in de ruimte worden voorgesteld aan de hand van een kleurschaal. Deze kaarten werden gemaakt voor zes groepen en voor een selectie van taxa (Tabel 4), telkens voor de hele dataset (Vlaanderen). Pollentypes van taxa die zeer weinig pollen produceren (vb. *Acer*) zijn meestal niet opgenomen.

Tabel 4: Ecologische groepen en individuele taxa waarvoor composietkaartjes aangemaakt zijn.

Ecologische groepen	Individuele taxa		
Bomen en struiken (totaal)	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Vitis vinifera</i>
Heideplanten	<i>Pinus</i>	<i>Taxus</i>	Cannabaceae
Cultuurgewassen	<i>Quercus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Linum usitatissimum</i>
Ruderalen en akkeronkruiden	<i>Tilia</i>	<i>Juglans</i>	<i>Centaurea cyanus</i>
Graslandplanten	<i>Ulmus</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Orlaya grandiflora</i>
Algemene kruiden	<i>Fagus</i>	Cerealie type	<i>Spergula arvensis</i>
	<i>Carpinus</i>	<i>Secale cereale</i>	Poaceae
	<i>Ilex</i>	<i>Fagopyrum</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>

Dit is een snelle manier om ruimtelijke en temporele patronen te ontdekken. Anderzijds verbergen dergelijke kaartjes echter een deel van de data, namelijk wanneer meerdere spectra op één site of dicht bij elkaar liggen. De zichtbaarheid wordt deels verbeterd door aparte kaartjes te maken voor de hoge middelste en laagste waarden. Zo werden er voor het AP in Vlaanderen in enkele periodes kaartjes gemaakt met de kwartielen als grenzen. Verder laat een kleurschaal niet toe om exacte pollenpercentages af te lezen. Er werd dus gezocht naar bijkomende manieren om de data te onderzoeken.

2.2.2 MULTIVARIATE STATISTIEK

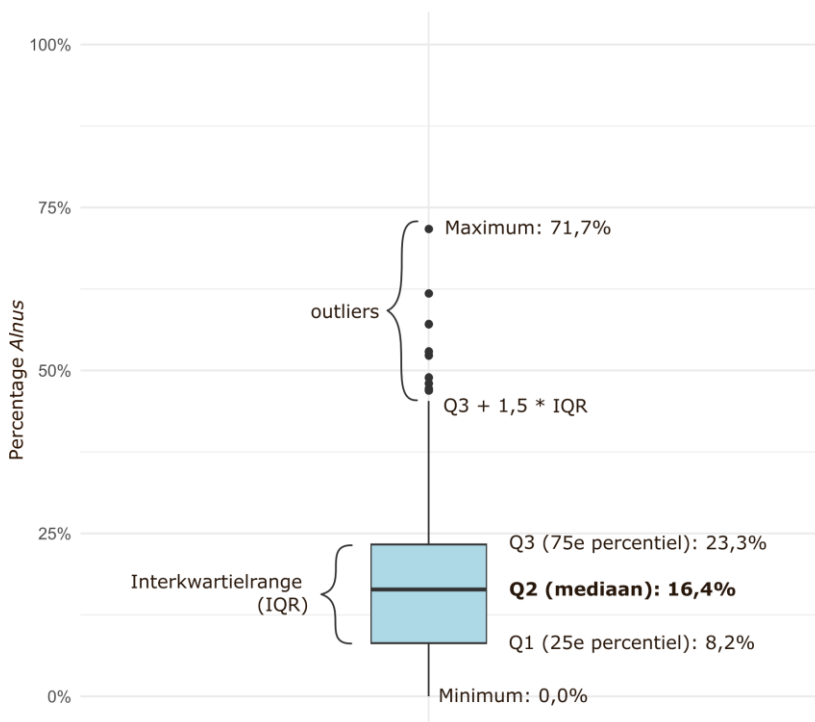
Met statistische methoden werd getest of er ruimtelijke en/of chronologische variaties in de pollenspectra aanwezig zijn, rekening houdend met de geassocieerde metadata (periode, ecoregio, type structuur). Deze analyses werden uitgevoerd met behulp van scripts in R (R Core Team, 2024) en gespecialiseerde packages: 'vegan' (Oksanen et al., 2025), 'indicspecies' (De Cáceres & Legendre, 2009) en 'geosphere' (Hijmans, 2024).

Eerst werd met het 'vegan'-package een **NMDS** (Non-metric Multidimensional Scaling) uitgevoerd en geplott met ggplot, zowel per periode als per type structuur. Vervolgens werd met hetzelfde package een **ANOSIM** test toegepast die toont hoe groot het verschil is tussen groepen of taxa (R-waarden tussen -1 en 1) en of het verschil statistisch significant is ($p < 0,05$). De resultaten werden weergegeven als boxplots per periode, ecoregio en type structuur. Vervolgens werd voor categorische variabelen een **indicator species analysis** uitgevoerd met het 'indicspecies'-package: Multipatt werd uitgevoerd voor periode, ecoregio, type structuur. Voor enkele

regio's/periodes werden de resulterende indicator-taxa geplot als boxplots. Ten slotte werd voor de continue variabelen een **Mantel test** uitgevoerd met het 'vegan'-package die de afstanden tussen pollenspectra vergelijkt met de afstand in ouderdom en de ruimtelijke afstand (verkregen met het 'geosphere'-package).

2.2.3 BOXPLOTS

Grote hoeveelheden data kunnen aan de hand van statistische parameters vereenvoudigd voorgesteld worden. In dit geval willen we de evolutie van pollenpercentages doorheen de tijd voor een bepaald gebied voorstellen. Een gemiddelde waarde per periode houdt rekening met de percentages van alle spectra, maar kan precies daardoor een vertekend beeld geven door hoge of lage outliers. Een mediaan is meer geschikt om de middelste waarde in een dataset weer te geven, maar hier is dan weer het nadeel dat de mediaan geen rekening houdt met de spreiding van de data. Een combinatie met de minimale en maximale waarden en de standaarddeviatie kan men hierover wel een idee geven. In dit rapport werd gekozen voor boxplots, omdat deze een goed idee geven van de spreiding van zowel de meest voorkomende waarden als de uitersten. Een boxplot geeft data weer aan de hand van kwartielen: statistische parameters die alle waarden, van laag naar hoog geordend, in vier gelijke delen verdelen (Figuur 5). De box zelf stelt de interkwartielrange voor en omvat alle waarden tussen kwartiel 1 (Q1, 25^e percentiel) en kwartiel 3 (Q3, 75^e percentiel) of de middelste 50% van alle waarden. Het 50^e percentiel, of de mediaan, wordt voorgesteld met een horizontale lijn in de box. De spreiding van de overige waarden (minimale waarde tot kwartiel 1 en kwartiel 3 tot maximale waarde) wordt afgebeeld aan de hand van een verticale lijn. Deze boxplots worden gegenereerd met het softwarepakket 'ggplot2' (Wickham, 2016) in RStudio (The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2024) door middel van de functie 'geom_boxplot'. Ggplot2 stelt outliers voor als een punt. Outliers zijn datapunten die een waarde hebben van meer dan 1,5 keer de kwartielf afstand onder Q1 of boven Q3. In Figuur 5 zien we een voorbeeld dat toont dat de middelste helft van de waarden voor *Alnus* in de dataset zich tussen 8,2% en 23,3% bevindt, dat de minimale waarde 0% is en de maximale waarde 71,7%. De middelste waarde uit de dataset (mediaan) is 16,4%. Ongeveer 9 spectra worden als outlier beschouwd (zie stippen).



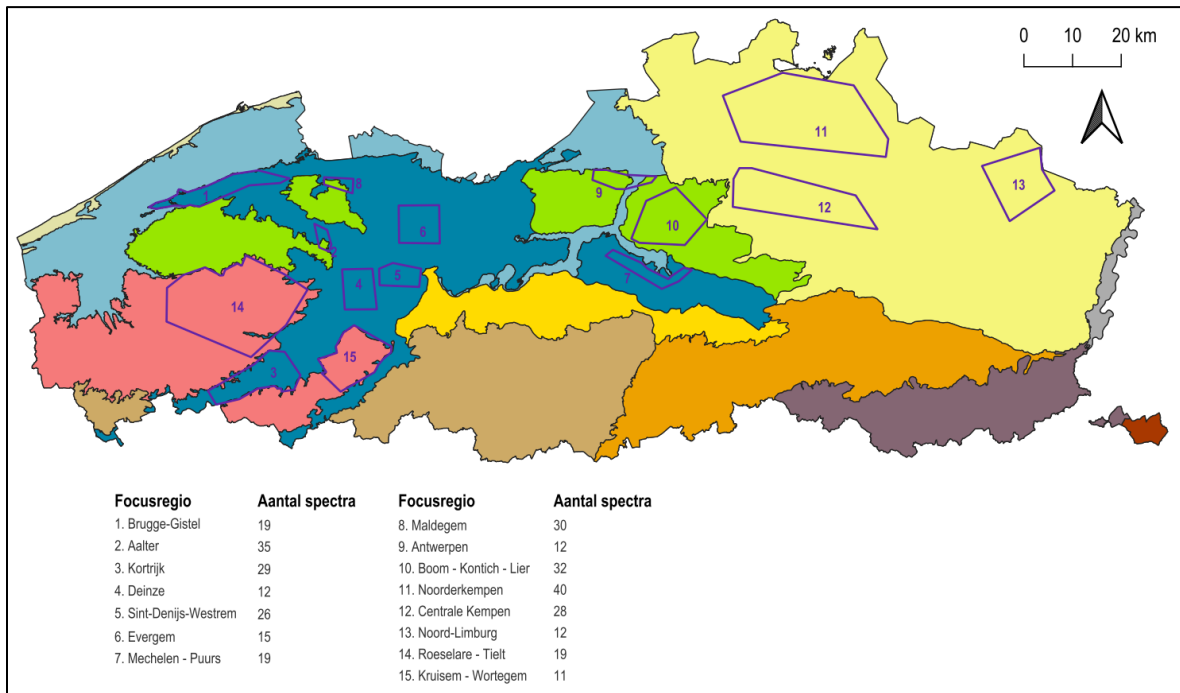
Figuur 5: Voorbeeld van een boxplot.

In dit rapport wordt de evolutie van pollenpercentages doorheen de tijd weergegeven door boxplots, waarbij de periode op de x-as staat en de verdeling van de waarden voor een bepaald taxon of een ecologische groep op de y-as. Op niveau van de **volledige dataset** werden dit soort boxplots gemaakt voor dezelfde groepen en taxa als de kaartenreeksen (Tabel 3).

Verder werden combiplots met de zes ecologische groepen, die samen de pollensom vormen, ook gegenereerd voor deelgebieden. Daarbij wordt op de achtergrond telkens de boxplot van het bovenliggende geografisch niveau in grijs weergegeven, om makkelijke vergelijking met de bredere regio toe te laten. Hiertoe werd de dataset opgesplitst in **vier bodemtypes**, die elk opnieuw opgesplitst worden in twee of drie **ecoregio's** (ecodistricten in het geval van de kust- en Scheldepolders) (Figuur 6). In ecoregio's met zeer veel data werden vervolgens **focusregio's** afgebakend om de variatie binnen deze ecoregio's in kaart te brengen. Hierbij werden zones gekozen met relatief uniforme kenmerken en met veel pollenspectra uit diverse periodes dicht bij elkaar.

Tabel 5: Geografische onderverdeling van de dataset.

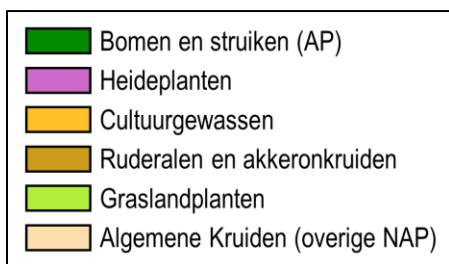
Hele dataset	Bodemtype	Ecoregio (-district*)	Focusregio's
Vlaanderen	Duinen en polders	Kustduinen	-
		Kustpolders*	-
		Getijdenschelde*	-
	Zandstreek	Pleistocene riviervalleien	Brugge-Gistel; Aalter; Kortrijk; Deinze; Sint-Denijs-Westrem; Evergem; Mechelen-Puurs
		Cuesta's	Maldegem; Antwerpen; Boom-Lier
		Kempen	Noorderkempen; Centrale Kempen; Noord-Limburg
	Zandleemstreek	Westelijke interfluvia	Roeselare-Tielt; Kruisem-Wortegem
		Midden-Vlaamse overgangsgebieden	-
		Zuidwestelijke heuvelzone	-
	Leemstreek	Zuidoostelijke heuvelzone	-
		Krijt-leemgebieden	-



Figuur 6: Locatie van de focusregio's.

2.2.4 STAAFDIAGRAMMEN

Voor de regio's van het meest specifieke niveau (soms zijn dat ecoregio's (-districten), soms zijn dat focusregio's) werden ten slotte staafdiagrammen gemaakt die de individuele spectra, opgesplitst in ecologische groepen, tonen. In alle grafieken wordt dezelfde kleuren gebruikt voor de ecologische groepen (Figuur 7). Deze spectra worden visueel gelinkt aan een tijdschaal. In de provincies West- en Oost-Vlaanderen wordt daarnaast ook voor elke periode het aantal sites per 100 km² (o.b.v. oppervlakte van de eco- of focusregio) en per 100 jaar (o.b.v. lengte periode) geplot. Deze waarden zijn gekozen als benadering van de bewoningsdichtheid.



Figuur 7: Legende voor de groepen pollentypes.

2.3 EVALUATIE VAN PALYNOLOGISCH ONDERZOEK BINNEN DE VLAAMSE MALTA-ARCHEOLOGIE

In het luik 'evaluatie' wordt de ruimtelijke en chronologische spreiding van pollendata in de inventaris besproken. Verder wordt nagegaan in hoeverre de manier van rapportage in de commerciële archeologie toelaat om verder (synthese)onderzoek uit te voeren op bestaande resultaten van palynologisch onderzoek. In een laatste deel gaan we op basis van een bevraging bij depothouders na hoe pollenstalen bewaard worden en in hoeverre daar mogelijkheden zijn om in het kader van (synthese)onderzoek verdere analyses uit te voeren op bewaarde stalen. Op basis van deze vaststellingen formuleren we advies, zowel voor archeologen, palynologen als depothouders, over hoe rapportage en bewaring in de toekomst best aangepakt worden.

2.3.1 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE SPREIDING VAN DE DATASET

Op basis van samengestelde inventaris is een evaluatie van de ruimtelijke en chronologische spreiding van de pollendata mogelijk. Eventuele hiaten worden besproken en waar mogelijk verklaard.

2.3.2 EVALUATIE VAN RAPPORTAGE PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

Tijdens het verzamelen van palynologische data werd een groot aantal eindverslagen van archeologisch onderzoek en rapporten van palynologische analyses doorgenomen die uitgevoerd werden in het kader van archeologisch Malta-onderzoek. Hierbij werden niet alleen kwantitatieve palynologische data verzameld in functie van de verdere geografische en chronologische analyses, maar werd ook geregistreerd in hoeverre de gerapporteerde gegevens op een correcte, volledige en bruikbare manier zijn weergegeven, zodat ze ook voor verder onderzoek, zoals bijvoorbeeld syntheseonderzoek, kunnen worden gebruikt.

- Zijn rapporten met palynologische data gemakkelijk terug te vinden? Hoe worden ze geïntegreerd in het archeologisch eindverslag?
Dit wordt niet kwantitatief bijgehouden, maar de verschillende manieren van aanpakken worden wel geregistreerd.
- Zijn de palynologische data uit rapporten gemakkelijk te gebruiken voor verder onderzoek?
Hiertoe wordt systematisch bijgehouden of en in welke vorm de telgegevens beschikbaar zijn. Daarnaast worden eventuele drempels bij het verzamelen van telgegevens genoteerd.
- Zijn de metadata bij de pollentellingen makkelijk terug te vinden?

2.3.3 EVALUATIE VAN OMGAAN MET POLLENSTALEN

Om zicht te krijgen op de bewaring van stalen voor palynologisch onderzoek in Vlaanderen werd een enquête opgesteld voor depotmedewerkers. Tijdens het opstellen van de vragen werd nog eens duidelijk dat extra sensibilisering nodig is naar veldarcheologen en depotmedewerkers toe over het verwerkings- en analyseproces van stalen en het hanteren van een uniforme en duidelijke terminologie.

De vragen in de enquête peilen naar de overdracht van stalen aan het depot (zowel data als fysieke stalen), een inschatting van de hoeveelheid bewaarde stalen, de bewaaromstandigheden, de raadpleegbaarheid, het

onderzoeks- en afstotingsbeleid. De enquête werd bewust beperkt en laagdrempelig gehouden, met mogelijkheid voor opmerkingen en suggesties, om voldoende respons te garanderen. Er werd ook van de gelegenheid gebruik gemaakt te peilen naar ongepubliceerd palynologisch onderzoek dat van belang kan zijn voor dit syntheseonderzoek.

De resultaten van deze enquête en de vragen en bezorgdheden die geuit werden door depotmedewerkers in het kader van deze bevraging, zijn gebruikt om een stand van zaken te schetsen van de huidige manier van omgaan met pollenstalen en om advies te geven naar de toekomst.

Het syntheseonderzoek zelf en de enquête werden toegelicht door enkele van de auteurs tijdens een bijeenkomst van het Vlaams Depotnetwerk (collegagroep erkende onroerendergoeddepots) op 4 maart 2024 in Brussel. De enquête zelf werd aan alle erkende depots bezorgd en tevens ruimer verspreid onder organisaties die ook archeologische collecties beheren.

De enquête werd vormgegeven en verwerkt door de dienst Data & Analyse van de provincie Oost-Vlaanderen via de software Socratos.

Begeleidende mail enquête:

Beste,

Met het syntheseproject Looking down the well bekijken we verschillende aspecten van het palynologisch onderzoek van archeologische structuren uit Vlaanderen. Eén daarvan is de evaluatie van hoeveel van de genomen stalen voor palynologisch onderzoek er in de depots terecht komen en hoe deze worden bewaard. Vandaar deze enquête.

De enquête kan anoniem worden ingevuld. Ook als je niet op alle vragen kan antwoorden is het voor ons waardevol dat je deelneemt en je een eventueel onvolledig ingevulde enquête indient. Je kan de enquête via volgende link invullen. Het invullen neemt ongeveer 10 minuten in beslag. Gelieve de bevraging tegen ten laatste vrijdag 22 maart in te vullen.

Verslagen van pollenonderzoek dat werd uitgevoerd in opdracht van het depot zijn belangrijk voor dit onderzoek. Indien deze verslagen niet werden gepubliceerd, mogen ze bezorgd worden aan Annelies Storme.

Alvast bedankt!

Vanwege het projectteam

Enquête:

1/ Worden pollenstalen aangeboden door archeologische bedrijven of eigenaars aan het depot?

- ☐ ja
☐ nee Indien nee: Wat is de reden?

2/ Aanvaardt het depot pollenstalen?

- ☐ ja
☐ nee Indien nee: Wat is de reden?

3/ Hanteert het depot hiervoor verpakkingsvoorwaarden en welke?

- ☐ Omwikkeld met plasticfolie
- ☐ Plastic zak
- ☐ Label op buitenkant (staalkaartje)
- ☐ Andere: ...
- ☐ Er zijn geen verpakkingsvoorwaarden

4/ Gebeurt er een visuele inspectie van de binnengekomen stalen?

- ☐ ja Indien ja: Waar wordt op gelet?
- ☐ nee

5/ Wordt de bewaringshistoriek opgevraagd en geregistreerd (waar verbleven de pollenstalen voor ze in het depot binnen kwamen)?

- ☐ ja
- ☐ nee

6/ Het depot heeft momenteel in bewaring:

- ☐ Pollenstalen (pollenbakken, boorkernen) (Figuur 8a-b)
- ☐ Gesamplede pollenstalen (pollenstalen waar reeds substalen uit genomen werden) (Figuur 8c)
- ☐ Zakjes met substalen (Figuur 8d)
- ☐ Geen



Figuur 8: Mogelijke vormen van pollenstalen: (a) verpakte pollenbak, (b) geopende boorkern (onverpakt, ter illustratie), (c) pollenbak waaruit reeds substalen genomen zijn (onverpakt, ter illustratie), (d) zakjes met substalen.

7/ Worden de stalen gemonitord in het depot?

- ☐ ja
☐ nee

8/ Maakt het depot na een bepaalde bewaartermijn een selectie in de pollenstalen (bewaren, niet bewaren)?

- ☐ ja Indien ja: welke criteria worden gehanteerd?
☐ nee

9/ Hoeveel pollenstalen zijn aanwezig in het depot?

- ☐ Exact: ...
☐ Schatting: ...
☐ Geef ik liever niet door

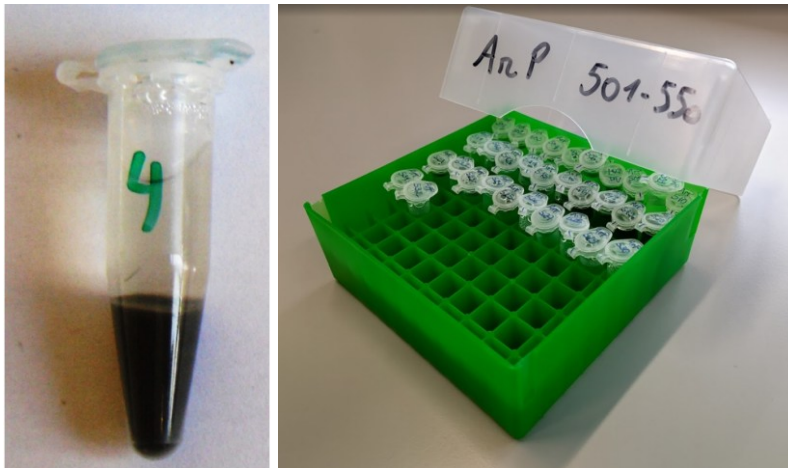
10/ In welke omstandigheden worden pollenstalen bewaard in het depot?

- ☐ Ongekoeld bij een gemiddelde temperatuur van: ... C°
☐ In een koelcel/koelkast bij een gemiddelde temperatuur van: ... C°
☐ In een diepvries bij een gemiddelde temperatuur van: ... C°

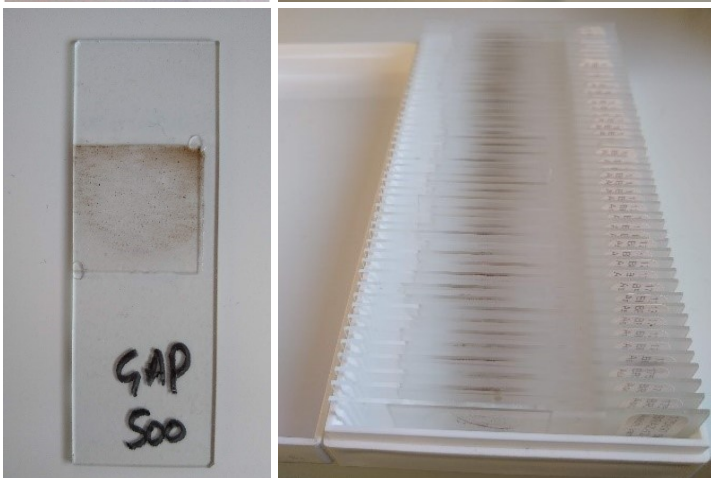
11/ Worden VERWERKTE pollenstalen aangeboden aan het depot?

- ☐ Microcentrifugeertubes (bv. Eppendorfbuisje) (Figuur 9a)
☐ Preparaten (Figuur 9b)
☐ Geen

a.



b.



Figuur 9: verwerkte pollenstalen, bewaard (a) als residu in microcentrifugeerbuisjes, (b) als preparaat.

12/ Het depot aanvaardt verwerkte pollenstalen:

- ☐ Microcentrifugeertubes
- ☐ Preparaten

Welke bewaaromstandigheden worden gehanteerd?

13/ Welke documentatie over gesamplede en/of verwerkte pollenstalen die binnenkomen vraagt het depot op bij overdracht?

- ☐ Eindverslag
- ☐ Palynologisch assessment/analyserapport
- ☐ Andere: ...

14/ Om welke redenen heeft het depot zelf al palynologisch onderzoek laten uitvoeren op pollenstalen?

- ☐ Wetenschappelijke vraagstelling
- ☐ Waardering
- ☐ In functie van selectie van stalen (bewaren/niet bewaren)
- ☐ Andere: ...
- ☐ Nog geen onderzoek zelf laten uitvoeren

Heb je zelf nog bedenkingen, vragen of suggesties?

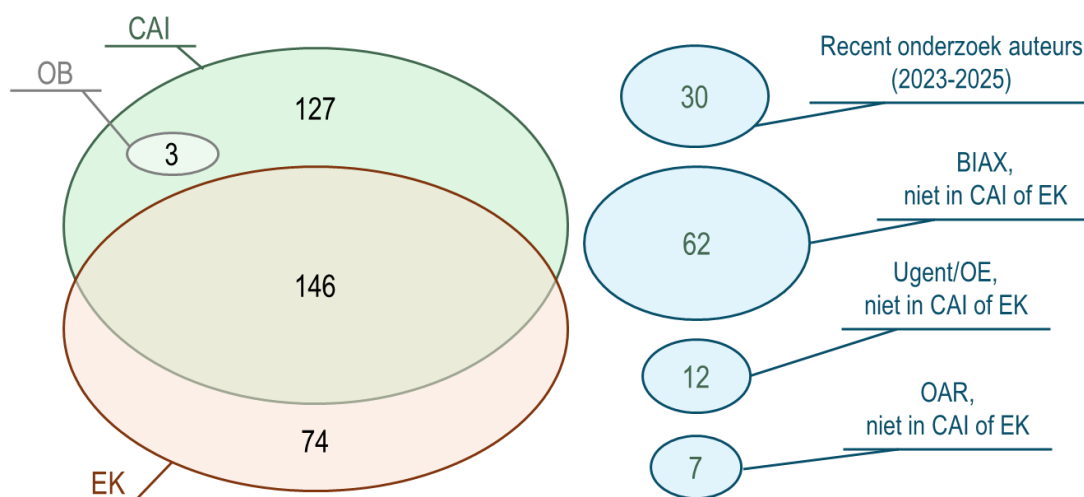
3. BESCHRIJVING VAN DE DATASET

3.1 INVENTARIS POLLENSPECTRA

3.1.1 VERZAMELEN VAN RAPPORTEN

3.1.1.1 Rapporten waarin sprake is van pollenonderzoek

Bij het doorzoeken van de eerste drie bronnen (zie 2.1.1.1: CAI (bron 1), lijsten uit de evaluatie kenniswinst (bron 2), en onderzoeksbalans (bron 3)), werden er in totaal 499 records verzameld van rapporten of publicaties met verwijzing naar pollenonderzoek. Binnen deze lijst is er een grote mate van overlap, vooral tussen de records uit de CAI en uit de evaluatie kenniswinst (Figuur 10). Alle verwijzingen uit de onderzoeksbalans waren ook terug te vinden in de CAI, waardoor de onderzoeksbalans als bron geen bijkomende informatie opleverde. Na het verwerken van deze dubbele records, bleven er 350 unieke rapporten/publicaties over.



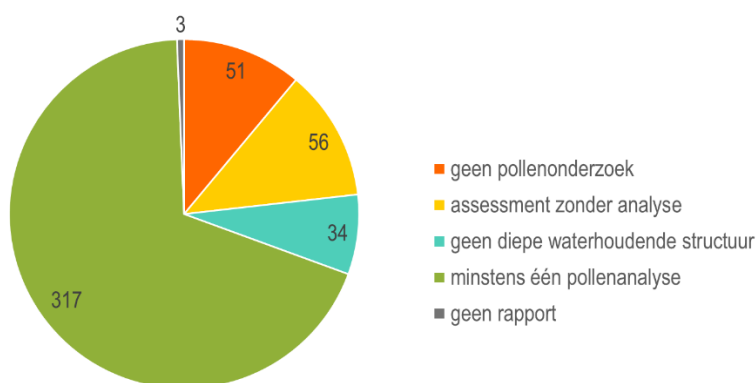
Figuur 10: Aantal rapporten en publicaties met vermelding van pollenonderzoek per bron. OB = onderzoeksbalans, EK = evaluatie kenniswinst, CAI = centrale archeologische inventaris, OAR = open archief Onroerend Erfgoed, OE = agentschap Onroerend Erfgoed (incl. voorgangers).

Daarnaast gingen de auteurs na welke pollenanalyses die ze zelf uitvoerden nog van waarde zouden kunnen zijn (bron 4). Het gaat enerzijds om ouder en anderzijds juist om recenter onderzoek. Dit leverde 62 bijkomende rapporten van BIAx op die niet voorkomen in de CAI of de evaluatie kenniswinst. Deze rapporten dateren vooral van 2018 en vroeger. Verder werden 12 rapporten/publicaties (of sites met ongepubliceerde pollendata) toegevoegd uit ouder onderzoek uitgevoerd bij de Universiteit Gent of het agentschap Onroerend Erfgoed (en voorlopers). Ten slotte zijn er nog 30 rapporten met zeer recent onderzoek dat nog niet in de CAI en evaluatie kenniswinst terug te vinden is.

Verder werden er nog 7 rapporten toegevoegd aan de lijst die niet terug te vinden waren in de CAI of evaluatie kenniswinst, maar wel het Open Archief (OAR, bron 5). Uit de bevraging bij erfgoeddepots (bron 6) kwamen geen bijkomende data. Alles samen levert dit een totaal van 461 rapporten of publicaties op die terug te vinden zijn in 'Lijst P1' (Bijlage 3).

3.1.1.2 Rapporten met bruikbaar pollenonderzoek

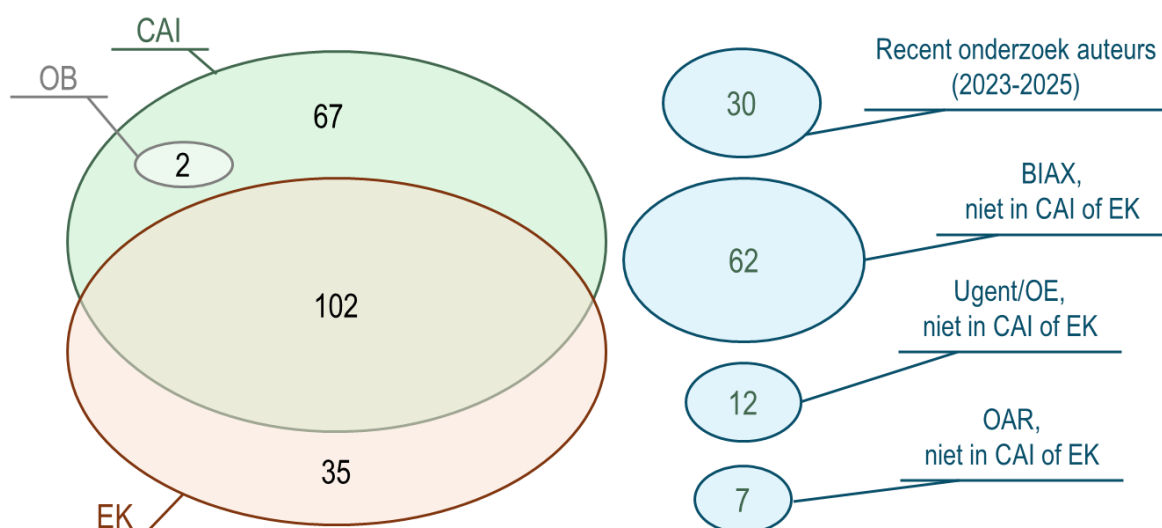
De lijst met 461 rapporten/publicaties werd verder gescreend met de bedoeling om enkel rapporten over te houden met pollenspectra die bruikbaar zijn voor dit onderzoek (Figuur 11). Rapporten waarin toch geen pollenonderzoek beschreven wordt (51), waarin enkel assessments voorkomen (56) of waarin geen diepe waterhoudende structuren geanalyseerd zijn (34), werden uit de lijst geschrapt. Ook drie onderzoeken waarvoor het rapport niet teruggevonden werd, zijn weggelaten. De overblijvende lijst omvat 317 rapporten of publicaties waarin minstens één pollenanalyse beschreven wordt ('Lijst P2', Bijlage 3).



Figuur 11: Bruikbaarheid van de rapporten voor het huidige onderzoek. Enkel rapporten met minstens één pollenanalyse op een diepe waterhoudende structuur zijn bruikbaar.

VOLGENS BRON

Na het screenen van de lijst op aanwezigheid van geschikte pollenanalyses, blijken zowel de lijst uit de CAI als die uit de evaluatie kenniswinst een heel aantal 'vals positieven' te bevatten: rapporten die wel het label 'pollen' dragen, maar in werkelijkheid geen bruikbare palynologische analyses bevatten – of enkel assessments. Het aantal records uit de CAI wordt gereduceerd van 276 naar 171 en uit de evaluatie kenniswinst van 220 naar 137 – ofwel net iets meer dan 60% in beide bronnen (Figuur 12). De aantallen bij bronnen 5 en 6 blijven dezelfde, aangezien daar bij de invoer al rekening gehouden was met de criteria.

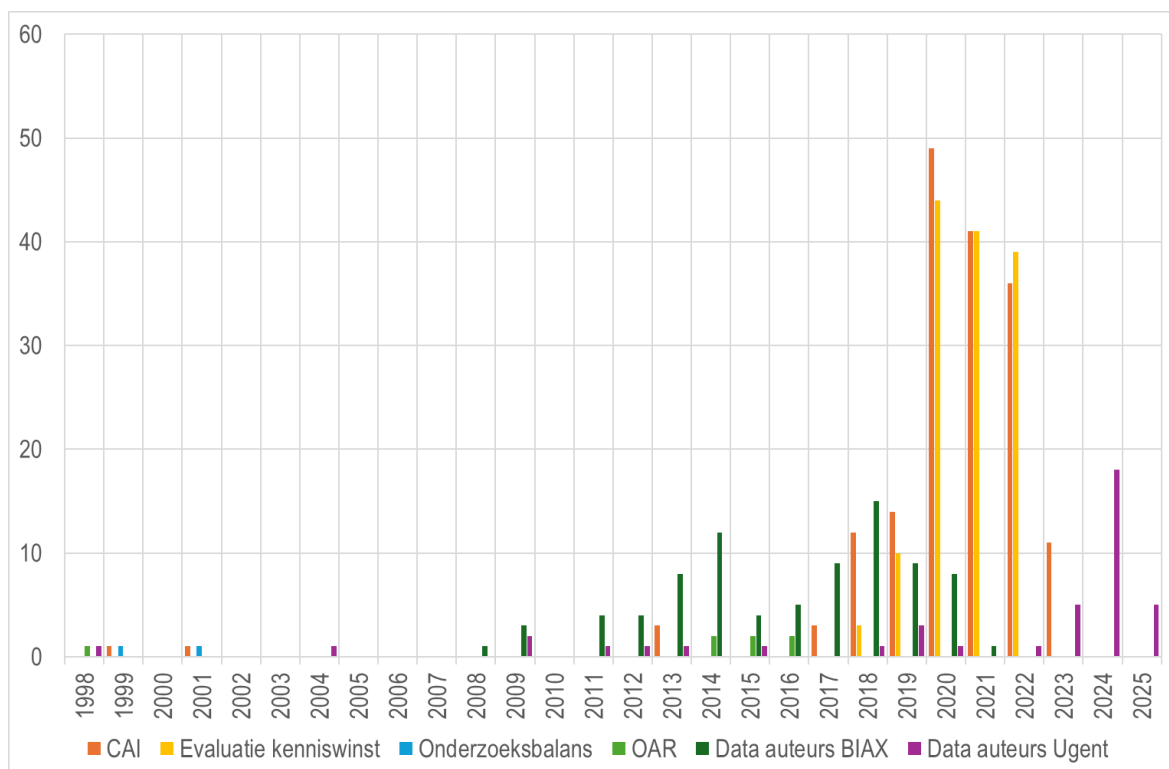
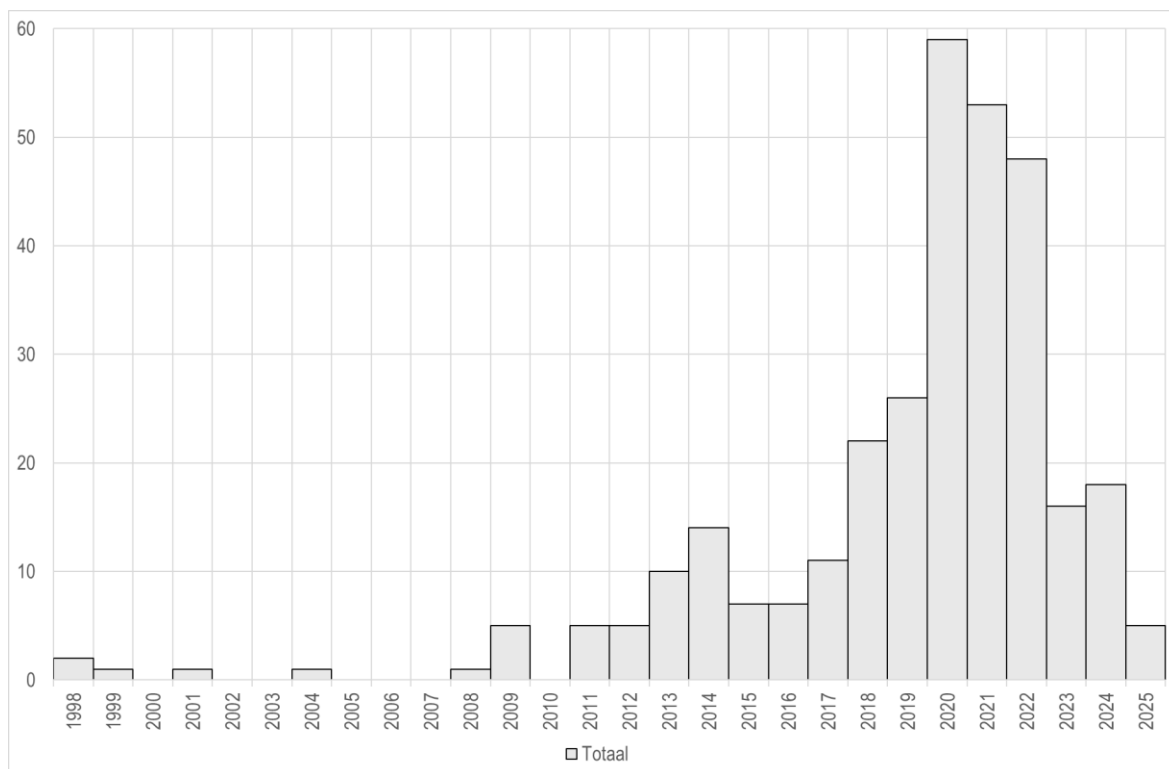


Figuur 12: Aantal rapporten en publicaties met bruikbare pollenanalyses per bron. OB = onderzoeksbalans, EK = evaluatie kenniswinst.

VOLGENS JAARTAL VAN ONDERZOEK

Wanneer we deze onderzoeken rangschikken op jaartal van publicatie (Figuur 13), dan zien we zeer grote verschillen in aantal onderzoeken met pollenanalyses per jaar. Er werd geen bruikbaar palynologisch onderzoek op archeologische sporen teruggevonden **vóór 1998**. Uitzondering hierop is het ongepubliceerd onderzoek van Jean Heim uit 1990 op sporen in Aalter Woestijne, dat werd opgenomen in de publicatie van de latere opgraving op dezelfde site (De Groote en Van De Vijver, 2020). **Van 1998 t.e.m. 2008** gebeurde sporadisch onderzoek in archeologische context, met 6 unieke onderzoeken verspreid over 11 jaar. Mogelijk bestaat er meer bruikbaar (ongepubliceerd) onderzoek, maar dit is moeilijk systematisch op te zoeken. Uit de jaren **2009, 2011 en 2012** vonden we telkens 5 onderzoeken terug, in de archieven van de auteurs van dit syntheseonderzoek (uitgevoerd bij BIAx en OE).

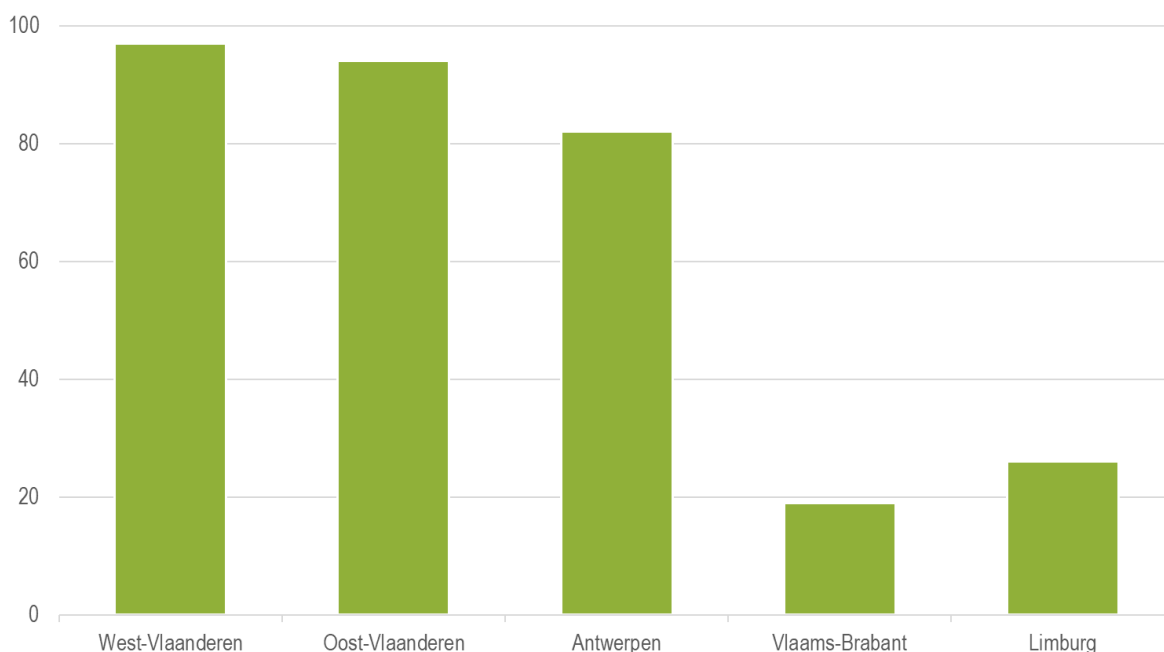
Vanaf 2013 beginnen de aantallen langzaam te stijgen en vinden we de rapporten/publicaties soms ook terug in de CAI of de OAR. De meeste rapporten blijven in deze periode afkomstig van de website van BIAx. **Sinds 2016**, na het in voege treden van het onroerenderfgoeddecreet, zouden alle rapporten van vergund archeologisch onderzoek in de jaarlijkse rapporten met evaluatie van de kenniswinst voor de archeologie opgenomen moeten zijn. In de praktijk zien we pas **vanaf 2018** opgravingen met vermelding van palynologisch onderzoek verschijnen. Dit komt door de vertraging tussen het ingaan van de wetgeving en het indienen van de rapporten die aan deze wetgeving moeten voldoen. De aantallen stijgen snel, van 3 in 2018, over 10 in 2019, naar ca. 40 bruikbare rapporten met palynologisch onderzoek per jaar in de evaluatie kenniswinst in **2020-2022**. Voor 2023 en later zijn deze gegevens nog niet opgenomen. Ook de opname in de CAI stijgt sterk vanaf 2018. Er is een grote overlap tussen beide bronnen, maar toch stellen we vast dat er, ook voor de periode vanaf 2018, nog steeds rapporten bestaan die niet terug te vinden zijn in de CAI of in de evaluatie kenniswinst. Wie een zo compleet mogelijk overzicht van (palynologisch of ander) onderzoek wil schetsen, dient dus beide bronnen te raadplegen. De website van BIAx, waar rapporten na een embargo van twee jaar worden vrijgegeven, is ook een nuttige bron van rapporten. Alle data van de laatste jaren zijn tellingen uitgevoerd door de auteurs. Alles samen zien we een trage aanloop op het einde van de 20^e eeuw en in de jaren '00 van de 21^e eeuw, een lichte stijging vanaf 2009 en een zeer sterke stijging in het aantal opgravingen met pollenonderzoek vanaf 2018, als gevolg van de inwerkingtreding van het onroerenderfgoeddecreet. Dit aantal stabiliseert rond de 50 bruikbare rapporten/publicaties met pollenonderzoek per jaar in 2020-2022. De schijnbare sterke daling vanaf 2023 is het gevolg van de manier van dataverzameling. Als dit over enkele jaren aangevuld zou worden, is vermoedelijk geen daling meer te zien.



Figuur 13: Aantal rapporten/publicaties met vermelding van pollenonderzoek per jaar, uit verschillende bronnen.

VOLGENS LOCATIE

De sites waar de bruikbare pollenanalyses vandaan komen, zijn niet evenredig verspreid over het grondgebied van Vlaanderen: in West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen en Antwerpen zijn er veel meer rapporten met palynologisch onderzoek beschikbaar (80-100) dan in Vlaams-Brabant (19) en Limburg (27) (Figuur 14).

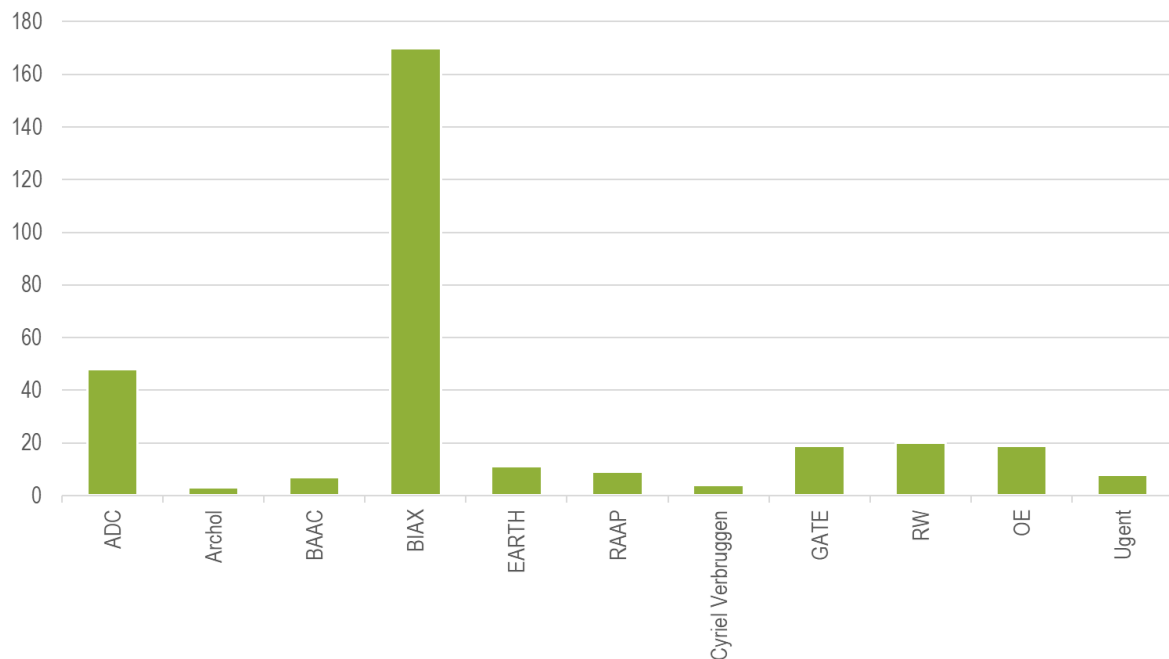


Figuur 14: Aantal rapporten/publicaties met bruikbare pollenanalyses per provincie.

VOLGENS UITVOERDER VAN HET PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

De meeste palynologische analyses op stalen uit archeologische sporen uit Vlaanderen worden uitgevoerd door Nederlandse onderzoeksbureaus (Figuur 15). Dit is het gevolg van de afwezigheid van aanbieders van dit soort onderzoek in commerciële context in Vlaanderen voor een groot deel van de onderzochte periode.

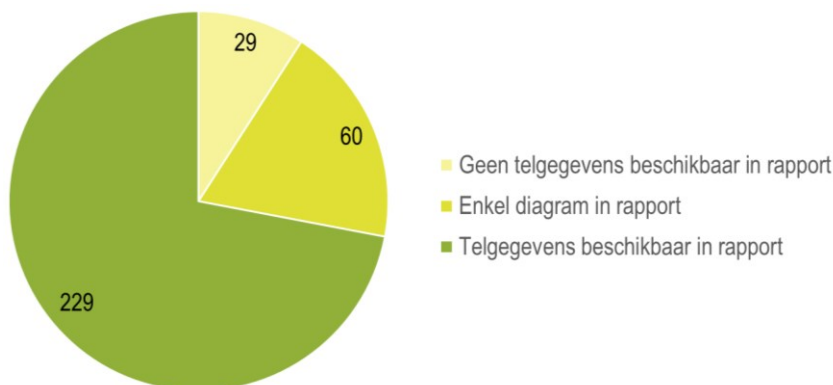
BIAX is veruit de grootste speler op de Vlaamse markt, met ruim 169 rapporten met bruikbare pollenanalyses. Ook ADC ArcheoProjecten voerde veel onderzoek uit (48 rapporten). Andere Nederlandse onderzoeksbureaus, die minder analyses uitvoerden in Vlaanderen, zijn Archol, BAAC, Earth en RAAP. De laatste jaren werd er in Vlaanderen ook palynologisch onderzoek uitgevoerd voor commerciële projecten, door GATE, Ruben Willaert en ArBoReaL en Dr. Cyriel Verbruggen op zelfstandige basis, die samen een 40-tal bruikbare rapporten met bruikbare analyses bijdroegen. Ten slotte zijn er nog de rapporten, publicaties en ongepubliceerde tellingen van medewerkers van het agentschap Onroerend Erfgoed (incl. voorgangers VIOE en IAP) en de Universiteit Gent.



Figuur 15: Aantal rapporten/publicaties met bruikbare pollenanalyses per uitvoerder.

3.1.2 BESCHIKBAARHEID VAN TELGEGEVENS

Van de overblijvende 317 rapporten/publicaties zijn er 229 waarin de **telgegevens** in de tekst of in een bijlage te vinden zijn. In 60 van de 317 gevallen werd **enkel een diagram** afgebeeld in het rapport, zonder telgegevens. Ten slotte zijn er 29 rapporten waar de telresultaten noch in tabelvorm, noch in diagramvorm worden meegegeven. Ze worden **enkel in de tekst besproken**.



Figuur 16: Beschikbaarheid van telgegevens in de rapporten met pollenanalyses.

Aangezien deze rapporten en publicaties meestal in pdf-formaat te downloaden zijn, is het kopiëren en plakken uit dergelijke tabellen naar een spreadsheet toch niet altijd mogelijk: gegevens verspringen of worden niet altijd goed ingelezen uit pdf. Handmatig overzetten kost zéér veel tijd en zorgt onvermijdelijk voor fouten. Het is dus heel erg oppassen geblazen met het verzamelen van data op deze manier. Daarom werd gestreefd naar zo veel mogelijk werken met de oorspronkelijke spreadsheets van de analisten.

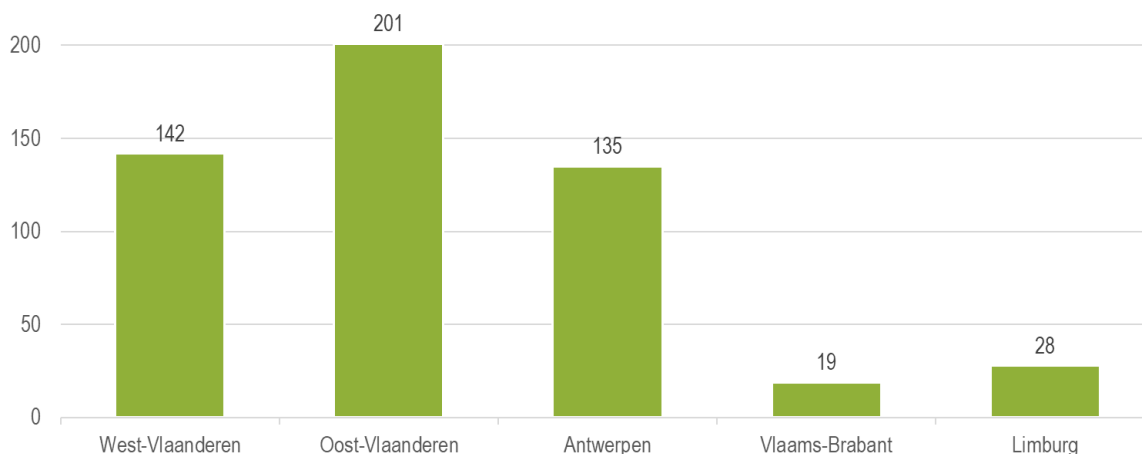
Telgegevens uitgevoerd door de auteurs van dit syntheseonderzoek waren meestal ter beschikking in digitale vorm. Voor de data van BIAx werd hiertoe een uitdraai gemaakt uit de BIAx-databank. Voor de data van Onroerend Erfgoed (en voorlopers), UGent, GATE en Ruben Willaert gaat het meestal om afzonderlijke lijsten met telgegevens die handmatig geüniformeerd werden. Op basis van de lijst met geschikte pollenanalyses werd vervolgens aan verschillende Nederlandse onderzoeksbureaus de vraag gesteld om deze data ter beschikking te stellen. Op die manier konden tellingen van ADC ArcheoProjecten, BAAC en Archol toegevoegd worden aan de inventaris.

Op die manier werden in totaal **525 pollenspectra** uit 296 verschillende rapporten of publicaties in digitale vorm verzameld en opgenomen in de inventaris ('Lijst P3', Bijlage 3).

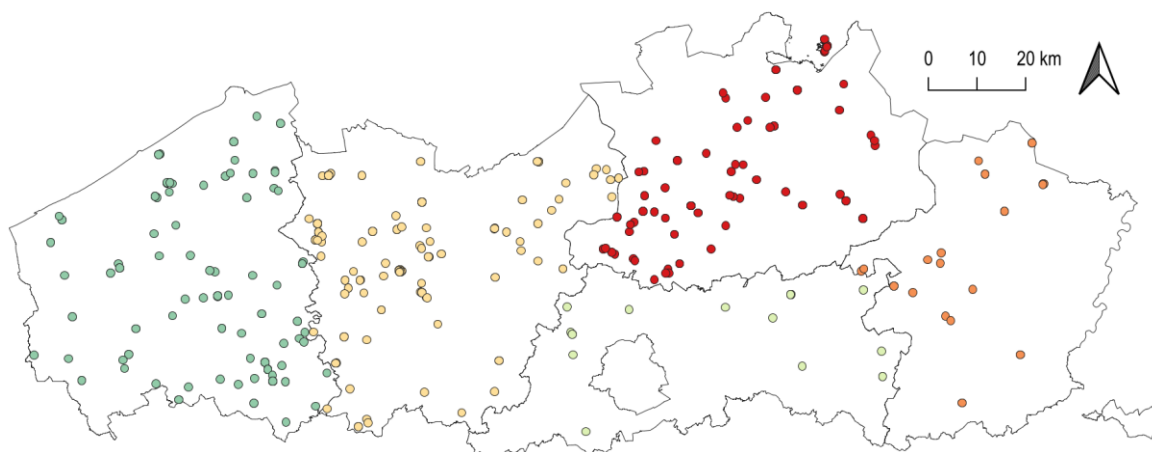
3.1.3 RUIMTELIJKE SPREIDING VAN POLLENDATA

PER PROVINCIE

Bij de bespreking van de lijst met rapporten (3.1.1.2) zagen we al dat de spreiding van resultaten van pollenonderzoek binnen Vlaanderen niet evenredig verdeeld is over de provincies. Ditzelfde beeld is zichtbaar in een plot met het aantal pollenspectra per provincie (Figuur 17-Figuur 18): de inventaris met 525 datapunten bevat veel meer pollenspectra uit West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen en Antwerpen (>100 elk) in vergelijking met Vlaams-Brabant en Limburg (<30 elk). In vergelijking met Figuur 14 valt op dat Oost-Vlaanderen sterker boven de andere provincies uitsteekt als we kijken naar het aantal pollenspectra. Dit betekent dat er in Oost-Vlaanderen veel sites zijn met meerdere analyses per opgraving.



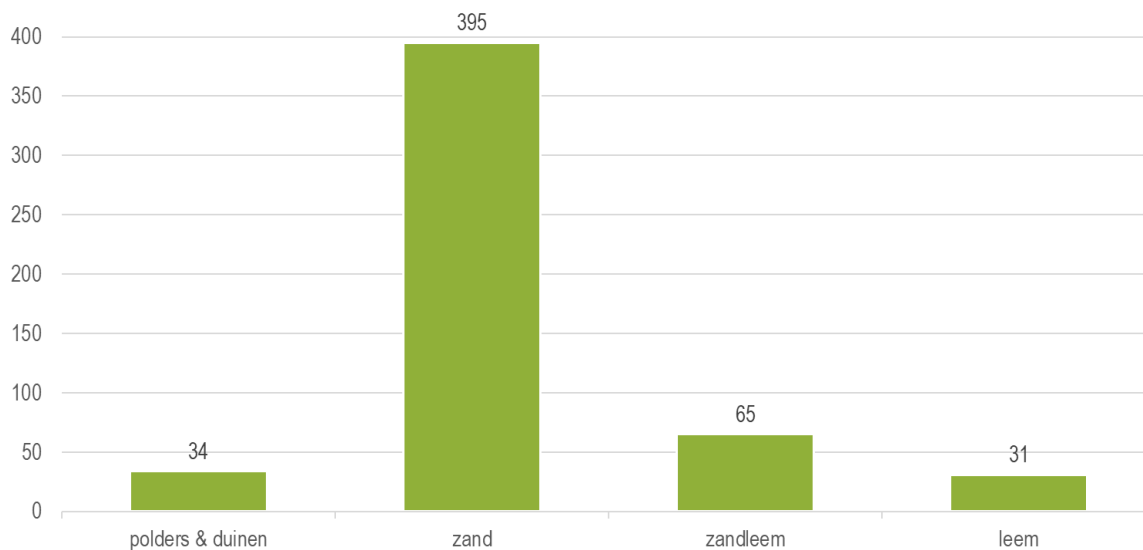
Figuur 17: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per provincie.



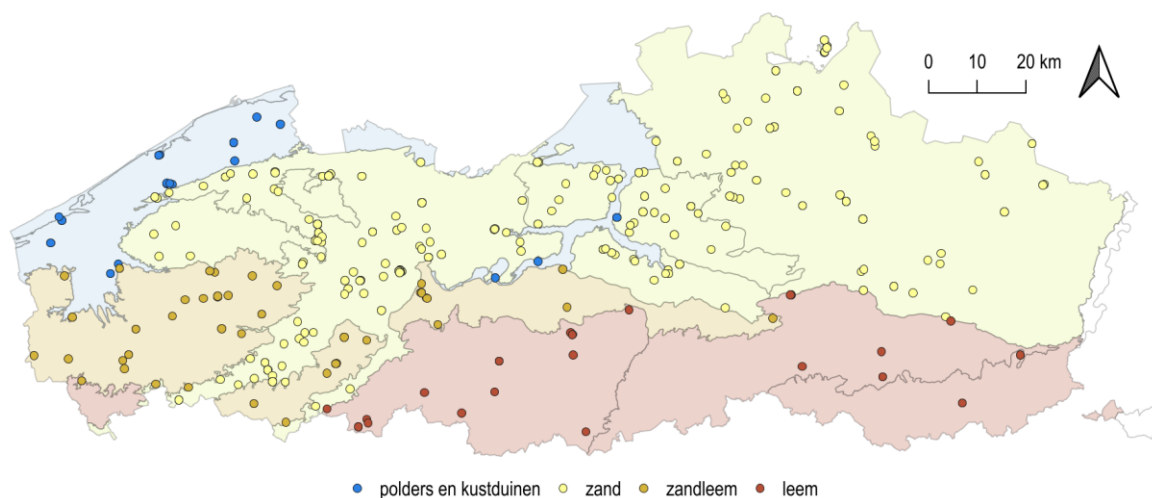
Figuur 18: Ruimtelijke spreiding van de pollenspectra opgenomen in de inventaris per provincie.

PER BODEMTYPE

Combineren we deze ecoregio's per bodemtype (Figuur 19, Figuur 20), dan zien we ook daar een ongelijke verdeling: het overgrote deel van de spectra is afkomstig uit de zandstreek (bijna 400). De polders en duinen, zandleemstreek en leemstreek tellen elk slechts enkele tientallen spectra.



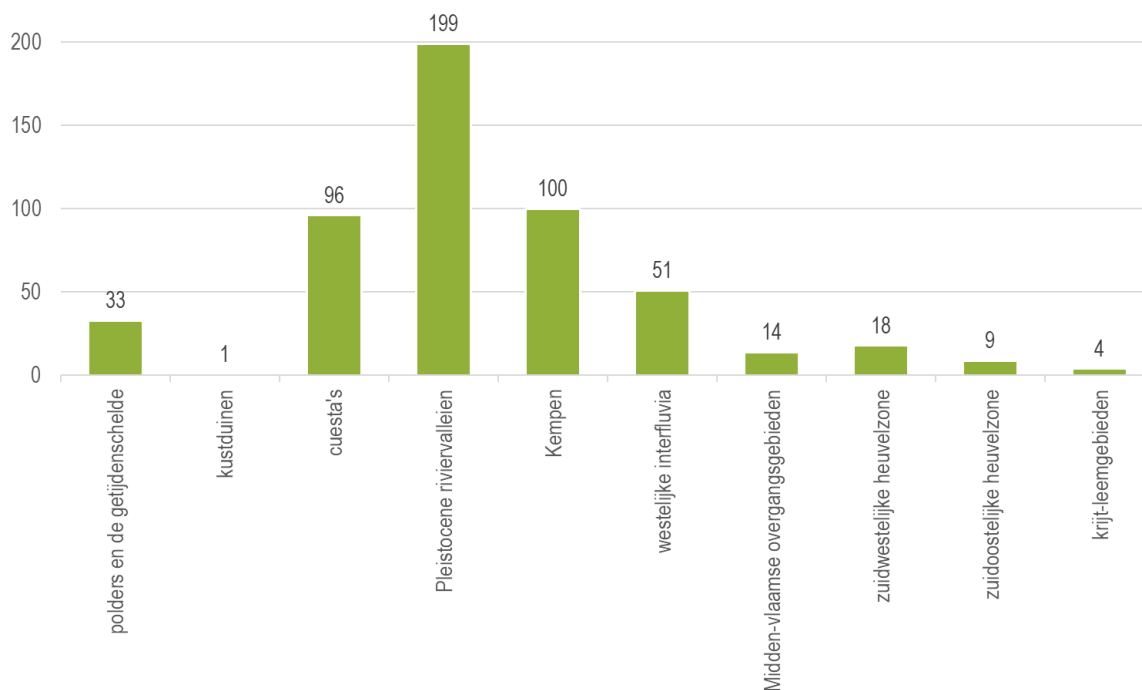
Figuur 19: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per bodemtype.



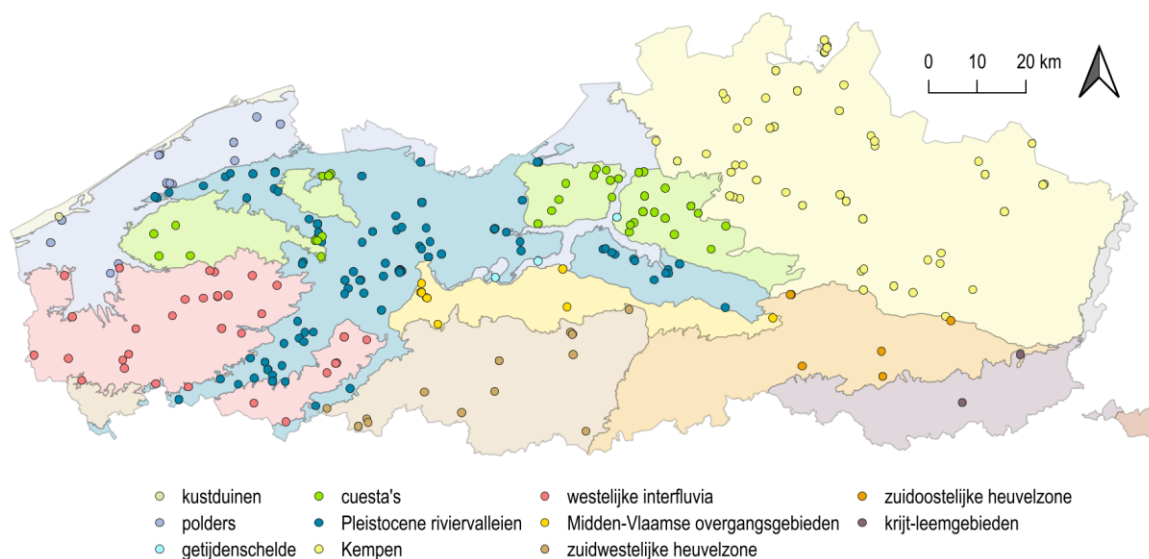
Figuur 20: Ruimtelijke spreiding van de pollenspectra opgenomen in de inventaris per bodemtype.

PER ECOREGIO

Wanneer de bodemtypes verder opgesplitst worden in ecoregio's (Figuur 21, Figuur 22), dan blijkt dat veruit de meeste pollenspectra afkomstig zijn uit de Pleistocene riviervalleien (bijna 200 spectra). Ook de cuesta's en de Kempen zijn goed vertegenwoordigd (ca. 100 spectra elk). In de polders/Getijdenschelde en de westelijke interfluvia vinden we enkele tientallen pollenspectra in de inventaris. De andere gebieden zijn minder vertegenwoordigd, met de laagste aantallen in de krijt-leemgebieden (4) en de kustduinen (1).



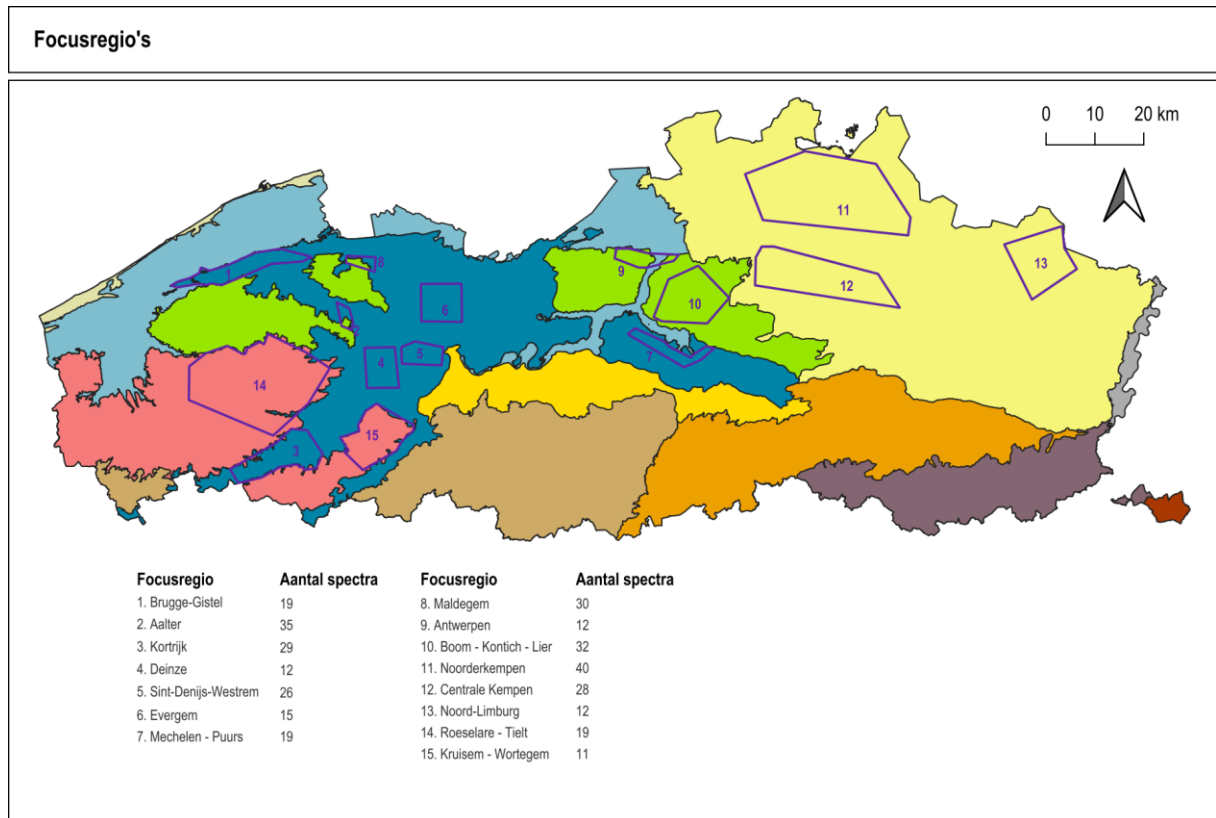
Figuur 21: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per ecoregio.



Figuur 22: Ruimtelijke spreiding van de pollenspectra opgenomen in de inventaris per ecoregio (Couvreur et al., 2004).

PER FOCUSREGIO

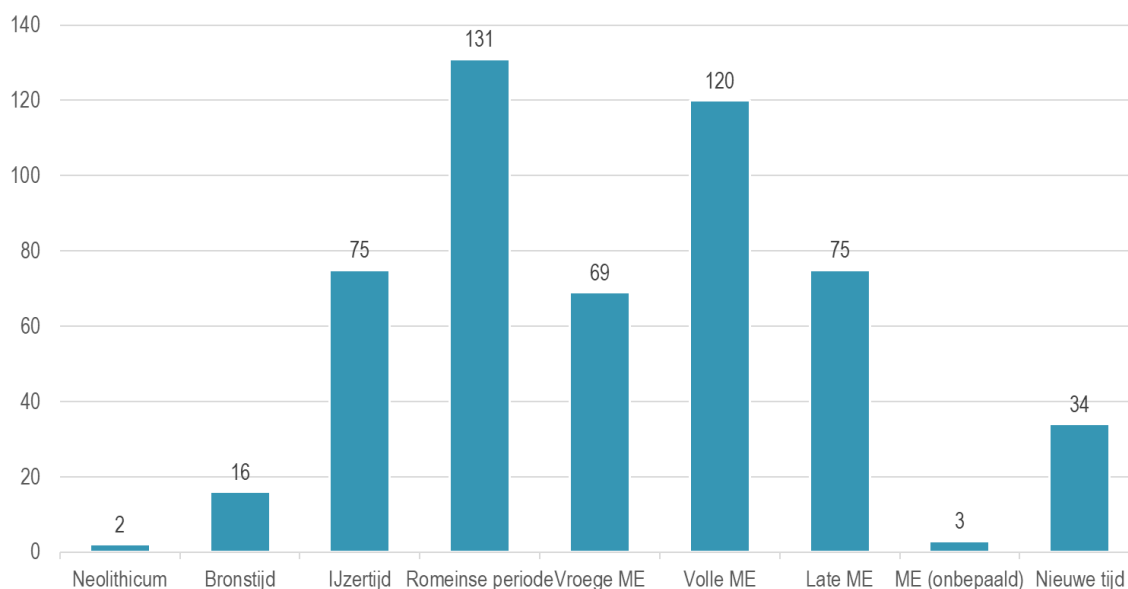
De focusregio's werden afgebakend op basis van clusters van pollenspectra. Afhankelijk van de spreiding van pollenspectra, zijn de regio's groter (vb. Roeselare-Tielt, Noorderkempen) tot zeer klein (vb. Sint-Gillis-Waas) en bevatten ze 6 tot 40 spectra (Figuur 23).



Figuur 23: Aantal pollenspectra per focusregio, geplot op de kaart met de ecoregio's.

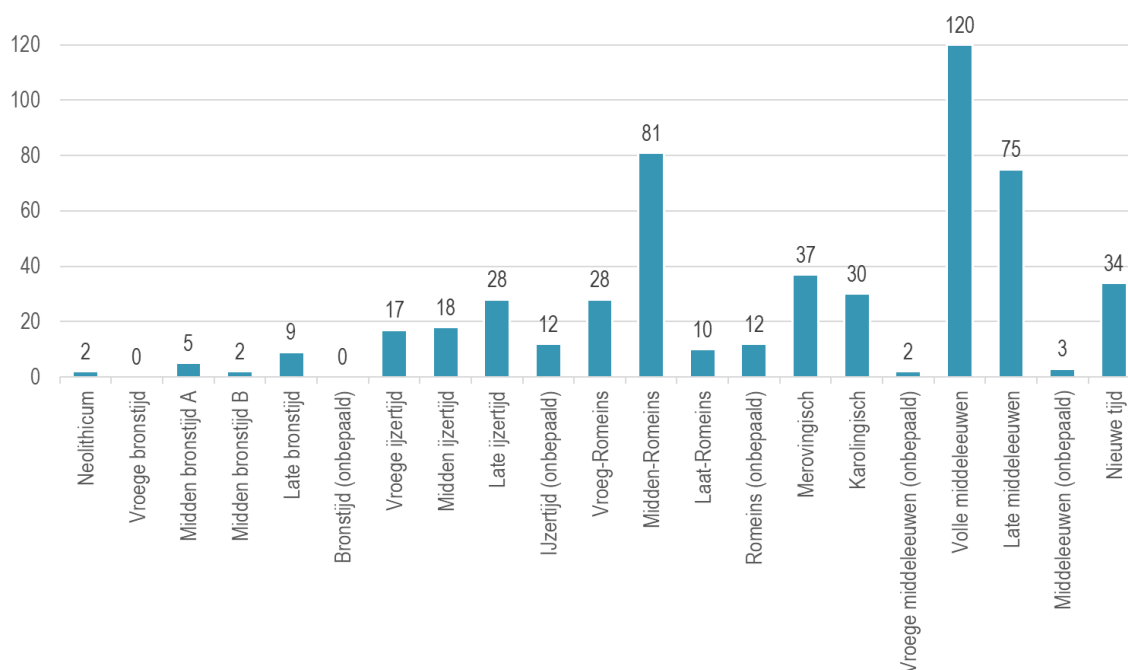
3.1.4 CHRONOLOGISCHE SPREIDING VAN POLLENDATA EN SPOORTYPES

Binnen de inventaris met 525 pollenspectra uit diepe, waterhoudende structuren of kringgreppels zijn niet alle periodes even goed vertegenwoordigd (Figuur 24). Dit soort structuren vinden we slechts zelden terug in het neolithicum, wat leidt tot een zeer laag aantal beschikbare pollenspectra (2). Dit aantal stijgt over de bronstijd (16) en ijzertijd (75) naar de Romeinse periode (131). In de vroege middeleeuwen kent het aantal spectra in de inventaris een terugval (69), waarna opnieuw meer spectra te vinden zijn in volmiddeleeuwse structuren (120). Voor de late middeleeuwen (75) en de nieuwe tijd (34) hebben we opnieuw minder data ter beschikking.



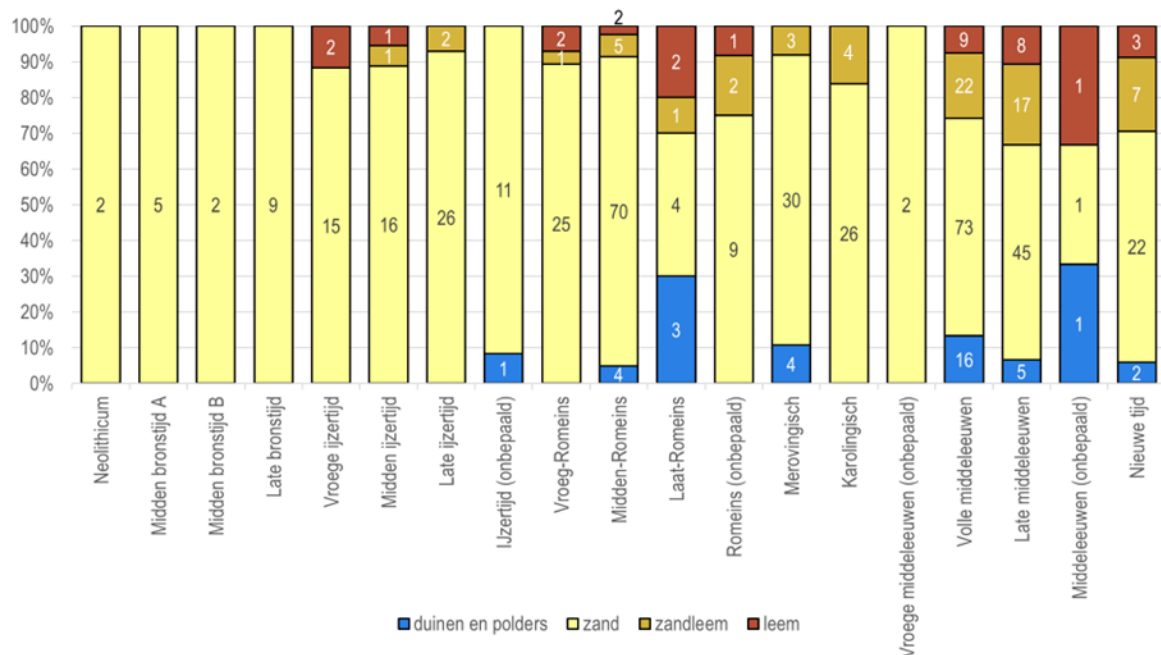
Figuur 24: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per archeologische periode.

Als we deze periodes uitsplitsen in deelperiodes, dan zien we dat vooral de midden-Romeinse periode (81) en de volle (120) en late middeleeuwen (75) het sterkst vertegenwoordigd zijn in de polleninventaris (Figuur 25).

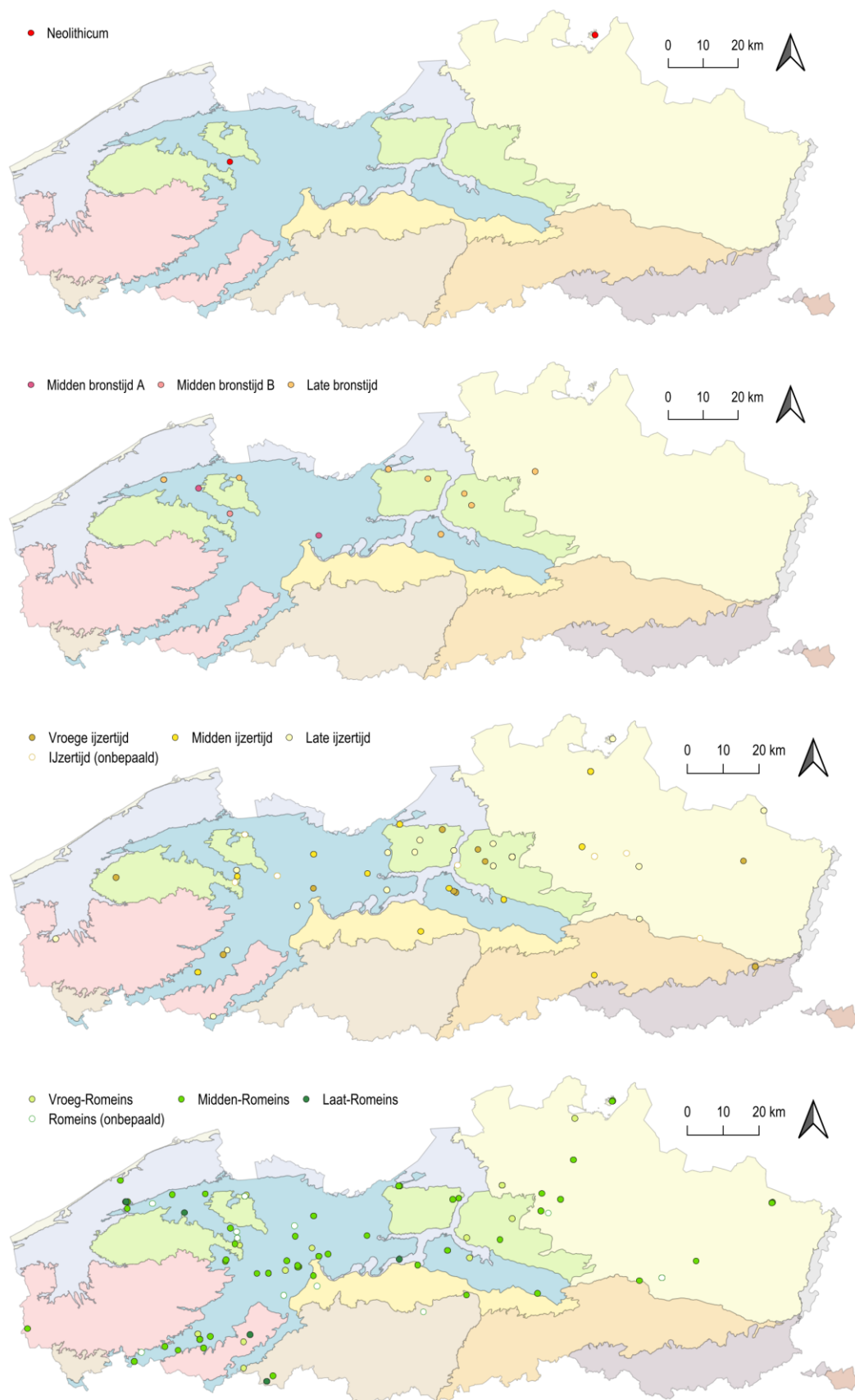


Figuur 25: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per deelperiode.

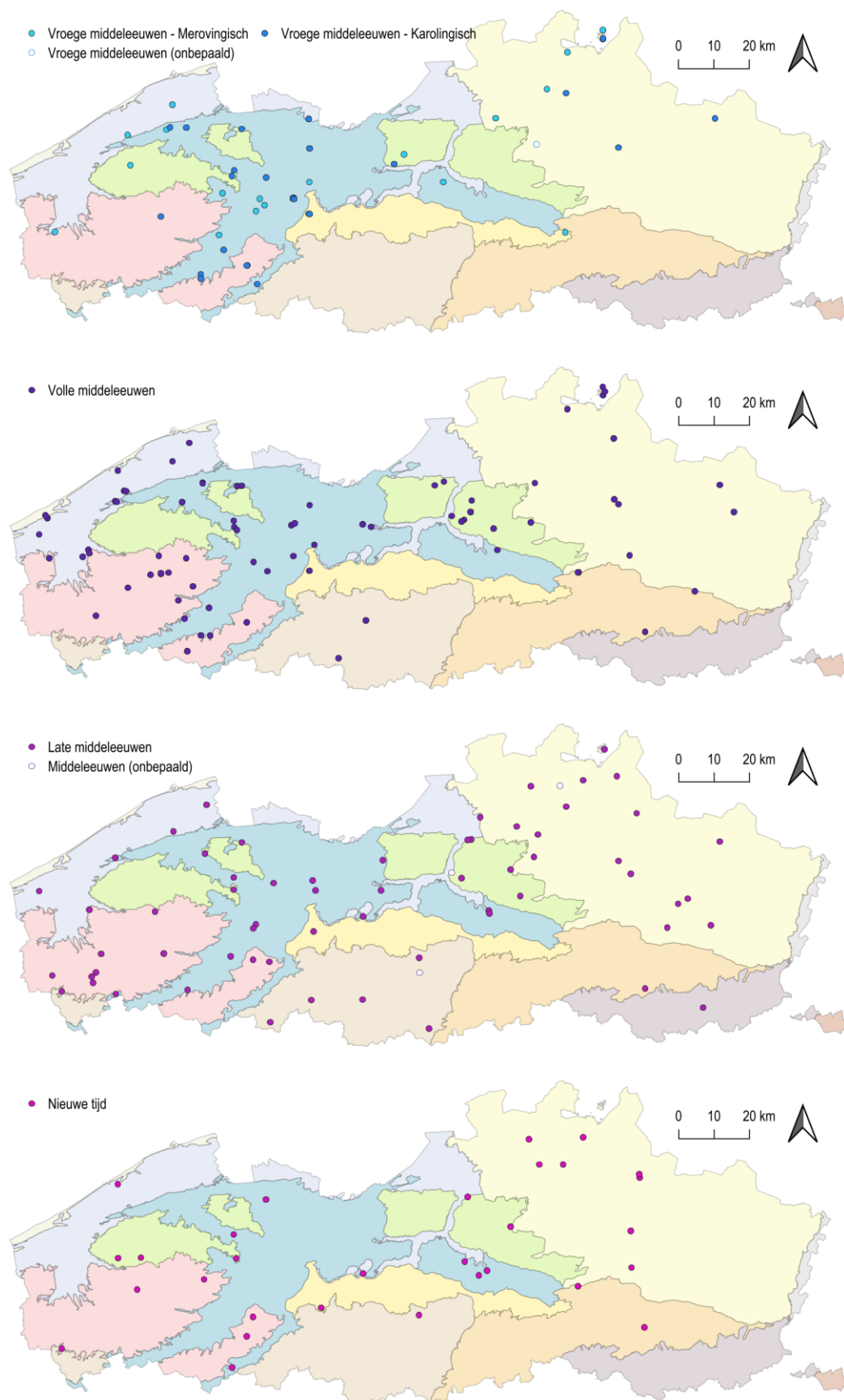
Figuur 26 en Figuur 27 tonen de ruimtelijke spreiding van de pollenspectra in elk van deze periodes. De twee waterkuilen uit het **neolithicum** liggen in Aalter en Baarle-Hertog. De locaties met gegevens uit de **bronstijd** vinden we uitsluitend in de noordelijke helft van Vlaanderen, op zandgrond, tussen Brugge in het Westen en Zandhoven in het oosten. De pollenspectra uit **ijzertijd**sporen liggen wat meer verspreid over Vlaanderen, al blijft het grotendeels beperkt tot locaties op zandbodem: van de 75 bevinden zich er slechts 6 in de (zand)leemstreek. Hetzelfde patroon geldt voor de **Romeinse periode**: van de 131 spectra liggen er slechts 16 in de (zand)leemstreek. Vanaf de Romeinse periode vinden we bovendien ook palynologisch onderzochte sporen in de polders (8 van de 131). De palynologisch onderzochte sporen uit de **vroege middeleeuwen** zijn opnieuw vooral geconcentreerd in de Pleistocene riviervalleien en in mindere mate ook het noordelijke deel van de Kempen. Van de 69 vroegmiddeleeuwse spectra liggen er 7 in de (zand)leemstreek en 4 in de kustpolders. In de **volle middeleeuwen** neemt het aandeel datapunten buiten de zandstreek toe: van de 120 spectra zijn er 9 in de leemstreek, 22 in de zandleemstreek (met vooral toename in de ecoregio 'westelijke interfluvia'), 14 in de kustpolders en 1 in de kustduinen. Ook in de **late middeleeuwen** blijft de spreiding relatief gelijkmatig over heel Vlaanderen met 26 van de 75 datapunten in de (zand)leemstreek. Voor de **nieuwe tijd** zijn minder pollengegevens beschikbaar. Opvallend is hier de blinde vlek in de brede regio rond Gent, een regio die in de oudere periodes juist veel pollendata opleverde.



Figuur 26: Relatieve verdeling van de pollenspectra over de bodemtypen per periode. De getallen staan voor aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris.



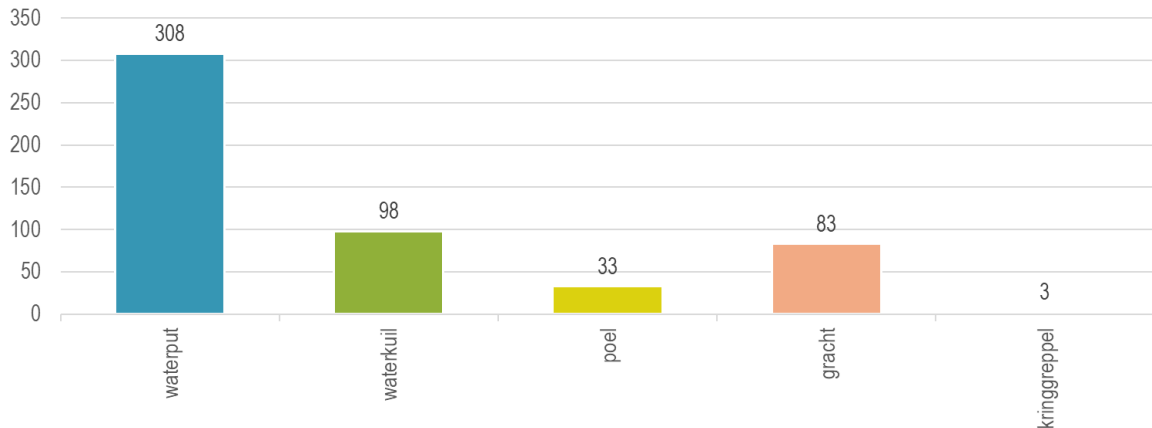
Figuur 27: Ruimtelijke spreiding van de pollenspectra opgenomen in de inventaris, per deelperiode. Basiskaart: ecoregio's. Deel 1/2: neolithicum tot en met Romeinse periode.



Figuur 27 (vervolg): Ruimtelijke spreiding van de pollenspectra opgenomen in de inventaris, per deelperiode. Basiskaart: ecoregio's. Deel 2/2: middeleeuwen en nieuwe tijd.

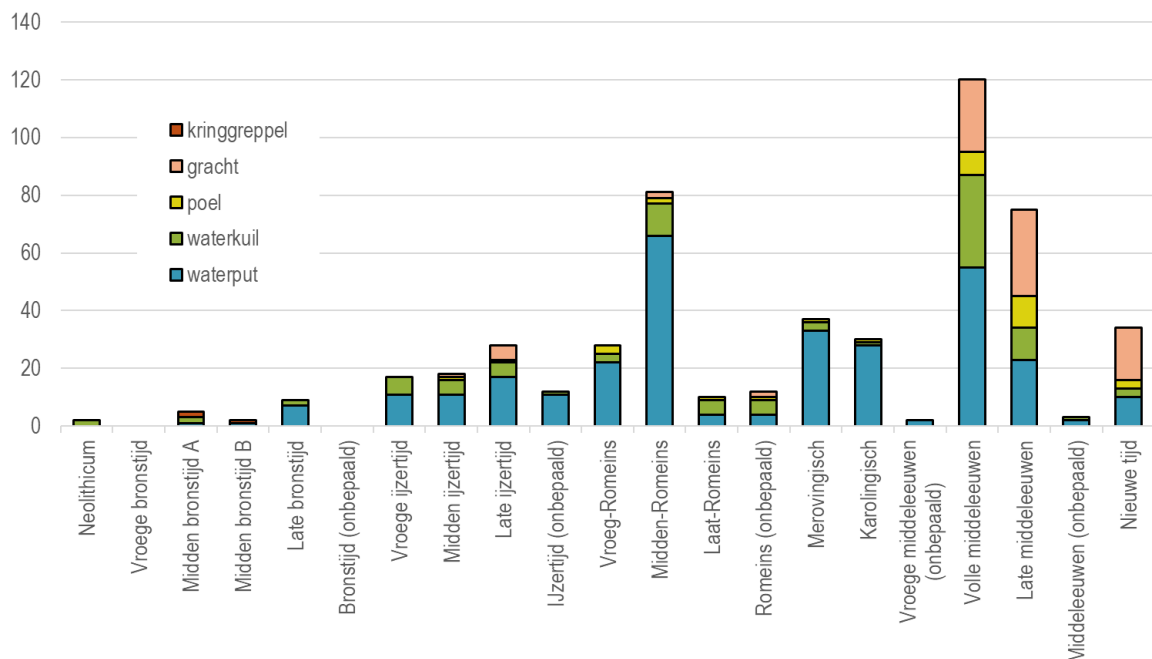
3.1.5 SPOORTYPES

Opgesplitst per type spoor (Figuur 28), zien we dat er vooral veel pollentellingen uit waterputten opgenomen zijn in de inventaris (308). Waterkuilen (98), grachten (83) en poelen (33) vormen niettemin een mooie aanvulling op de dataset. Het aantal pollenspectra uit kringgreppels blijkt zeer beperkt (3).



Figuur 28: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per type spoor.

Wanneer we het aantal pollenspectra per spoortype chronologisch opsplitsen (Figuur 29), dan zien we dat de kringgreppels beperkt zijn tot de bronstijd. Pollenspectra uit waterputten zijn beschikbaar vanaf de bronstijd en blijven een belangrijk aandeel van het totale aantal pollenspectra vormen tot in de middeleeuwen. Pollenspectra uit waterkuilen komen in alle periodes voor, maar volmiddeleeuwse waterkuilen lijken in verhouding vaker palynologisch bestudeerd te zijn. Pollenspectra uit grachten dateren vooral uit de volle middeleeuwen en later.



Figuur 29: Aantal pollenspectra opgenomen in de inventaris per type spoor, per deelperiode.

3.2 INVENTARIS ARCHEOLOGISCHE SITES

3.2.1 VERZAMELEN VAN RAPPORTEN

Op 17/02/2025 is een uitdraai gemaakt van de **CAI** per chronologische hoofdperiode. Na het verwijderen van dubbele records (3827 stuks) bleven er 15334 records behouden. Na het verwijderen van niet-gelocaliseerde records bleven er 12992 records over. Vervolgens werden de records verwijderd die voortkomen uit archeologische methodes die niet met zekerheid toelaten om de aanwezigheid, aard en/of datering van een archeologische site te bepalen. Dit komt erop neer dat enkel gravend archeologisch onderzoek opgenomen is, waarna nog 7489 records overbleven. Ten slotte bleven er na het weglaten van elementen die niet wijzen op occupatie, nog 7057 records over. Deze lijst bevat nog dubbels, bijvoorbeeld vooronderzoek en vervolgonderzoek op eenzelfde terrein.

De lijst werd aangevuld met een 30-tal records die wel voorkwamen in de **evaluatierapporten kenniswinst**, maar niet in de CAI-uitdraai. Het gaat voornamelijk om individuele zones onderzocht binnen lijntracés, waarbij enkel het gehele traject als waarneming in de CAI opgenomen is (en dus niet de individueel onderzochte zones). De lijst omvat zo 7078 records. Voor West- en Oost-Vlaanderen gaat het om 2906 records.

Op basis van deze lijst is voor West- en Oost-Vlaanderen een inventaris gemaakt waarbij elk record een site vertegenwoordigt, met per chronologische periode een karakterisering van de occupatie. Het afgewerkte product omvat 868 individuele records.

3.2.2 AARD EN BEPERKINGEN VAN DE OPGEBOUWDE INVENTARIS VAN ARCHEOLOGISCHE SITES

De inventaris met archeologische sites die wijzen op occupatie omvat voor de provincies West- en Oost-Vlaanderen 868 individuele records. Gelet op de beschreven methodologie kan en mag deze opgebouwde inventaris niet opgevat worden als een representatieve weergave van de menselijke occupatie doorheen de periode bronstijd-volle middeleeuwen in de huidige provincies West- en Oost-Vlaanderen. Immers, de inventaris omvat enkel een selectie van de menselijke occupatie, waarbij de focus ligt op meer grootschalige, archeologisch duidelijk zichtbare en herkenbare occupatievormen (zoals nederzettingen). De chronologische precisie is daarenboven (bewust) laag gehouden. Dit wordt verantwoord vanuit het chronologisch detail van paleolandschappelijke evoluties: het heeft geen zin de archeologische occupatie tot op kwart- of halve eeuw te dateren als de landschappelijke informatie niet voldoende omvangrijk of gedetailleerd is om op dit chronologisch niveau informatief te zijn. Met andere woorden, aangezien de landschappelijke informatie geaggregeerd dient te worden tot op niveau van de chronologische deelperiode, is voor de archeologische informatie niet ingezet op een hogere chronologische resolutie. Dit heeft natuurlijk als gevolg dat dynamiek verdwijnt en dat er 'samengedrukte', 'opeengestapelde' kaartbeelden ontstaan van de menselijke occupatie per chronologische deelperiode.

Op die manier laat de inventaris toe om chronologische **lange termijn-evoluties** te herkennen in de ruimtelijke verspreiding van die gebieden waar duidelijke **menselijke occupatie** aanwezig was. Op zichzelf is de inventaris onvoldoende om de menselijke aanwezigheid in het landschap te begrijpen – **in relatie tot de paleolandschappelijke informatie** laat ze wel toe gebieden te identificeren waar tijdens een bepaalde chronologische deelperiode meer of minder duidelijke, langdurige en impactvolle menselijke aanwezigheid was. Met andere woorden, de inventaris laat niet toe om zuiver archeologische vraagstellingen te beantwoorden (dat is ook zijn doelstelling niet), wél om de paleolandschappelijke informatie af te toetsen.

Met deze aard van de opgebouwde inventaris dient evenwel steeds rekening gehouden te worden bij het interpreteren van de archeologische verspreidingspatronen. Meer bepaald kunnen er geen zeer harde conclusies getrokken worden uit de archeologische verspreiding, vooral niet op vlak van de schijnbare afwezigheid van menselijke aanwezigheid.

Immers, de keuze om enkel sites op te nemen waar duidelijke, meer grootschalige menselijke occupatie ook effectief archeologisch is aangetroffen, creëert enkele **blinde vlekken**. De belangrijkste zijn de historische, **middeleeuwse steden** aanwezig in West- en Oost-Vlaanderen. Sinds de volle middeleeuwen vormen dit plaatsen van zeer dichte en intensieve menselijke aanwezigheid, maar ook vóór deze periode waren er mensen aanwezig die archeologische sporen en structuren hebben achtergelaten. Echter, de intensiteit van de (post-)middeleeuwse occupatie in deze steden en de huidige dichte percelering zorgen er ten eerste voor dat het pre-volmiddeleeuwse archeologische archief in de steden zeer fragmentair bewaard is, en ten tweede dat de schaal van het archeologisch onderzoek in de steden dominant (zeer) kleinschalig is. Op die manier moest vastgesteld worden dat er, vanuit de toepassing van de hier gehanteerde criteria, geen records met een pre-middeleeuwse occupatie gelegen zijn binnen de steden in West- en Oost-Vlaanderen (voor de vroege middeleeuwen zijn met name in Gent wel enkele sites gekend die binnen de huidige criteria opgenomen zijn in de inventaris). Dit betekent uiteraard niet dat er op het grondgebied van deze latere steden geen mensen aanwezig waren vóór de middeleeuwen; wel dat de archeologische sporen van deze activiteiten omwille van methodologische redenen (zowel wat betreft archeologisch terreinwerk als wat betreft de hier gehanteerde methodologie) niet opgenomen zijn in de inventaris.

De toegepaste karakterisering van de archeologisch vastgestelde occupatie legt de nadruk op duidelijk herkenbare activiteitenlocaties en op archeologische structuren. Op die manier 'bevoordeelt' ze chronologische periodes waar de occupatie meer gekenmerkt wordt door deze elementen en/of waar deze occupatie archeologisch al beter gekend is, zoals de Romeinse periode of de volle middeleeuwen. Daarentegen worden mogelijk bepaalde chronologische perioden, waar de occupatie een lagere impact had en/of archeologisch minder goed gekend is, 'benadeeld'. Op die manier ontstaat een **relatieve oververtegenwoordiging** van met name de midden-Romeinse periode en de volle middeleeuwen ten opzichte van andere chronologische deelperiodes. Een gelijkaardig probleem stelt zich voor sommige 'overgangperiodes' waarin het archeologisch signaal (bijvoorbeeld gebouw- of aardewerktypes) niet, te weinig of te traag veranderde om een onderbouwd chronologisch onderscheid tussen de ene dan wel de andere chronologische deelperiode toe te laten. Voorbeelden hiervan zijn de overgang late ijzertijd – vroeg-Romeinse periode enerzijds en laat-Romeinse tijd – Merovingische periode anderzijds. Hierbij speelt ook een kleiner aantal archeologische datapunten en een gebrek aan onderzoek een rol. Breder speelt ook het feit dat de chronologische periodisering vaak gebaseerd is op historisch relevante kantelmomenten (zoals de verovering van Gallië door het Romeinse rijk) die daarom niet *per se* archeologisch een duidelijke impact hebben. Op die manier wordt in archeologische rapportages en in de CAI vaak een brede datering gegeven voor occupatiefases die dergelijke periodes bestrijken (bijvoorbeeld 'late ijzertijd – vroeg-Romeinse periode'). Deze brede dateringen zijn dan ook overgenomen in de inventaris maar zorgen op die manier ook voor een zekere oververtegenwoordiging.

Een volgende beperking ligt in de aard van het onderzoek dat aan de basis ligt van de archeologische waarnemingen die opgenomen zijn in de inventaris. Zoals vermeld zijn enkel waarnemingen/sites voortkomend uit gravend archeologisch onderzoek (opgravingen, proefsleuven) opgenomen, omdat met name deze methodes toelaten een menselijke occupatie op een locatie met zekerheid vast te stellen, te interpreteren, en te dateren. Op die manier wordt een **minimum-beeld** van de menselijke aanwezigheid doorheen het landschap gecreëerd, maar wel één met de hoogste zekerheidsgraad. Voor de middeleeuwen was het bijvoorbeeld mogelijk geweest om ook historisch gekende kerken op te nemen. Dit zou een completer beeld geven van de middeleeuwse occupatie; anderzijds zou dit leiden tot een onevenwicht ten opzichte van de voorgaande

periodes waarvoor geen historische bronnen gekend zijn. Om een zo correct en evenwichtig mogelijke dataset te bekomen, is er dus voor gekozen om een zuiver archeologisch beeld op te bouwen.

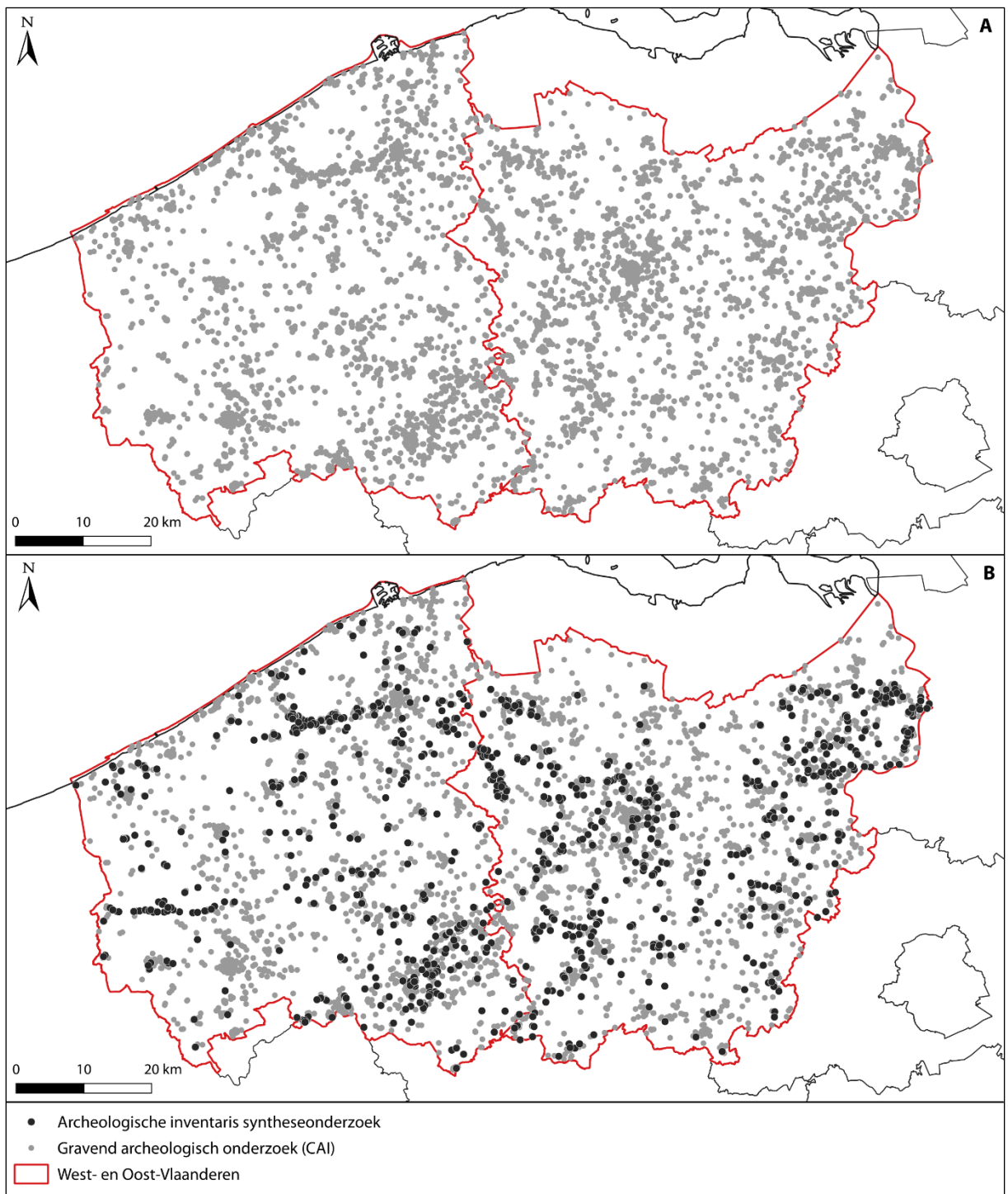
Ook de **ruimtelijke verspreiding** van dit **gravend archeologisch onderzoek** moet in rekening gebracht worden wanneer het verspreidingspatroon van de huidige inventaris geanalyseerd wordt. Immers, gebieden met geen/weinig menselijke aanwezigheid hoeven niet het product te zijn van een eigenlijk, historisch gebrek aan menselijke occupatie, maar kunnen ook het gevolg zijn van een gebrek aan (gravend) archeologisch onderzoek. In dezelfde zin kunnen gebieden met een hoge concentratie aan menselijke occupatie ook het gevolg zijn van een hoge concentratie aan archeologisch onderzoek, eerder dan dat ze effectief, in historische zin, een hogere occupatiedensiteit zouden vertonen. Figuur 30 toont deze ruimtelijke verspreiding in verhouding tot de verspreiding van de huidige inventaris. Hieruit blijkt een duidelijke correlatie tussen de verspreiding van het gravend onderzoek en de verspreiding van de huidige inventaris, met uitzondering van twee gebieden: de kustregio ten noorden van Brugge (waar veel gravend onderzoek heeft plaats gevonden maar weinig sites opgenomen zijn in de huidige inventaris) en zuidelijk West-Vlaanderen (regio Ieper: zelfde vaststelling). Met andere woorden, het huidige verspreidingspatroon is, toch op niveau van de dataset als geheel, in niet-onbelangrijke mate het product van de stand van onderzoek, eerder dan dat ze een zuivere, objectieve reflectie is van een historisch verspreidingspatroon.

Samenvattend moeten volgende overwegingen in het achterhoofd gehouden worden bij het interpreteren van de archeologische verspreiding in tijd en ruimte:

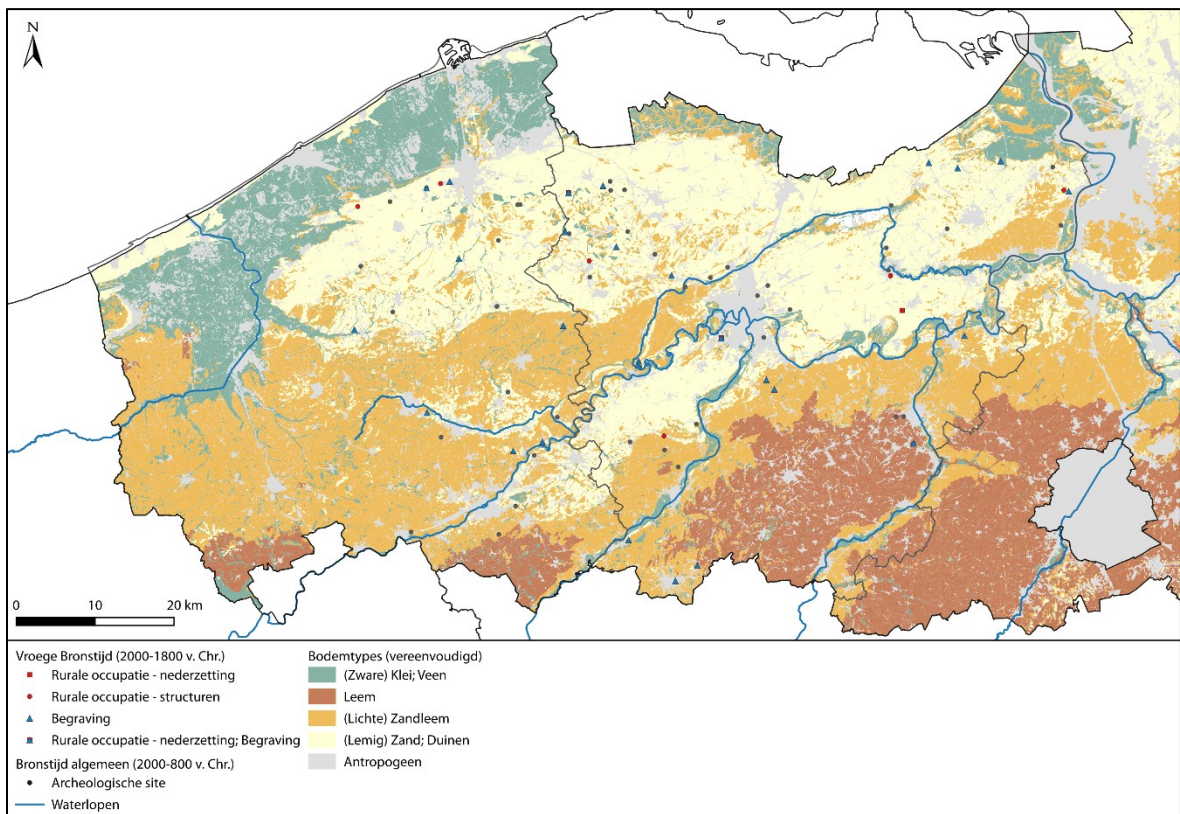
- Ze biedt een onvolledig beeld van de menselijke occupatie in tijd en ruimte, aangezien
 - slechts bepaalde vormen van menselijke occupatie zijn opgenomen
 - slechts de resultaten uit bepaalde archeologische onderzoeksmethodes zijn opgenomen
- Ze laat niet toe chronologische evoluties op hoge tijdsresolutie te analyseren, aangezien
 - een ruw chronologisch systeem is toegepast
 - een archeologische occupatie zich niet steeds eenvoudig tot één deelperiode laat dateren
 - een archeologische occupatie niet steeds tot het gewenste chronologische detail gedateerd is

3.2.3 SPREIDING VAN OCCUPATIE-SITES PER PERIODE

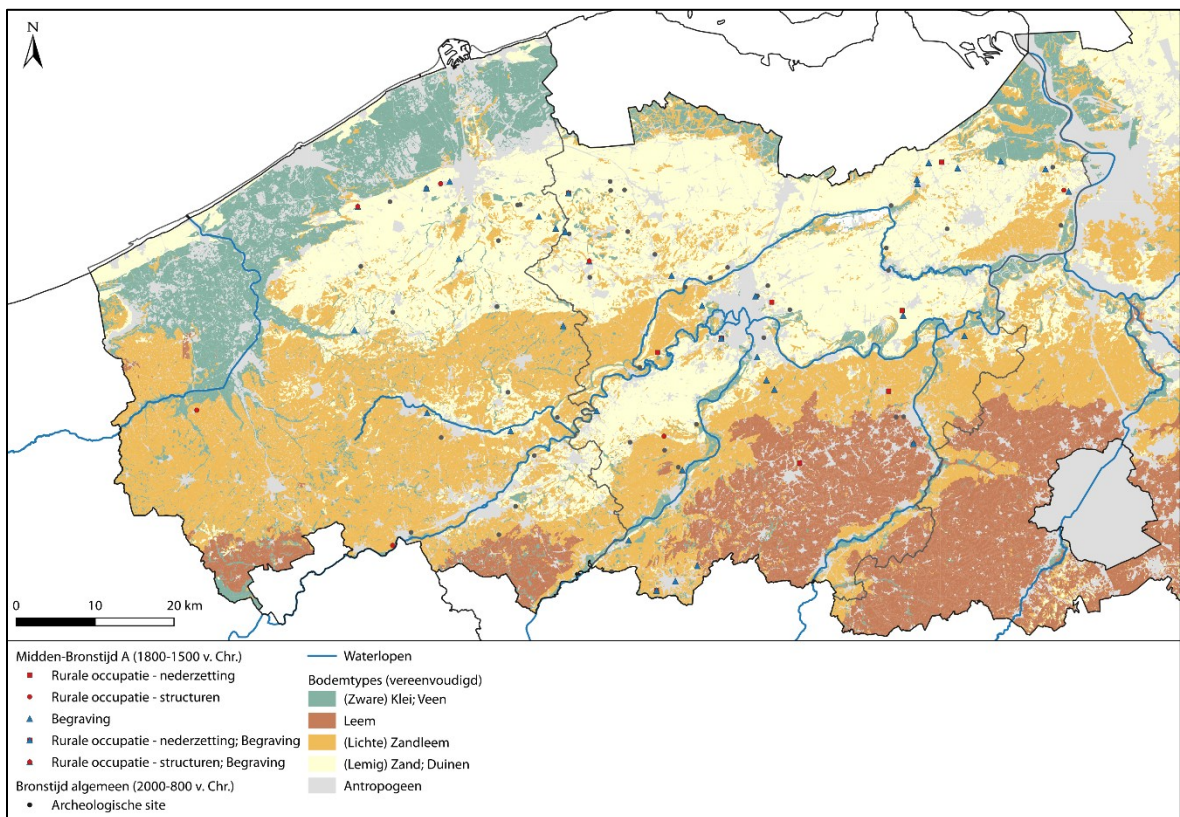
De volgende figuren tonen de spreiding van de verschillende types archeologische sites die wijzen op bewoning voor de vroege bronstijd tot en met de volle middeleeuwen in West- en Oost-Vlaanderen.



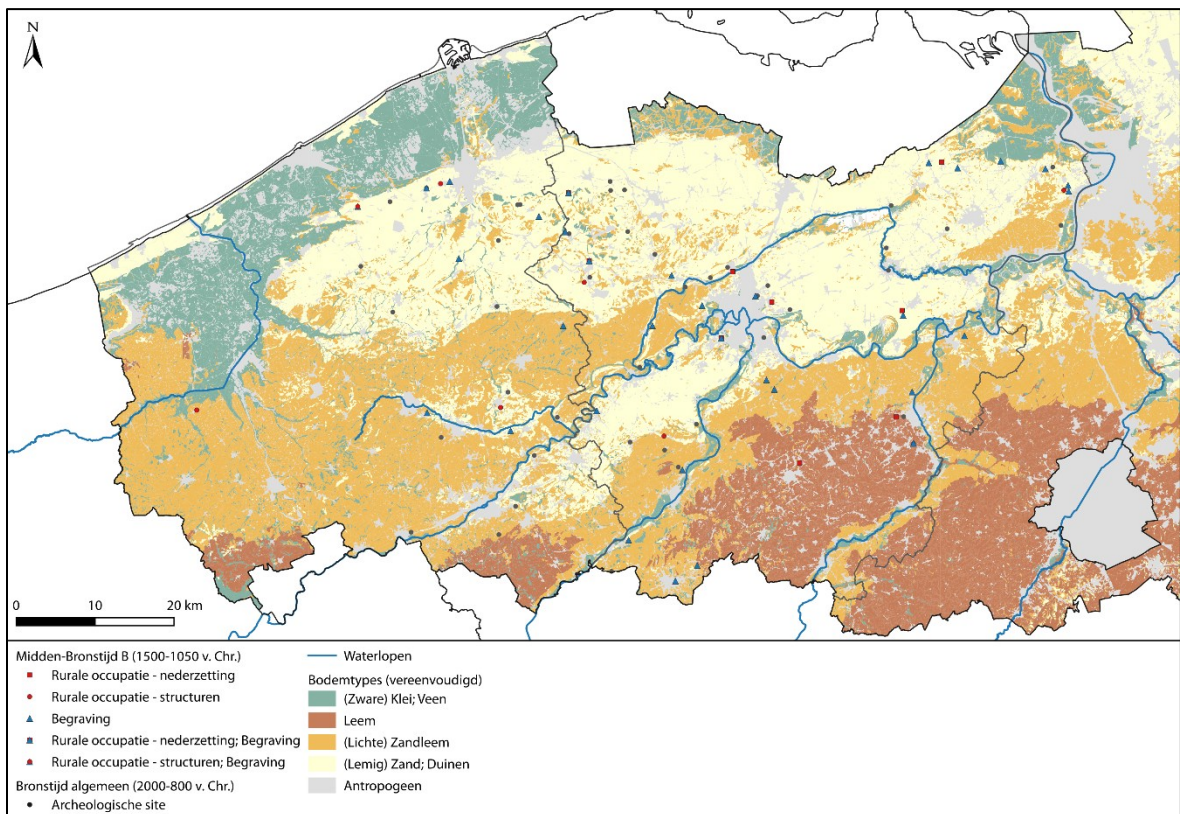
Figuur 30: A. Verspreiding van het gravend archeologisch onderzoek (op basis van de CAI) in de provincies West- en Oost-Vlaanderen (stand van zaken najaar 2024) (zie Deschepper et al. (in voorbereiding)). B. In vergelijking met de verspreiding van de archeologische inventaris opgebouwd voor het syntheseonderzoek.



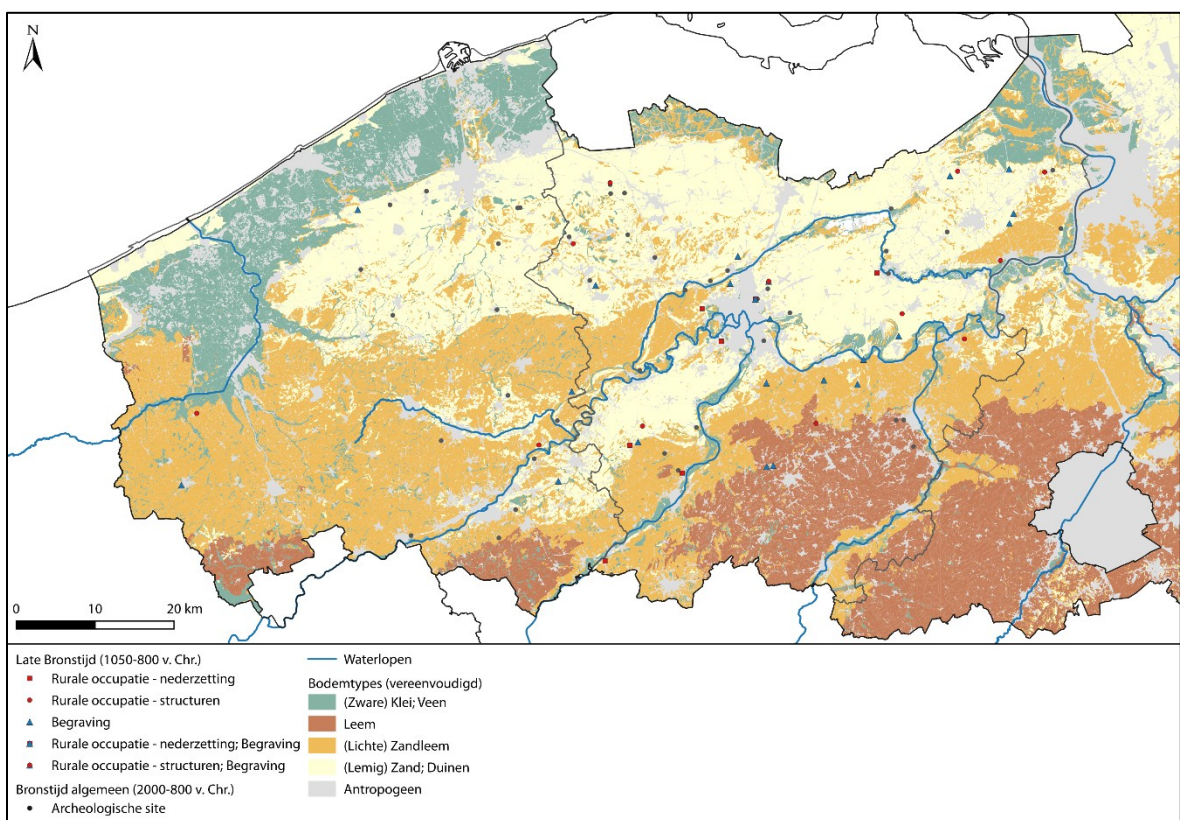
Figuur 31: Spreiding van sites in de vroege bronstijd



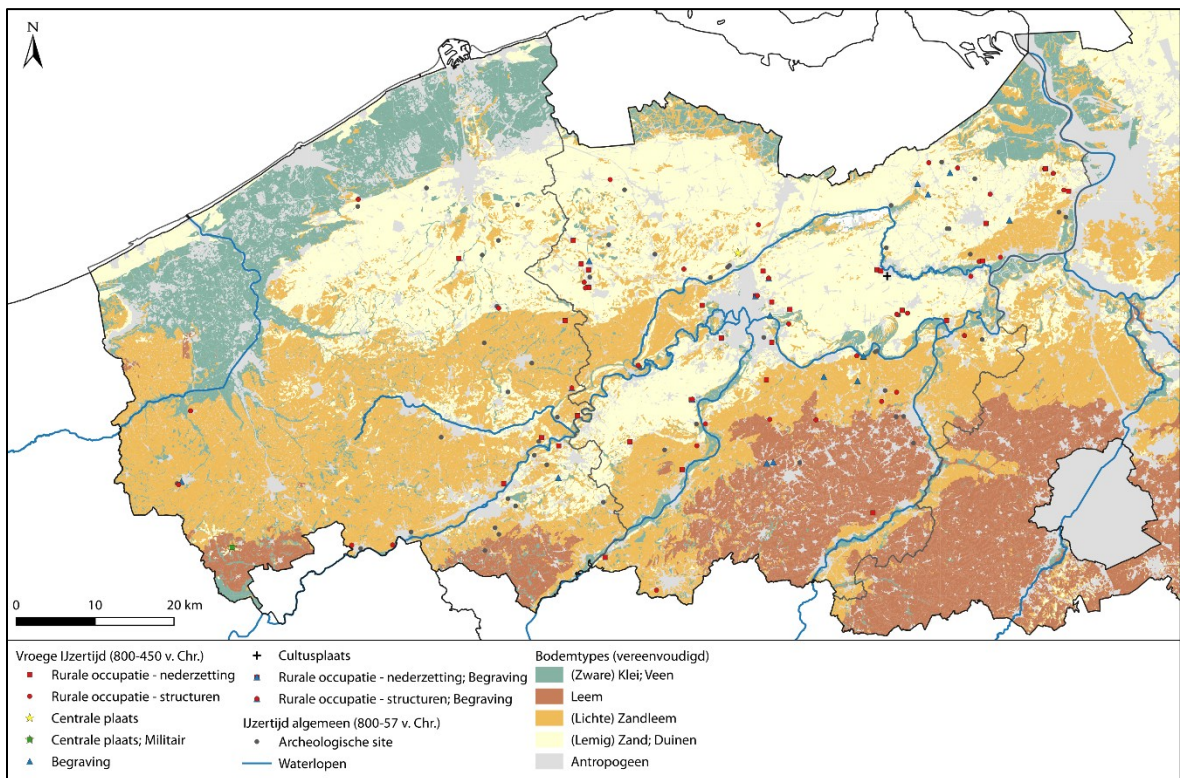
Figuur 32: Spreiding van sites in de midden-bronstijd A



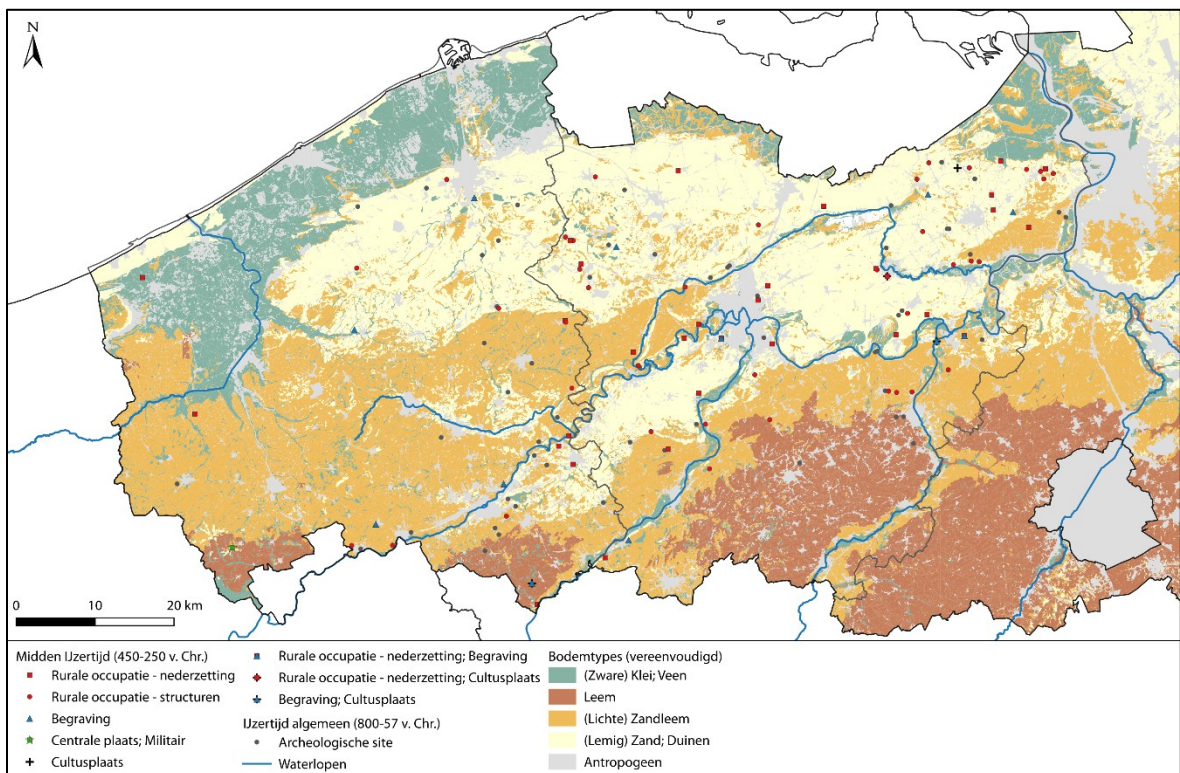
Figuur 33: Spreiding van sites in de midden-bronstijd B



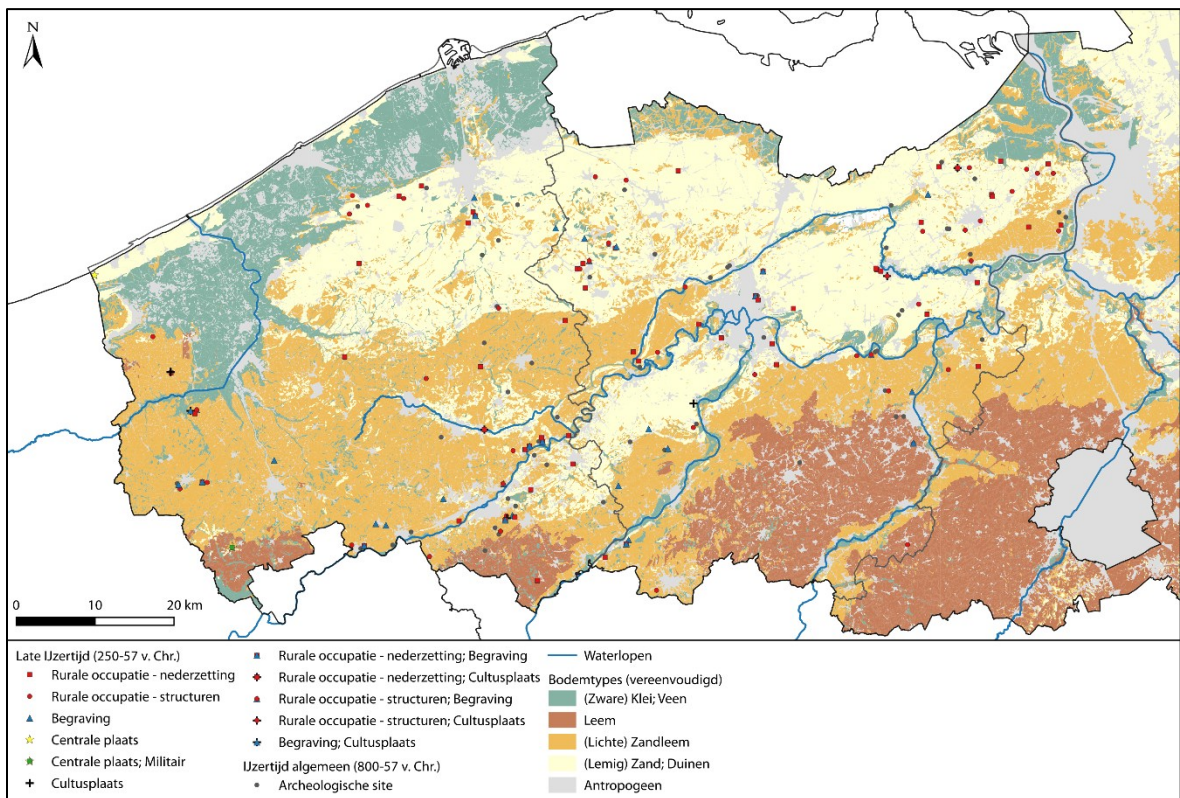
Figuur 34: Spreiding van sites in de late bronstijd



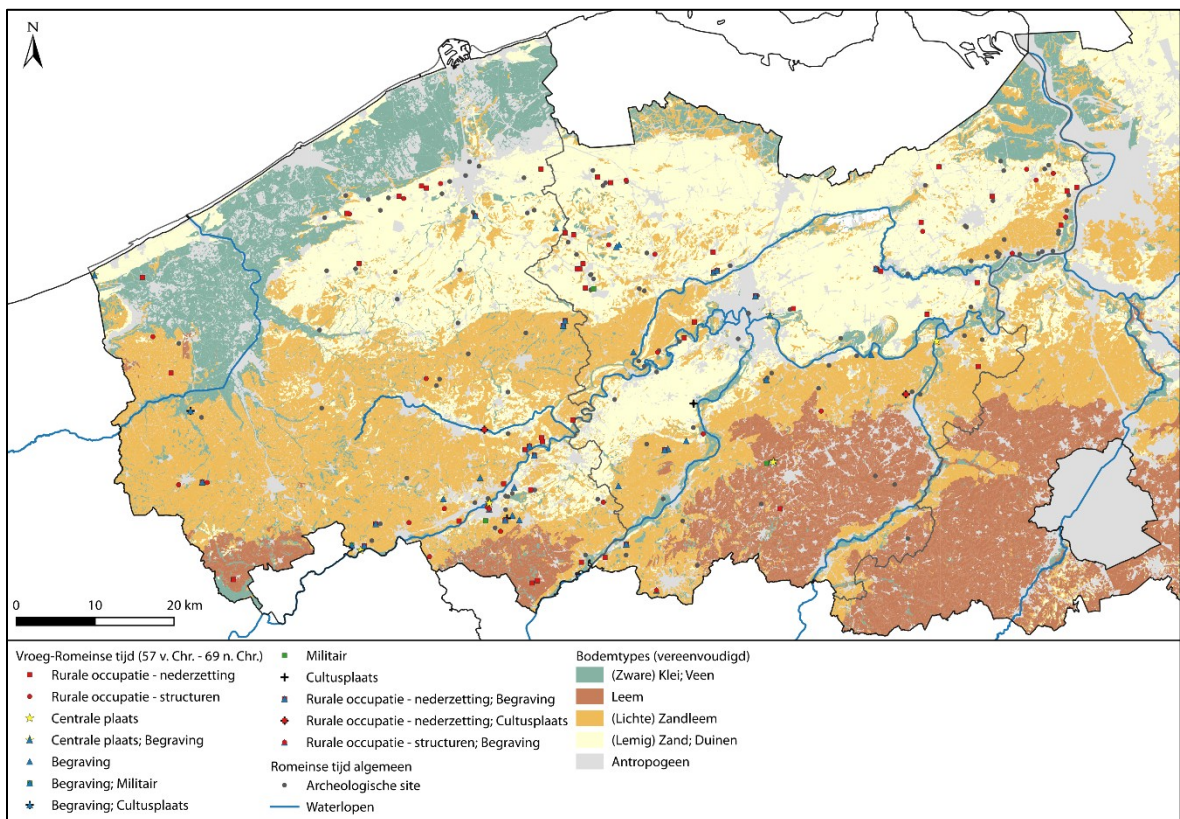
Figuur 35: Spreiding van sites in de vroege ijzertijd



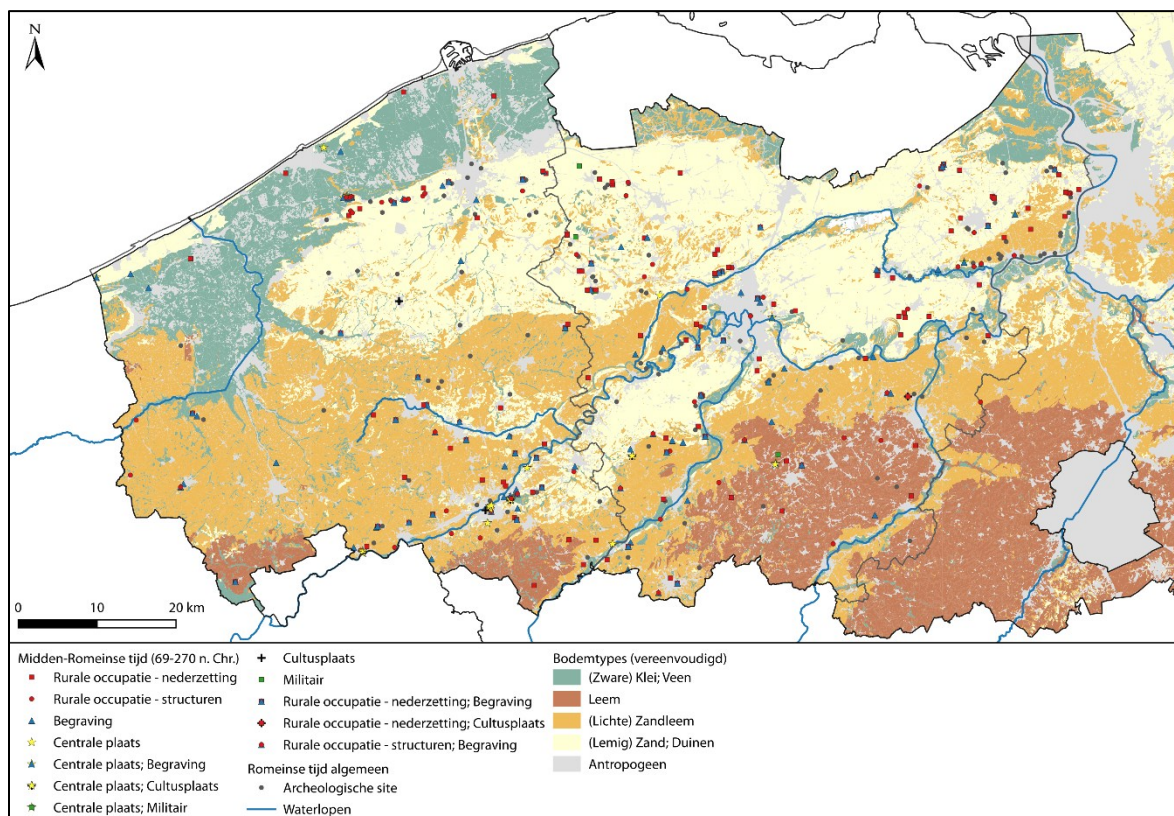
Figuur 36: Spreiding van sites in de midden-ijzertijd



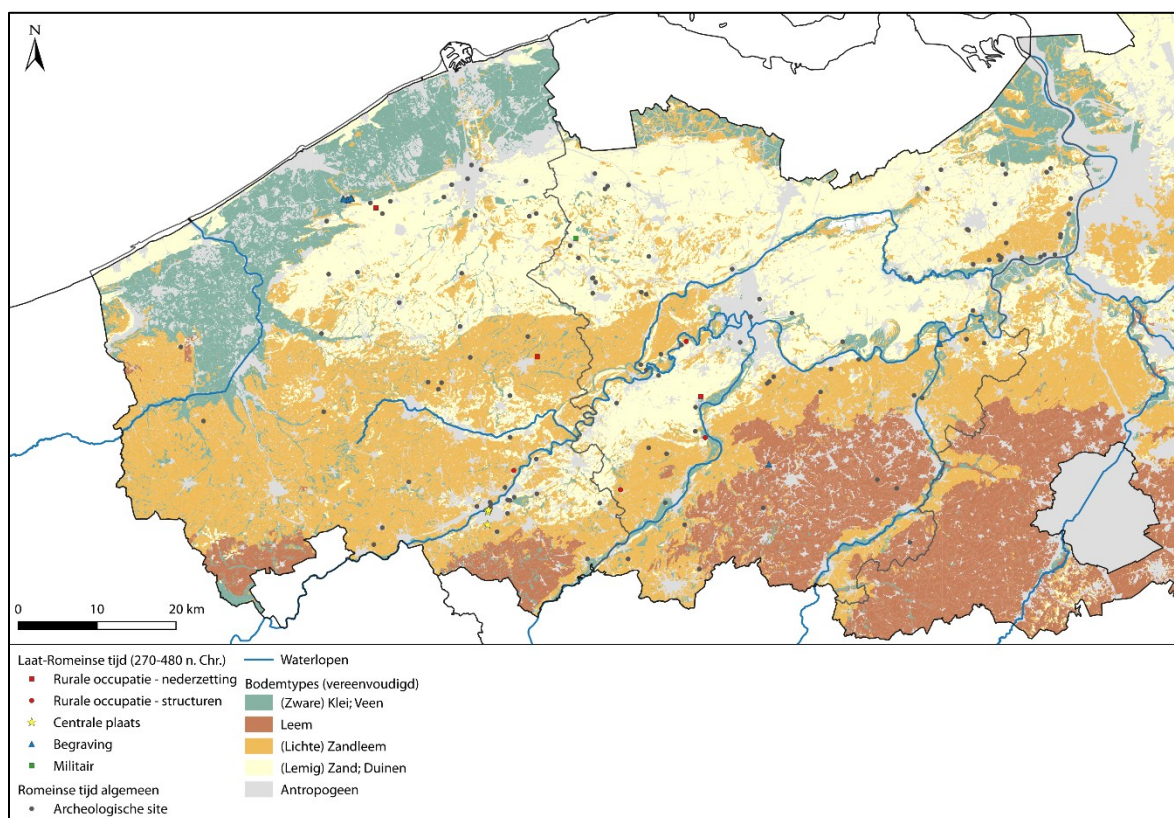
Figuur 37: Spreiding van sites in de late ijertijd



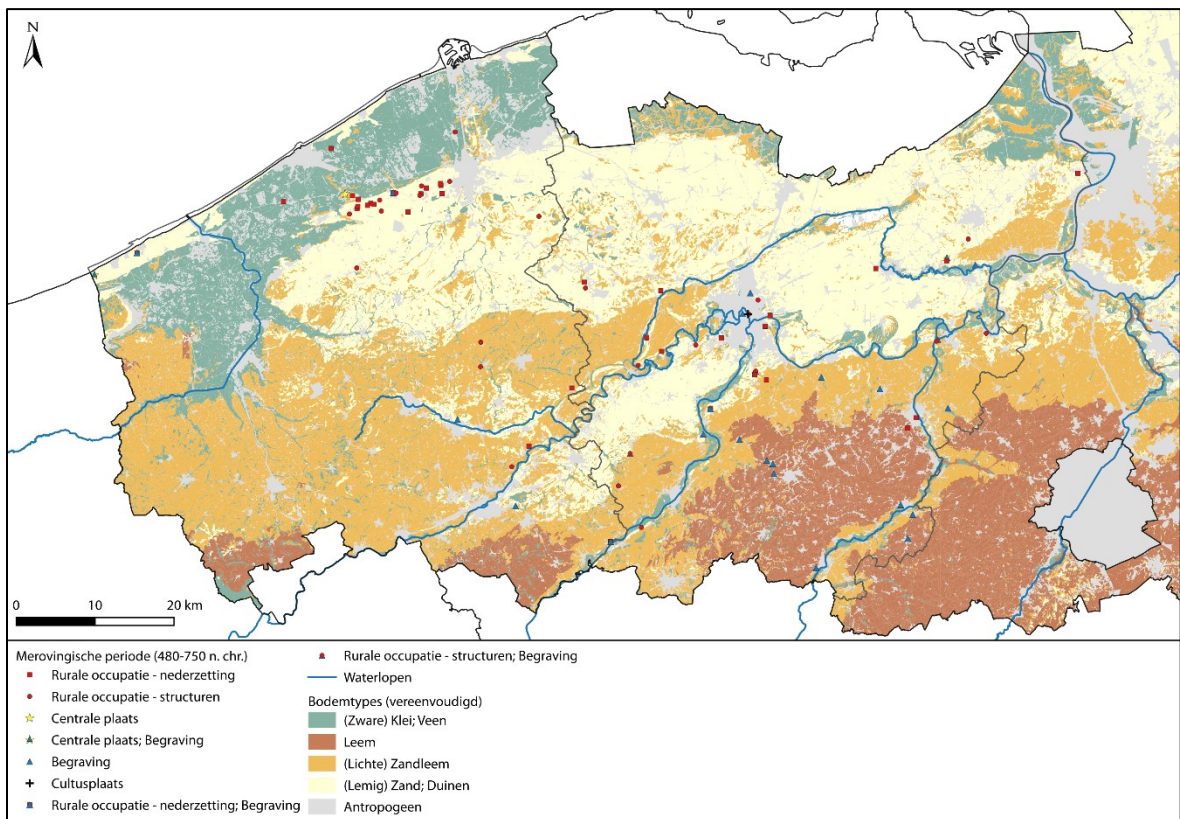
Figuur 38: Spreiding van sites in de vroeg-Romeinse tijd



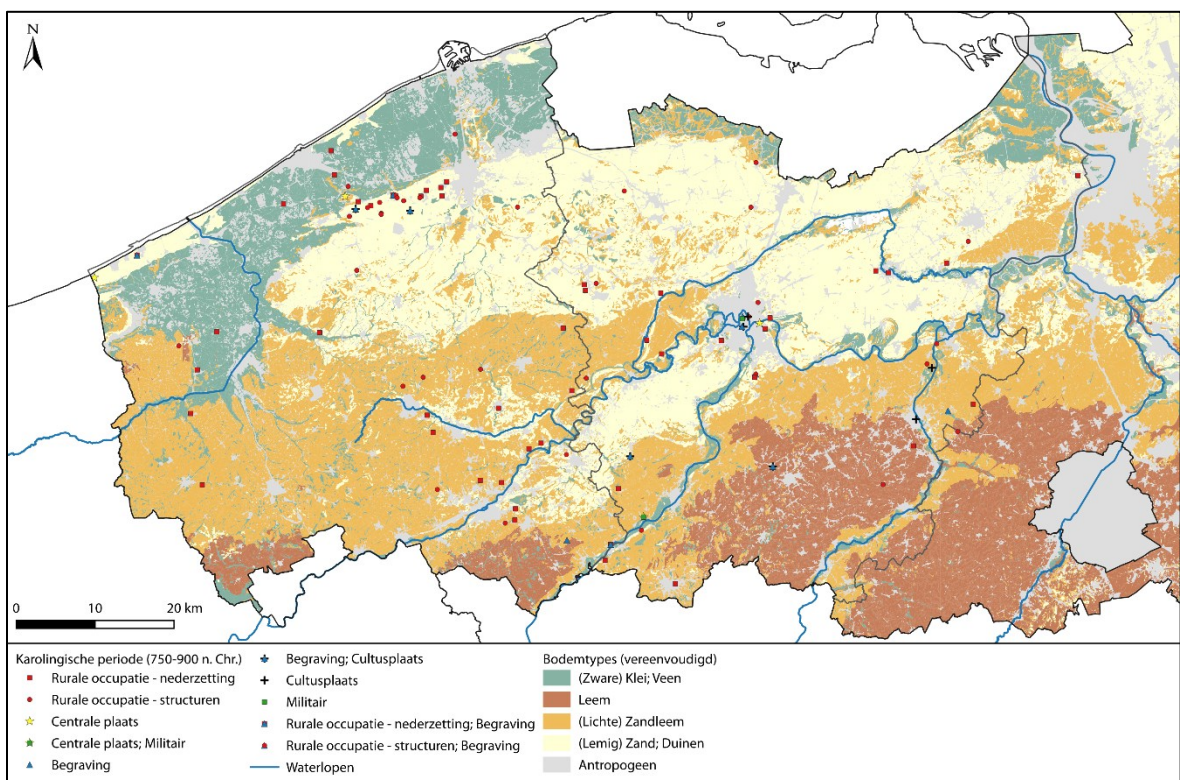
Figuur 39: Spreiding van sites in de midden-Romeinse tijd



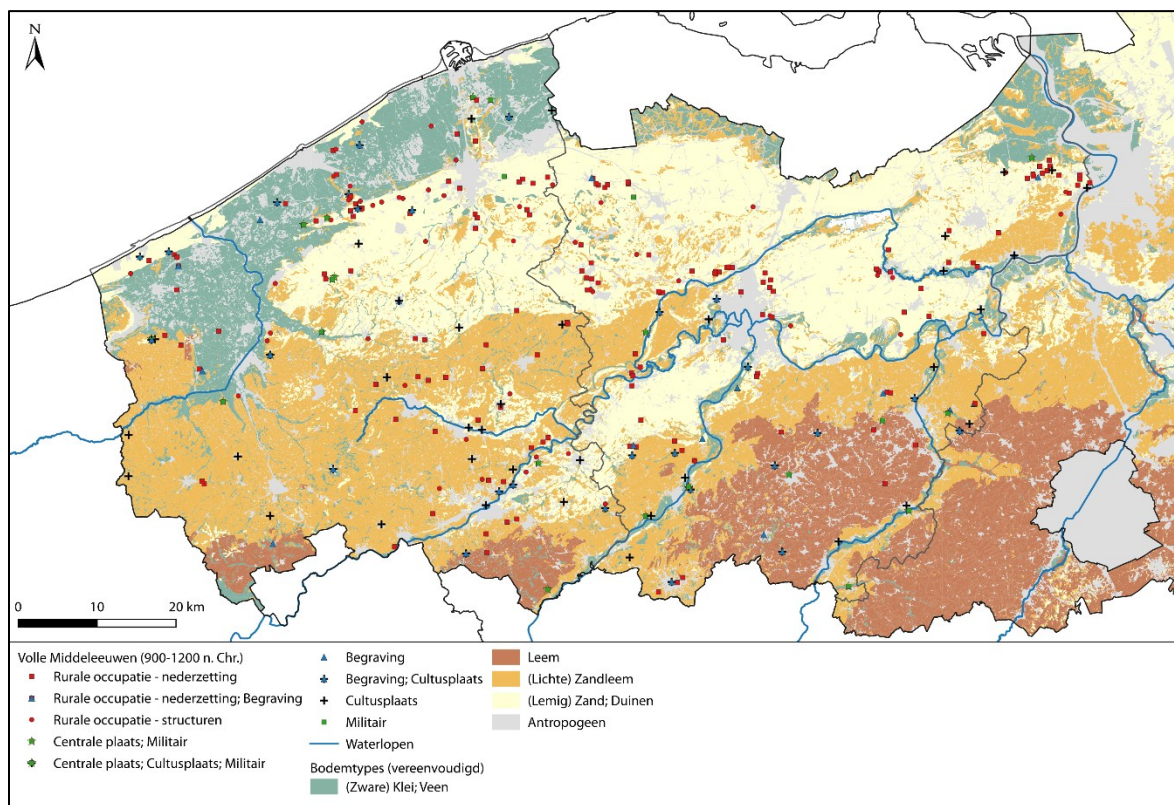
Figuur 40: Spreiding van sites in de laat-Romeinse tijd



Figuur 41: Spreiding van sites in de Merovingische periode



Figuur 42: Spreiding van sites in de Karolingische periode



Figuur 43: Spreiding van sites in de volle middeleeuwen

4. VEGETATIE-EVOLUTIE

Multivariate analyse leverde nauwelijks patronen op. Het lijkt erop dat de ruimtelijke en chronologische spreiding niet de primaire factoren zijn die de verschillen tussen de pollenspectra verklaren. Hierdoor liggen de punten in de NMDS in één grote puntenwolk, zonder visueel duidelijke clustering. Ook verdere analyse (ANOSIM) toont nauwelijks statistisch significante verschillen tussen regio's of periodes. Waar het verschil wel significant is ($p < 0,05$) is het verschil vaak klein (R dicht bij 0). Er werd dus besloten om verder in te zetten op visuele analyse in kaarten en boxplots.

De chronologische en ruimtelijke trends in de pollenpercentages worden eerst besproken voor de pollenpercentages van **groepen**: bomen en struiken, heideplanten en enkele groepen van kruiden (4.1). Daarna worden er enkele **individuele taxa** uitgelicht (0).

4.1 ECOLOGISCHE GROEPEN

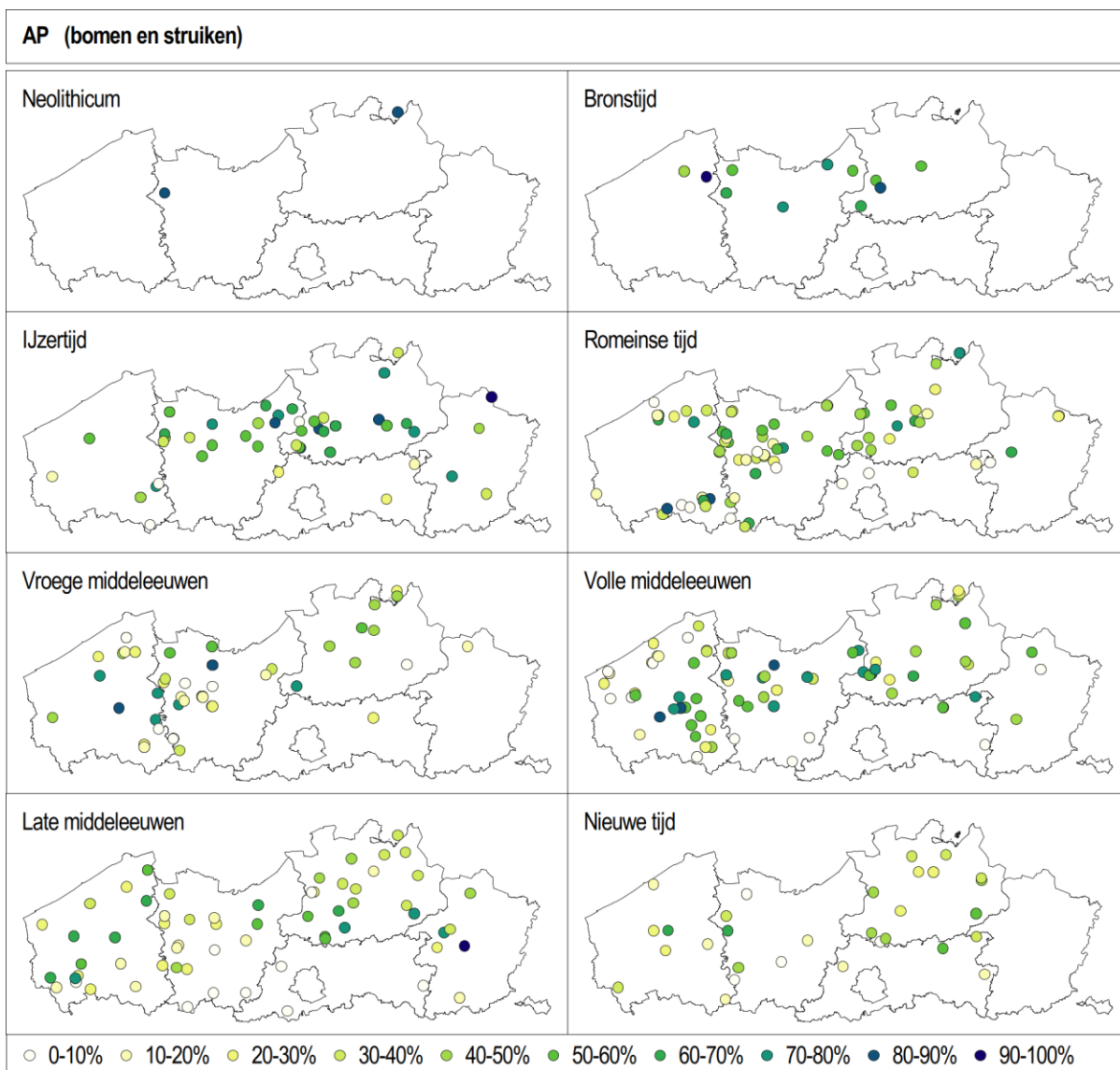
De ruimtelijke en chronologische evoluties van de ecologische groepen worden besproken aan de hand van kaartjes en grafieken, eerst voor de **hele dataset** (4.1.1) en vervolgens voor steeds kleinere regio's: per bodemtype (4.1.2), ecoregio (4.1.3) en focusregio (4.1.4).

4.1.1 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE PATRONEN IN VLAANDEREN

4.1.1.1 Bomen en struiken (totaal)

Deze groep omvat het totale AP (*arboreal pollen*), met pollen van bomen, struiken en lianen van uiteenlopende milieus: dichte tot relatief open bossen op droge grond, bosranden, moerasbossen, bomen in bosschages bij erven of in hagen langs perceelsgrenzen. Door deze samen te nemen krijgen we een globaal zicht op de openheid van het landschap rondom de bewoning.

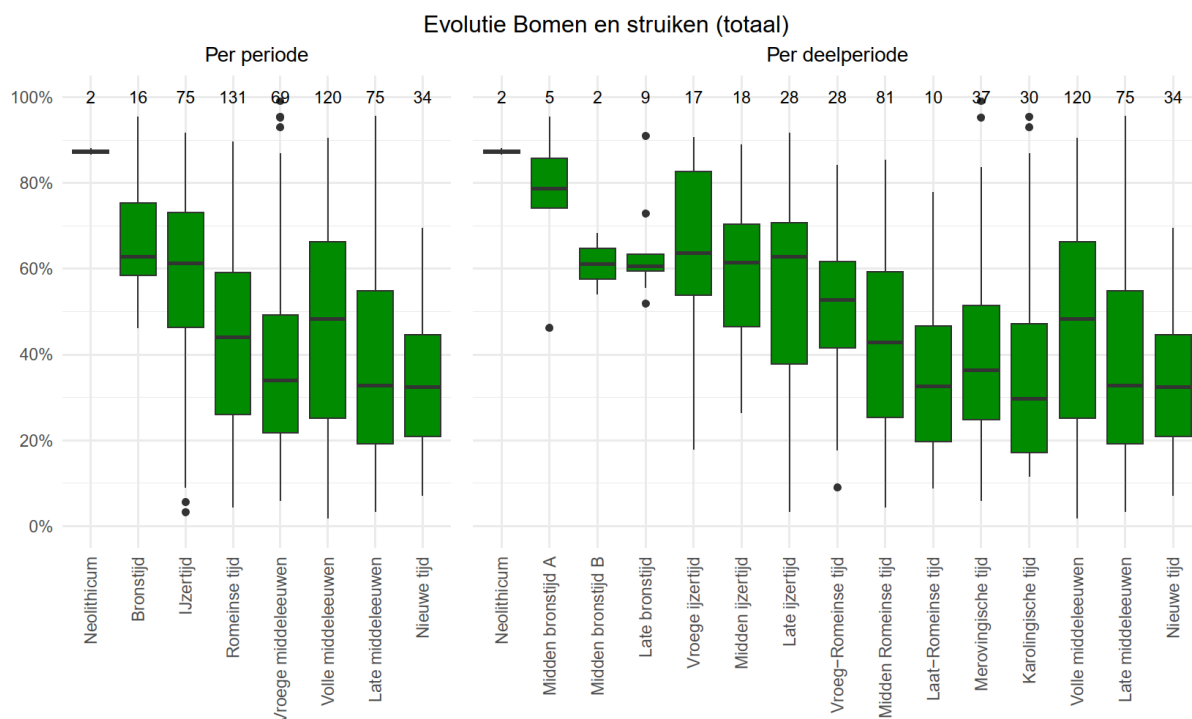
Figuur 44 en Figuur 45 tonen een algemene tendens van afname van het totale percentage boompollen van het neolithicum tot de nieuwe tijd. Meer in detail zien we wel enkele afwijkingen op deze tendens.



Figuur 44: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met AP-percentages per periode.

Tabel 6: Statistische parameters voor de AP-percentages per periode.

Bomen en struiken (totaal)								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	7,0%	21,0%	32,5%	44,7%	69,6%	0,16
Late middeleeuwen		75	3,4%	19,1%	32,8%	54,9%	95,7%	0,23
Volle middeleeuwen		120	1,8%	25,2%	48,2%	66,2%	90,6%	0,26
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	5,8%	21,3%	33,5%	49,1%	99,1%	0,24
	Karolingisch	31	11,5%	16,8%	29,2%	46,3%	95,5%	0,24
	Merovingisch	37	5,8%	24,9%	36,4%	51,5%	99,1%	0,24
Romeinse tijd	Totaal	131	4,3%	26,0%	44,0%	59,2%	89,7%	0,22
	Laat	10	8,7%	19,7%	32,6%	46,7%	78,0%	0,21
	Midden	81	4,3%	25,4%	42,9%	59,4%	85,4%	0,22
	Vroeg	28	9,0%	41,6%	52,8%	61,7%	84,2%	0,20
IJzertijd	Totaal	75	3,3%	46,4%	61,2%	73,1%	91,7%	0,21
	Laat	28	3,3%	37,7%	62,8%	70,8%	91,7%	0,25
	Midden	18	26,3%	46,5%	61,4%	70,5%	89,0%	0,18
	Vroeg	17	17,8%	53,8%	63,7%	82,7%	90,7%	0,20
Bronstijd	Totaal	16	46,2%	58,5%	62,9%	75,3%	95,6%	0,14
	Laat	9	51,9%	59,5%	60,6%	63,5%	91,0%	0,12
	Midden-B	2	54,0%	57,6%	61,2%	64,7%	68,3%	0,10
	Midden-A	5	46,2%	74,2%	78,7%	85,7%	95,6%	0,19
Neolithicum		2	86,6%	87,0%	87,3%	87,7%	88,1%	0,01



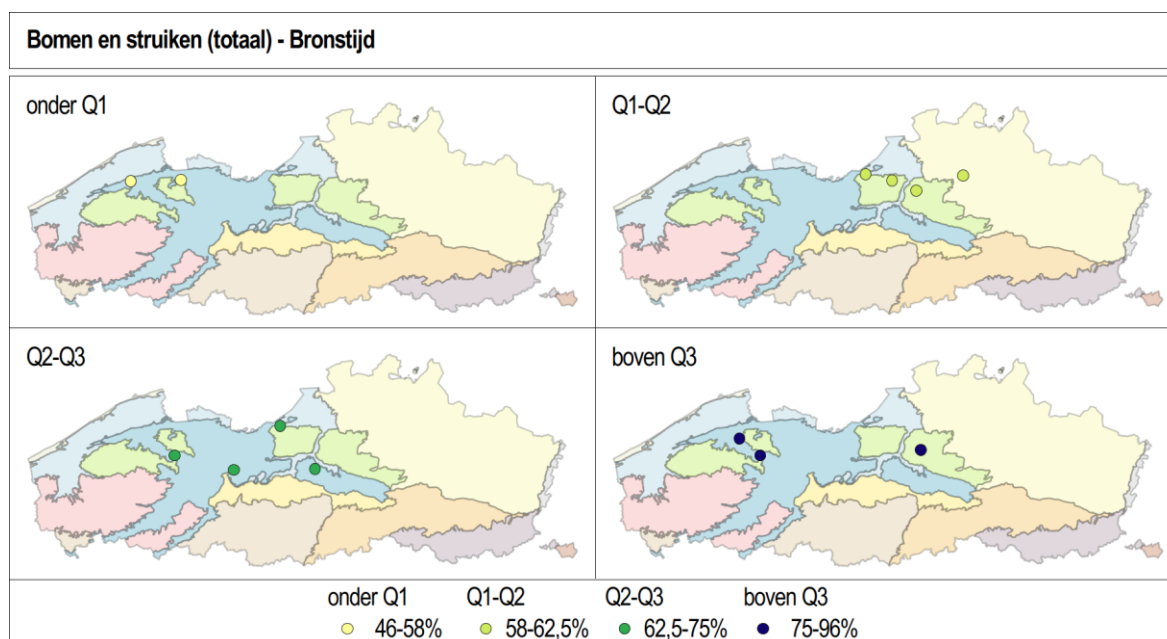
Figuur 45: Boxplot voor de AP-percentages per periode (links) en per deelperiode (rechts).

NEOLITHICUM

Beide spectra uit het **neolithicum** vertonen zeer hoge AP-percentages (ca. 87%) (Tabel 6, Figuur 45).

BRONSTIJD

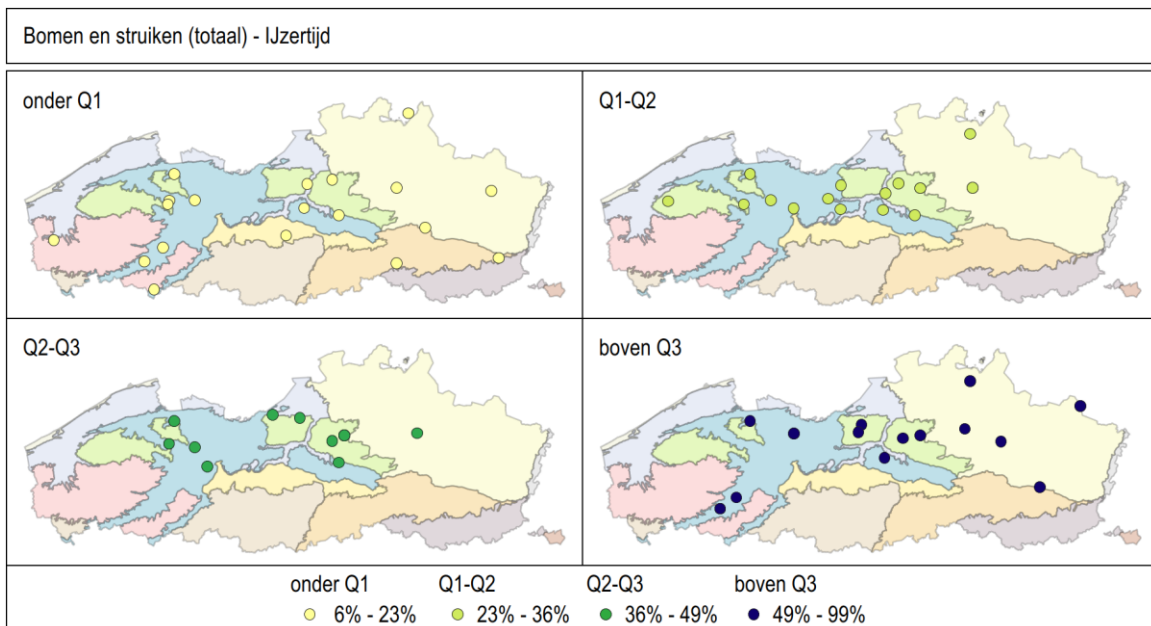
Binnen de **bronstijd** zien we een duidelijk verschil tussen de deelperiodes (Tabel 6, Figuur 45, rechts): de spectra uit midden-bronstijd A vertonen nog zeer hoge waarden (meestal > ca. 75%, met één outlier van 46% in Sint-Andries - Kluizenmolen), terwijl de AP-percentages in de midden-bronstijd B en late bronstijd meestal rond de 60% schommelen (met twee outliers >70% in de late bronstijd).



Figuur 46: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de bronstijd, geplote op de ecoregio's.

IJZERTIJD

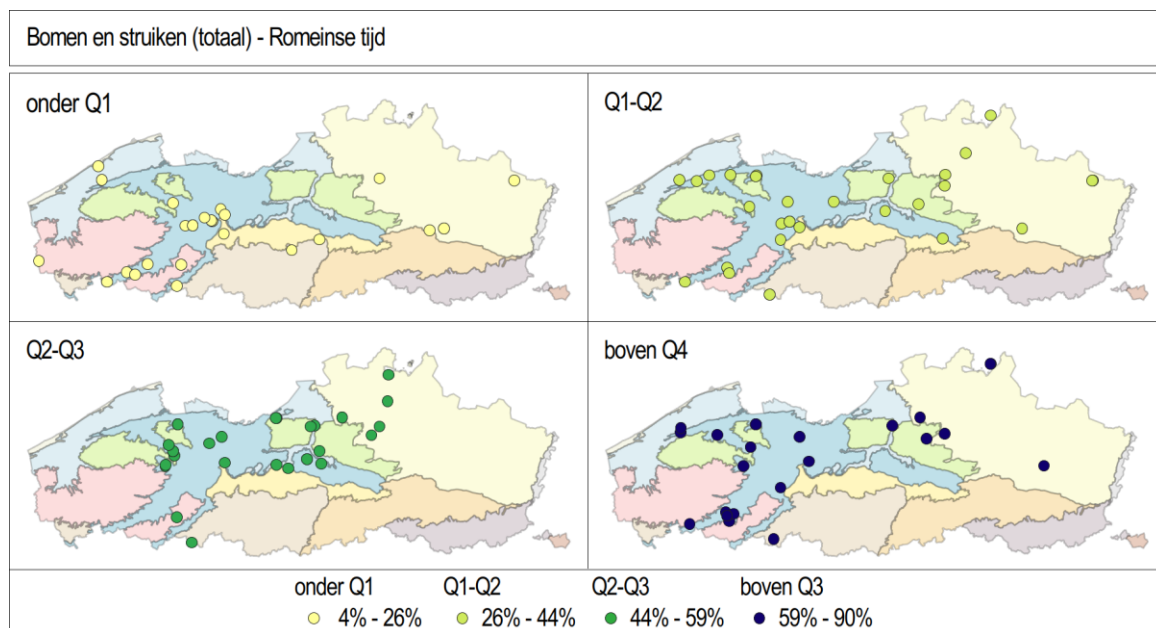
Voor de **ijzertijd** zijn er veel meer pollenspectra ($n = 75$) voorhanden, waardoor de interkwartielrange een stuk breder is, net als het verschil tussen de minimale en de maximale waarden (Tabel 6, Figuur 45). De mediaan ligt voor alle drie de deelperiodes rond hetzelfde niveau als op het einde van de bronstijd, namelijk net boven de 60%. De boven- en ondergrenzen van de interkwartielrange dalen wel van de vroege ijzertijd (54-83%) naar de late ijzertijd (38-71%). In de vroege ijzertijd is er een afwijking met 18% AP (Bilzen – Bivelenhof) en in de late ijzertijd zijn er zelfs enkele spectra waarbij het totaal AP minder dan 10% bedraagt (Sint-Baafs-Vijve – Hooimeersstraat, Kruike – Bazelstraat en Zwevegem – Kannootdries). De ijzertijdspectra in de zuidelijke helft van Vlaanderen ((zand)leemstreek) vallen allemaal onder het eerste kwartiel en vertonen dus telkens lage AP-waarden (Figuur 47).



Figuur 47: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de ijzertijd, geplot op de ecoregio's.

ROMEINSE TIJD

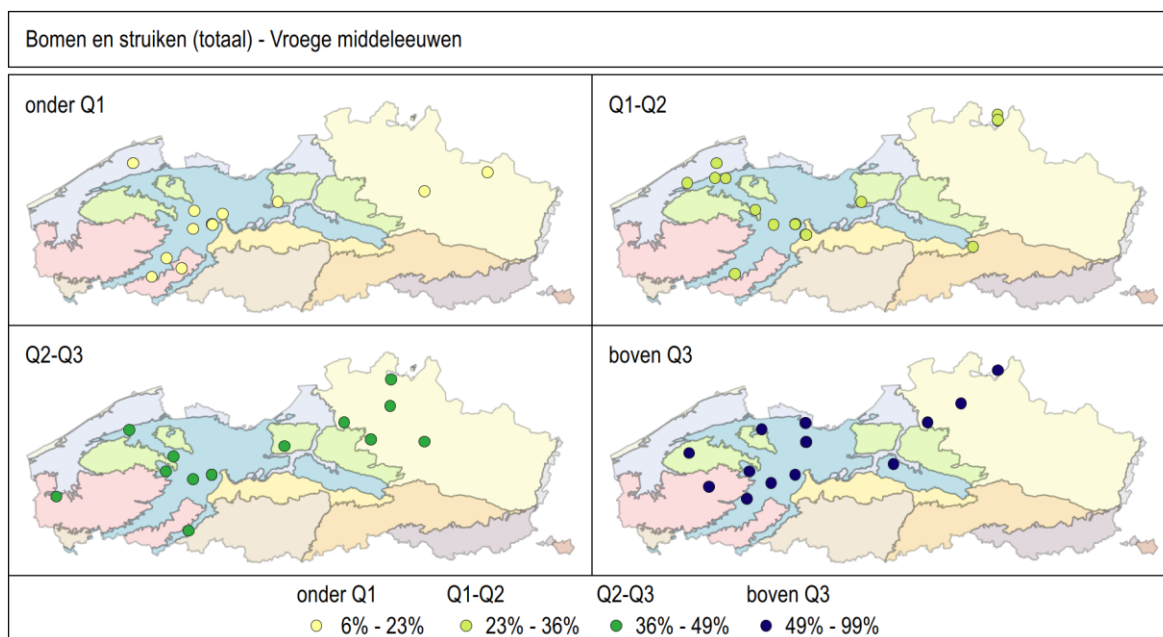
In de **Romeinse periode**, met 131 beschikbare pollenspectra, ligt de mediaan met 44% een stuk lager dan in de ijzertijd. Binnen deze periode zien we een daling van de mediaan, van 53% in de vroeg-Romeinse periode (n=28), over 43% in de midden-Romeinse periode (n=81) tot 33% in de laat-Romeinse periode (n=10) (Tabel 6, Figuur 45). Ook de boven- en ondergrenzen van de interkwartielrange dalen mee. Daarbuiten is de spreiding erg breed, met in uitzonderlijke gevallen waarden onder de 10% of boven de 80%. De erg lage waarden lijken voor te komen in clusters, onder andere in de kuststreek, in het zuiden van West-Vlaanderen en rond Gent. Anderzijds zien we juist in het zuiden van West-Vlaanderen ook enkele zeer hoge waarden.



Figuur 48: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de Romeinse tijd, geplot op de ecoregio's.

VROEGE MIDDELEEUWEN

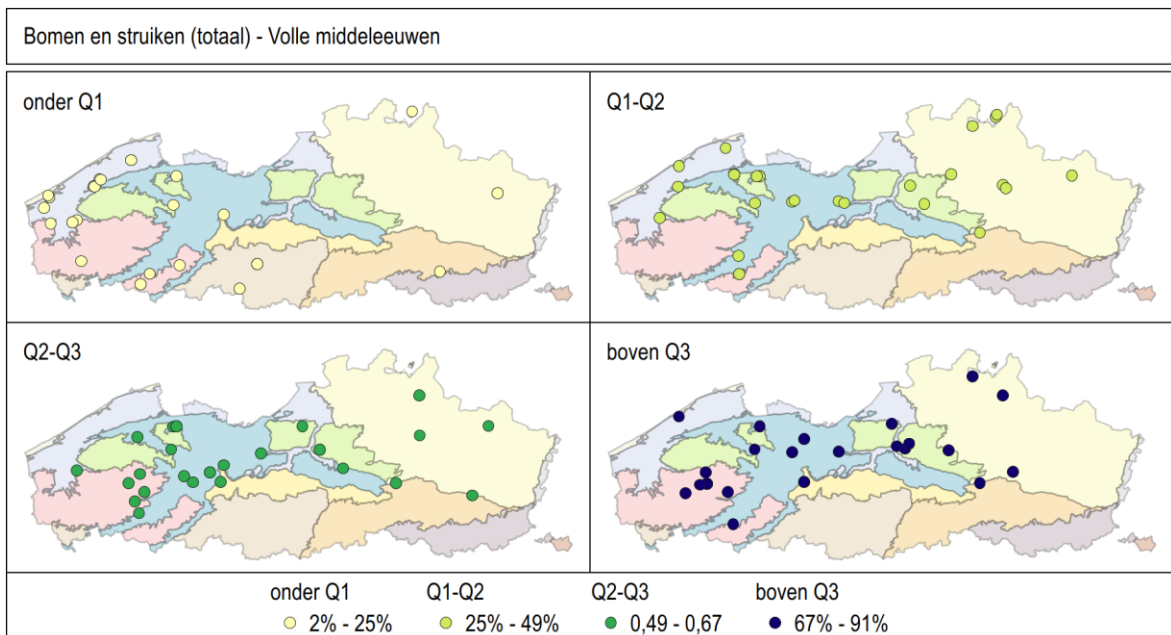
Voor de **vroege middeleeuwen** ($n = 70$) liggen de AP-waarden in dezelfde grootteorde als in de laat-Romeinse periode, dus lager dan in de Romeinse periode in het algemeen (Tabel 6, Figuur 45). Binnen de vroege middeleeuwen zien we een beperkt verschil tussen de Merovingische periode ($n=37$), met mediaan 36% en de Karolingische periode (29%, $n=31$). Beide deelperiodes vertonen enkele outliers in de boxplot, met AP-waarden boven 90% (Figuur 45). Alle vier deze outliers zijn afkomstig van Kluizen – Zandeken (zie verder onder focusregio Evergem). De laagste AP-waarden vinden we vooral terug in de ecoregio 'Pleistocene riviervalleien', ten zuidwesten van Gent (Figuur 49, Q1).



Figuur 49: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de vroege middeleeuwen, geplot op de ecoregio's.

VOLLE MIDDELEEUWEN

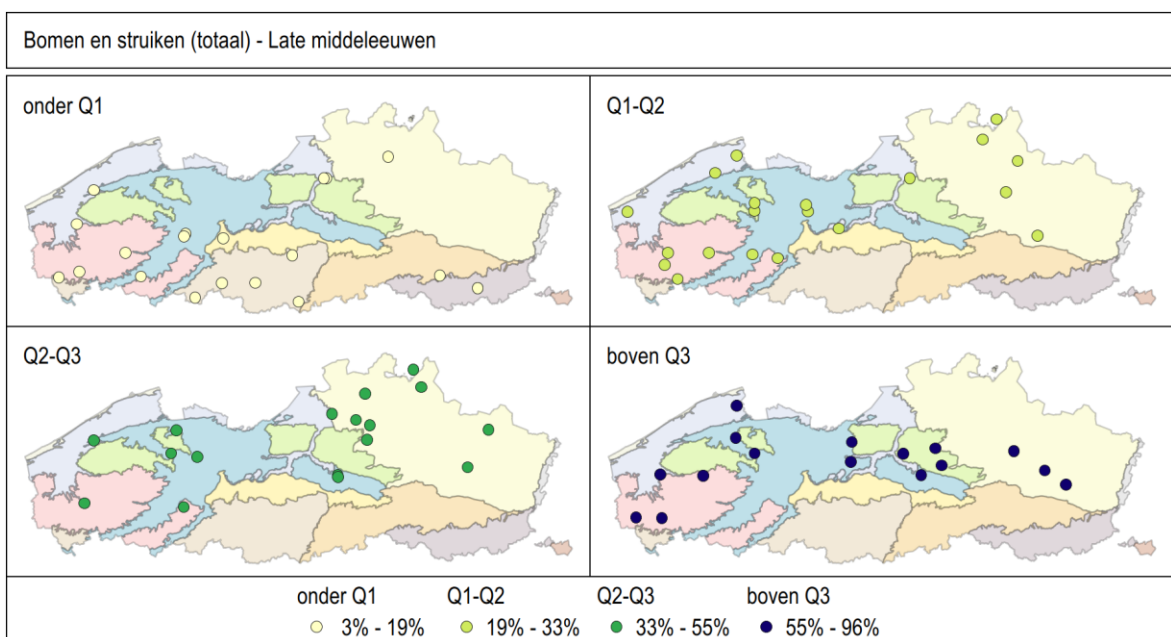
Tijdens de volle middeleeuwen, waarvoor 120 pollenspectra beschikbaar zijn, kennen de AP-waarden een zeer brede range (2-91%), maar over het algemeen is het AP-percentages hoger dan in de vroege middeleeuwen en de (midden- en laat-)Romeinse periode, met een mediaan van 48% en interkwartielrange van 25-66% (Tabel 6, Figuur 45). De lage AP-waarden vinden we vooral terug in de kustpolders en het zuiden van Vlaanderen (leemstreek) (Figuur 50, Q1). De zandstreek, incl. Pleistocene riviervalleien en Kempen vertonen waarden dicht bij de mediaan (Figuur 50, Q2-3). Centraal in West-Vlaanderen, rond Roeselare, komen enkel eerder hoge, inclusief de hoogste AP-waarden voor (Figuur 50, Q4).



Figuur 50: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de volle middeleeuwen, geplot op de ecoregio's.

LATE MIDDELEEUEWEN

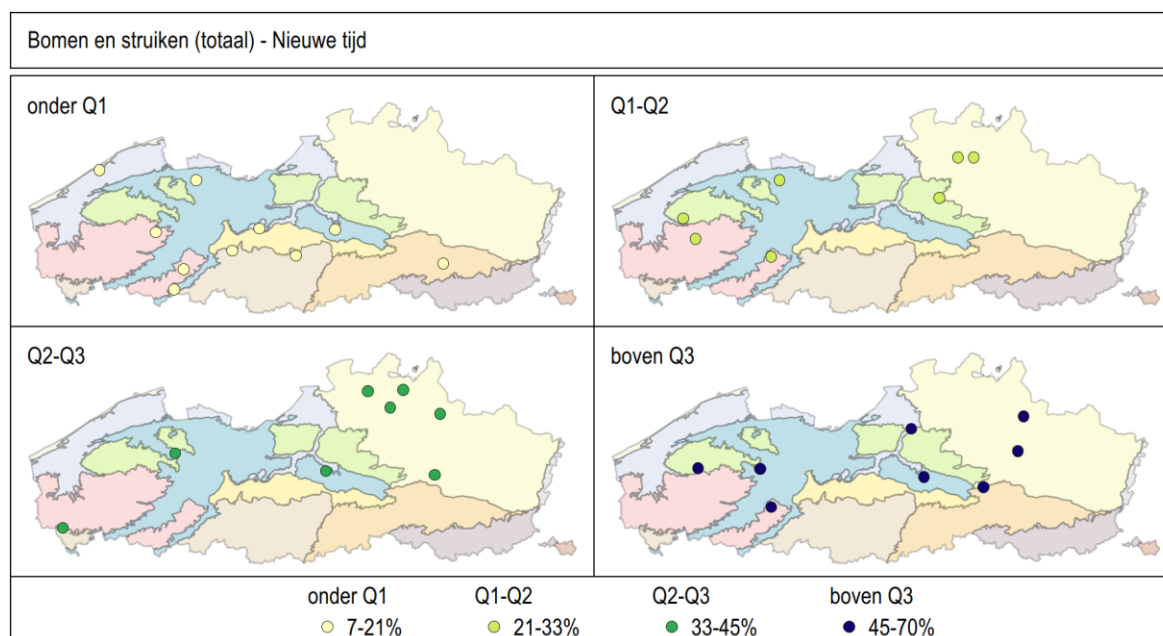
Tijdens de late middeleeuwen (n=75) zien we opnieuw een zeer brede range in AP-waarden (3,4-96%) (Tabel 6, Figuur 45). De mediaan ligt met 33% flink lager dan in de volle middeleeuwen, maar blijft iets boven de mediaan uit de Karolingische periode (29%). De middelste helft van de spectra (interkwartielrange) heeft een AP-waarde tussen 19 en 55%. In de zuidelijke helft van Vlaanderen vinden we vooral lage AP-waarden terug (Figuur 51, Q1). In de andere gebieden zijn de percentages voor boompollen tijdens de late middeleeuwen zeer variabel.



Figuur 51: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de late middeleeuwen, geplot op de ecoregio's.

NIEUWE TIJD

Bij de spectra uit de nieuwe tijd is de mediaan min of meer gelijk aan die van de late middeleeuwen (33%) (Tabel 6, Figuur 45). De spreiding is minder groot dan in de voorgaande periodes, wat zich vooral uit in een lager maximum (70%), maar ook een smallere interkwartielrange (21-45%). De meeste spectra kennen dus een AP-waarde onder de 50%. Hoewel het AP over het algemeen laag is in deze periode, zijn er weinig extreem lage waarden (minimum 7%). Opnieuw zien we de laagste waarden vooral in de zuidelijke helft van Vlaanderen (Figuur 52, Q1). In de Kempen komen meer uitzonderlijk hoge waarden voor.

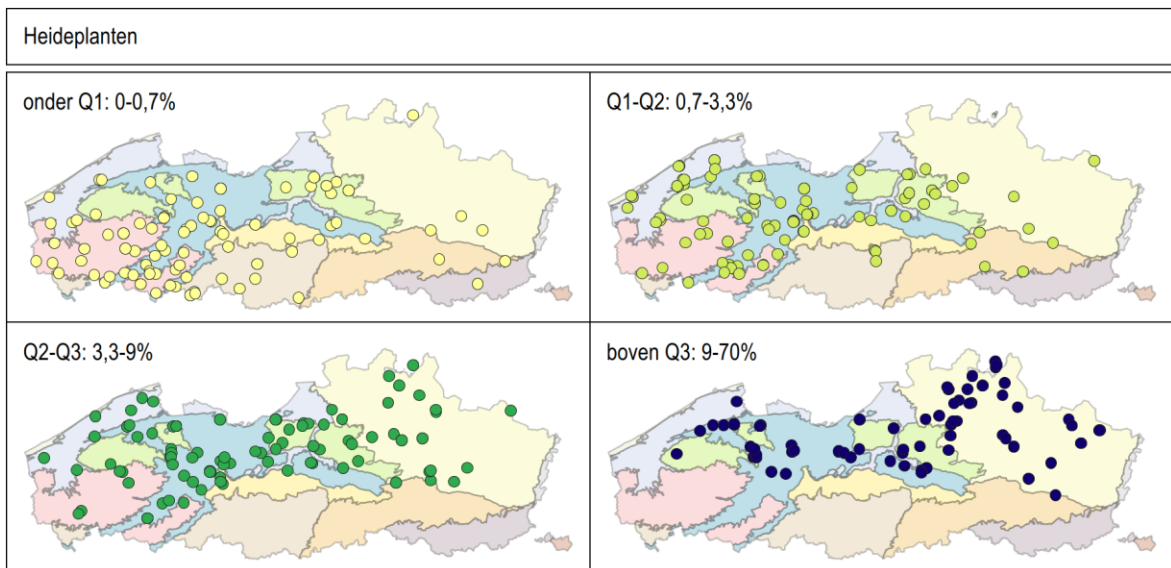
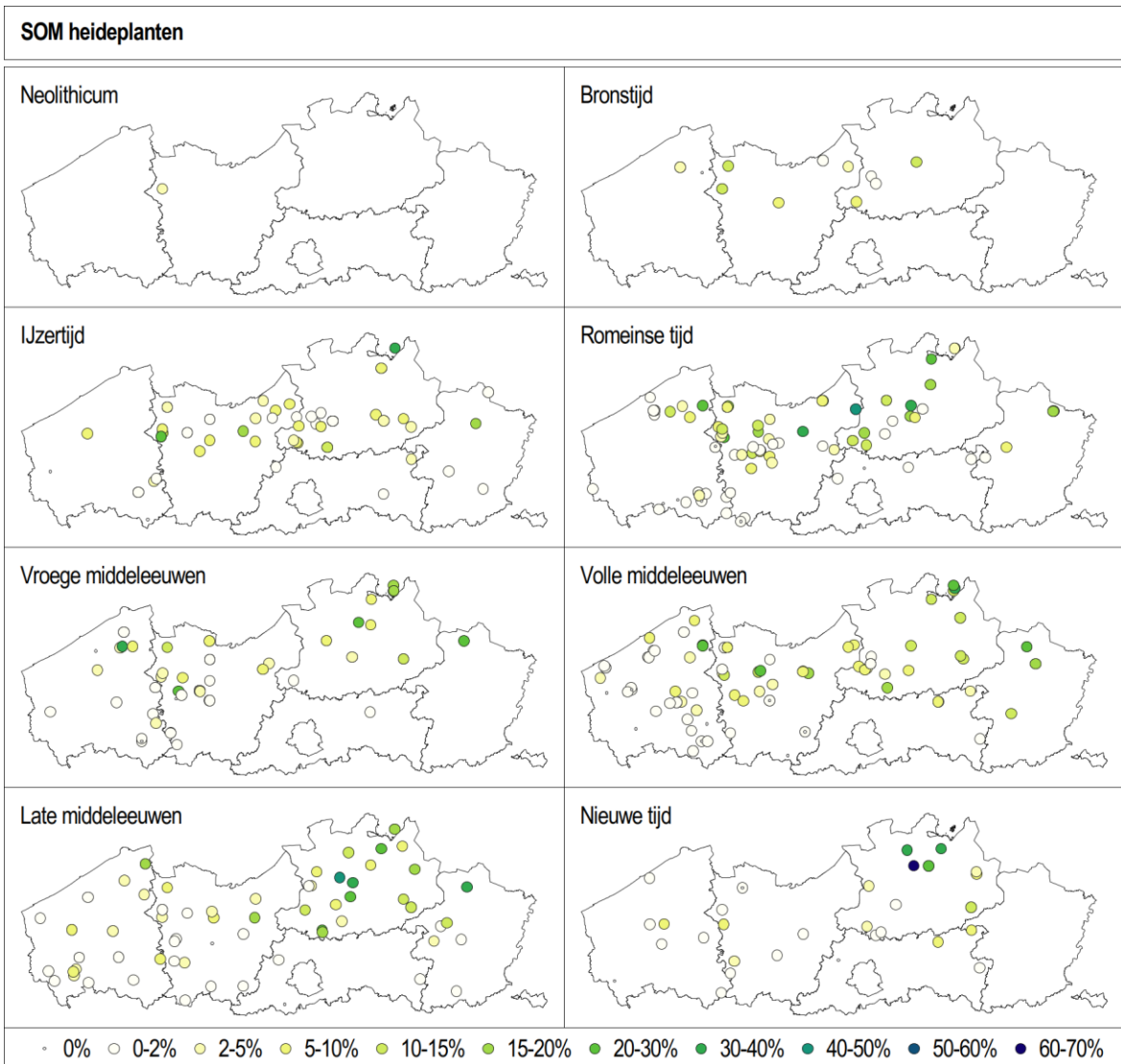


Figuur 52: Ruimtelijke spreiding van de spectra met de laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van bomen en struiken (totaal AP) in de nieuwe tijd, geplot op de ecoregio's.

4.1.1.2 Heideplanten

In de **neolithische** sporen is pollen van heideplanten weinig voorkomend: ze zijn afwezig in het staal uit de Kempen en bedragen <4% in het staal uit Aalter. In de **bronstijd** liggen de percentages voor heideplanten wat hoger met een mediaan rond de 5% en maximale waarden die stijgen van 7% in midden-bronstijd A naar 27% in de late bronstijd. De daaropvolgende periodes vertonen niet veel variatie. Tot en met de **midden-Romeinse** periode zien we steeds een mediaan tussen 3 en 7% en een interkwartielrange tussen ca. 1 en 10%. Vanaf de **laat-Romeinse** periode daalt de mediaan naar 1 à 2%, waarbij het percentage heidepollen in zo goed als alle spectra onder de 6% blijft – met uitzondering van enkele uitschieters boven de 30%. Tijdens de daaropvolgende periodes blijven de waarden zeer gelijkaardig aan de laat-Romeinse spectra. Enkel in de **volle en late middeleeuwen** zien we een minieme stijging in mediaan (ca. 3%) en top van de interkwartielrange (ca. 10%).

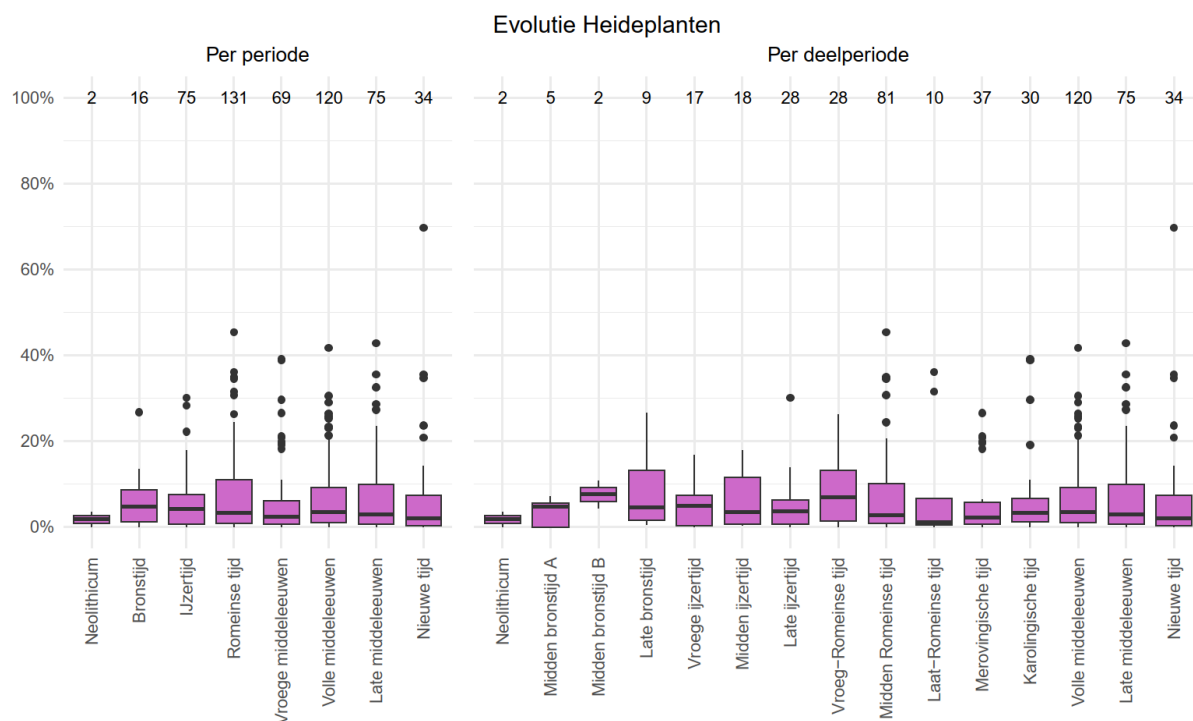
In alle perioden vinden we de hoogste waarden terug in de noordelijke helft van Vlaanderen (**zandstreek**) (Figuur 53, Q4). Vooral in de **Kempen** zijn er nauwelijks lage waarden. In de Pleistocene riviergebieden en de cuesta's zijn de waarden eerder uiteenlopend. De datapunten uit de **leemstreek** vertonen overal waarden onder de mediaan.



Figuur 53: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met (A) percentages voor heideplanten per periode en (B) laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van heideplanten, geplot op de ecoregio's.

Tabel 7: Statistische parameters voor de percentages van pollen van heideplanten per periode.

Heideplanten								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	0,0%	0,3%	2,0%	7,5%	69,7%	0,14
Late middeleeuwen		75	0,0%	0,7%	2,9%	10,0%	42,8%	0,09
Volle middeleeuwen		120	0,0%	1,0%	3,5%	9,1%	41,7%	0,08
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	0,0%	0,8%	2,4%	6,0%	39,1%	0,09
	Karolingisch	31	0,0%	1,2%	2,4%	6,6%	39,1%	0,11
	Merovingisch	37	0,0%	0,7%	2,1%	5,7%	26,5%	0,07
Romeinse tijd	Totaal	131	0,0%	0,8%	3,2%	10,9%	45,4%	0,09
	Laat	10	0,0%	0,5%	1,0%	6,7%	36,1%	0,14
	Midden	81	0,0%	0,8%	2,8%	10,1%	45,4%	0,09
	Vroeg	28	0,0%	1,3%	7,0%	13,3%	26,3%	0,08
IJzertijd	Totaal	75	0,0%	0,6%	4,2%	7,5%	30,1%	0,06
	Laat	28	0,0%	0,6%	3,6%	6,2%	30,1%	0,06
	Midden	18	0,2%	0,7%	3,4%	11,6%	17,9%	0,07
	Vroeg	17	0,0%	0,3%	4,9%	7,4%	16,9%	0,05
Bronstijd	Totaal	16	0,0%	1,2%	4,7%	8,5%	26,7%	0,07
	Laat	9	0,4%	1,5%	4,6%	13,2%	26,7%	0,09
	Midden-B	2	4,3%	6,0%	7,6%	9,2%	10,9%	0,05
	Midden-A	5	0,0%	0,0%	4,8%	5,6%	7,2%	0,03
Neolithicum		2	0,0%	0,9%	1,8%	2,7%	3,6%	0,03



Figuur 54: Boxplot voor de percentages van pollen van heideplanten per periode (links) en per deelperiode (rechts).

4.1.1.3 Cultuurgewassen

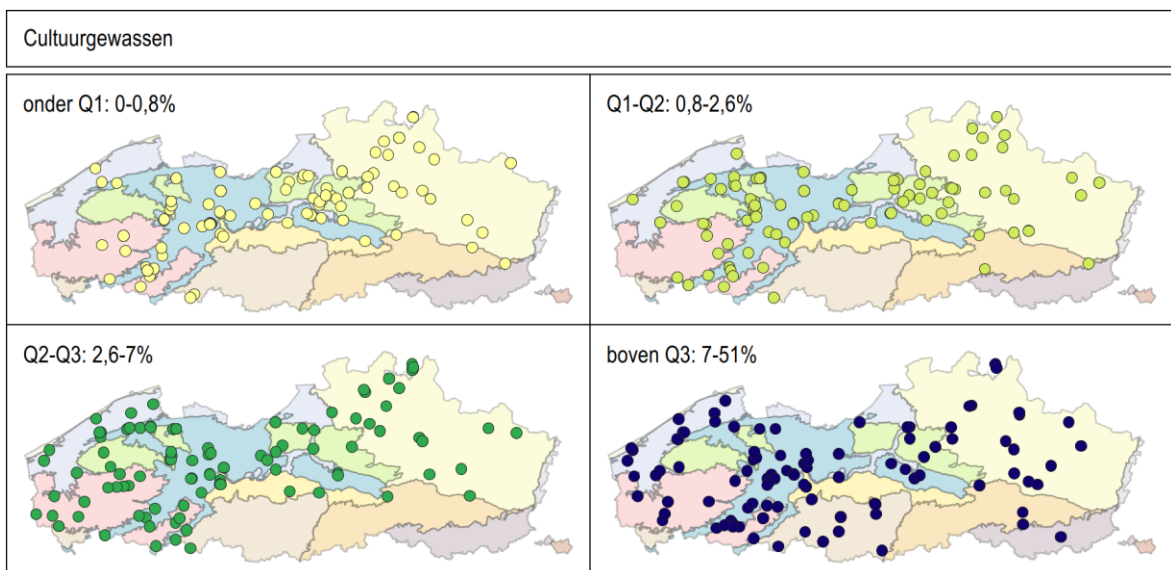
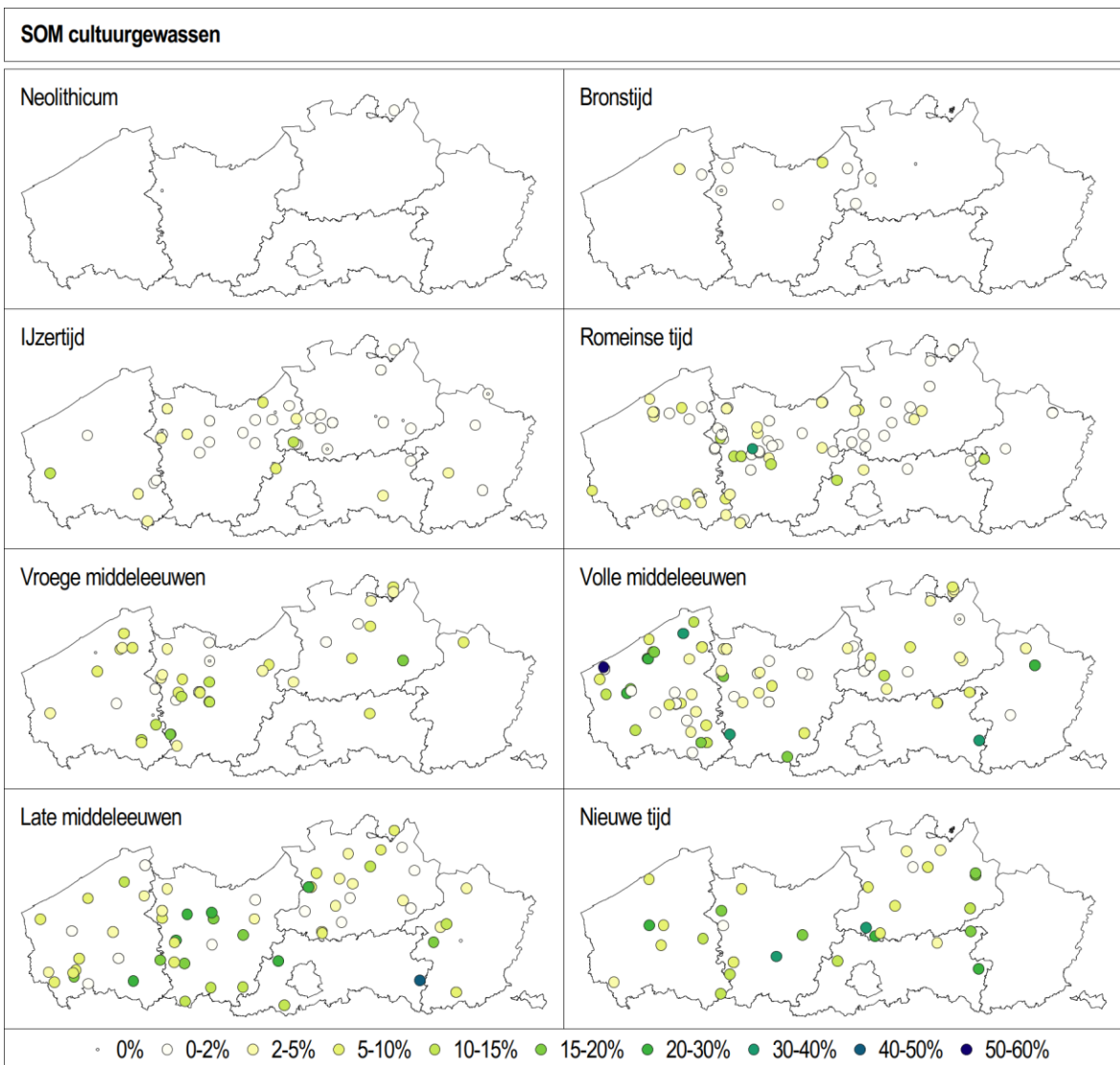
Cultuurgewassen zijn afwezig in beide sporen uit het **neolithicum**. Vanaf de **bronstijd** komen cultuurgewassen in lage aantallen voor. Tot en met de **vroeg-Romeinse periode** komt de mediaan niet boven de 1% uit. Uitzonderlijk vinden we – verspreid over Vlaanderen - outliers rond de 10%. In de **midden-Romeinse periode** stijgen de waarden van cultuurgewassen licht, met een mediaan net boven de 1%, en vooral meer uitschieters rond de 10% en één van 35% in Drongen. Tijdens de **laat-Romeinse tijd** zien we een verdere lichte stijging met een mediaan van 2,7%. Hierop volgt een duidelijke trendbreuk: **vanaf de Merovingische periode** stijgt de mediaan naar >5% (uitgezonderd de volle middeleeuwen met 3,6%), en komen er ook frequenter hoge waarden voor, met Q3 rond 10%, Q4 rond 20% en outliers tot ca. 30% en zelfs 50% in de volle middeleeuwen.

De ruimtelijke spreiding van spectra met eerder lage en eerder hoge percentages voor pollen is vrij **gelijkmatig over heel Vlaanderen**: waarden boven 10% en outliers komen in zowat alle ecoregio's voor en ook de lagere waarden zijn verspreid over Vlaanderen terug te vinden. Enkel in de **zuidwestelijke heuvelzone**, buiten Ronse, zien we opvallend meer spectra met hoge waarden (Figuur 55B, Q4). Daarbij moet wel vermeld worden dat het in die gevallen zo goed als altijd om middeleeuwse of jongere spectra gaat.

4.1.1.4 Ruderalen en akkeronkruiden

De percentages voor ruderalen en akkeronkruiden zijn zeer laag in het **neolithicum** en de **bronstijd** (maxima ca. 1%). Vanaf de **ijzertijd** stijgen de maxima tot 5 à 7%, maar blijft 75% van de spectra wel onder de 2% ruderalen en akkeronkruiden. De **vroeg- en laat-Romeinse periode** vertonen gelijkaardige percentages als in de ijzertijd. Tijdens de **midden-Romeinse periode**, de **middeleeuwen** en **nieuwe tijd** liggen de waarden iets hoger, met een mediaan tussen 1 en 2% en enkele uitschieters boven de 10%.

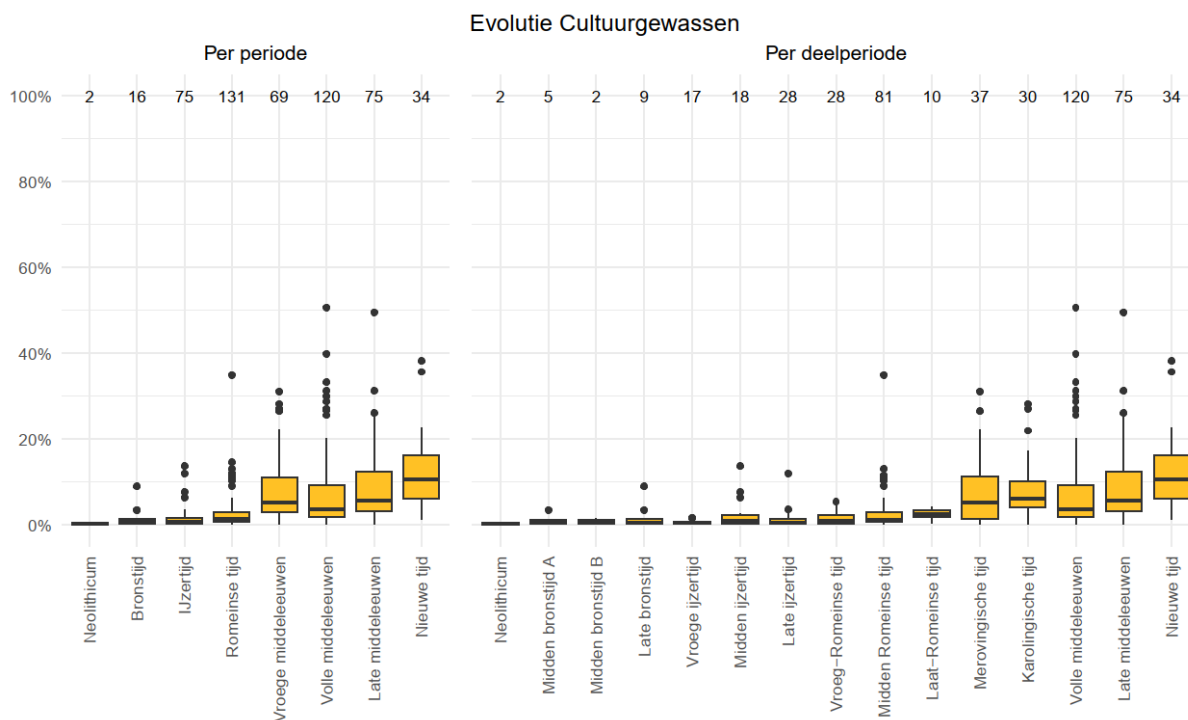
Net als bij de cultuurgewassen is de spreiding van hoogste en laagste waarden eerder **gelijkmatig over heel Vlaanderen**, met uitzondering van de heuvelzone die meer hoge waarden vertoont (voor sporen die vooral uit de middeleeuwen of later dateren).



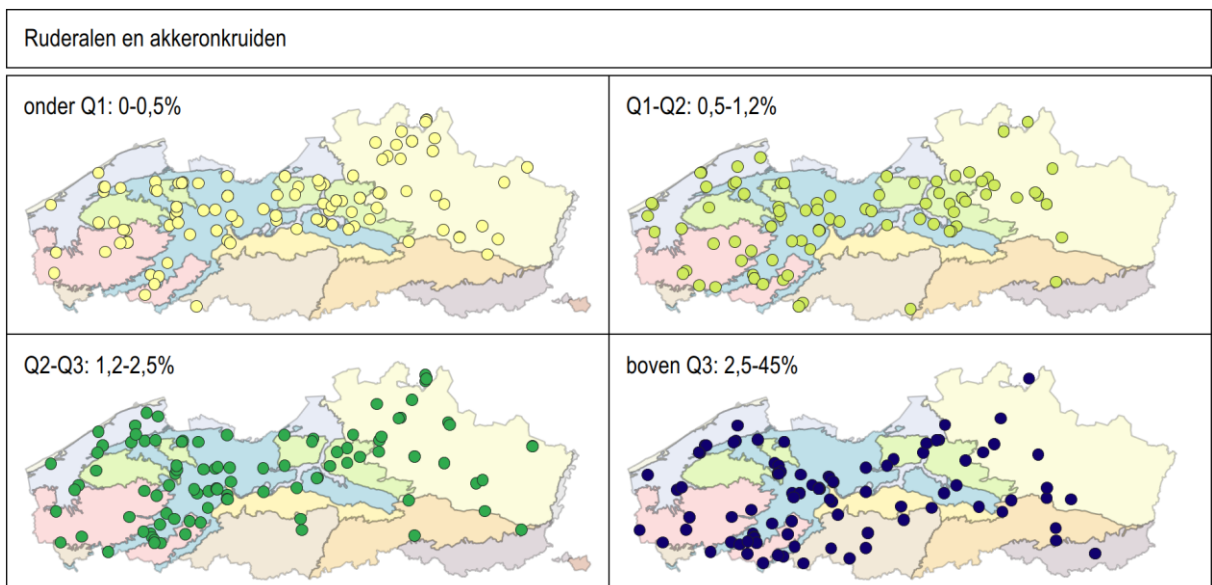
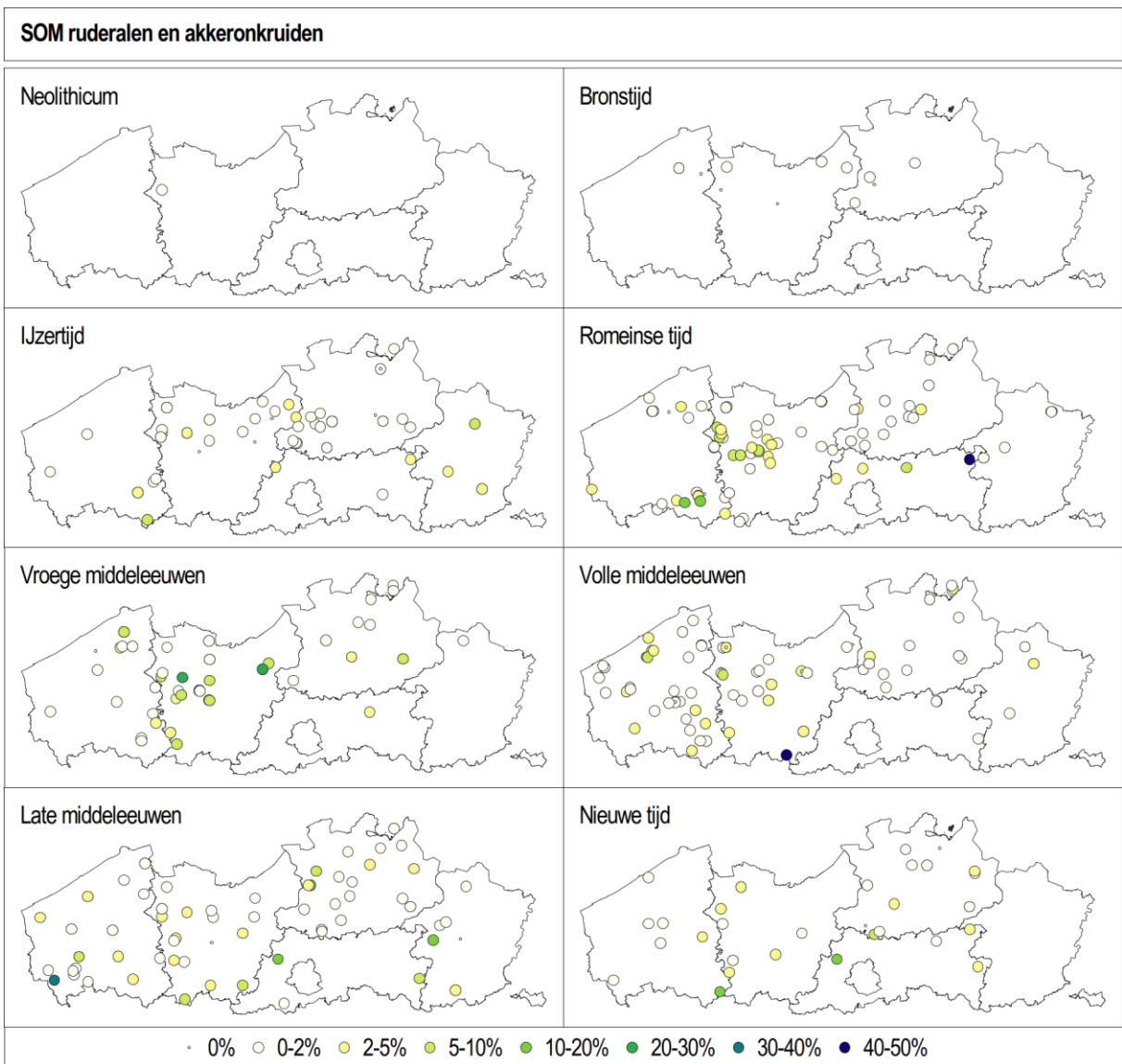
Figuur 55: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met (A) percentages voor cultuurgewassen per periode en (B) laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van cultuurgewassen, geplot op de ecoregio's.

Tabel 8: Statistische parameters voor de percentages van pollen van cultuurgewassen per periode.

Cultuurgewassen								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	1,2%	6,2%	10,6%	16,2%	38,2%	0,09
Late middeleeuwen		75	0,0%	3,2%	5,8%	12,4%	49,6%	0,09
Volle middeleeuwen		120	0,0%	1,9%	3,6%	9,4%	50,7%	0,09
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	0,0%	2,9%	5,5%	11,2%	31,1%	0,08
	Karolingisch	31	0,0%	4,1%	6,4%	10,8%	28,2%	0,07
	Merovingisch	37	0,0%	1,4%	5,2%	11,2%	31,1%	0,08
Romeinse tijd	Totaal	131	0,0%	0,7%	1,5%	3,1%	35,0%	0,04
	Laat	10	0,3%	1,8%	2,7%	3,6%	4,4%	0,01
	Midden	81	0,0%	0,8%	1,3%	3,0%	35,0%	0,05
	Vroeg	28	0,2%	0,4%	1,0%	2,3%	5,4%	0,02
IJzertijd	Totaal	75	0,0%	0,3%	0,7%	1,7%	13,7%	0,02
	Laat	28	0,0%	0,2%	0,5%	1,4%	12,0%	0,02
	Midden	18	0,0%	0,4%	0,9%	2,3%	13,7%	0,04
	Vroeg	17	0,0%	0,3%	0,5%	0,8%	1,7%	0,00
Bronstijd	Totaal	16	0,0%	0,2%	0,7%	1,5%	9,0%	0,02
	Laat	9	0,0%	0,4%	0,6%	1,5%	9,0%	0,03
	Midden-B	2	0,0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	0,01
	Midden-A	5	0,0%	0,3%	1,0%	1,1%	3,5%	0,01
Neolithicum		2	0,0%	0,2%	0,4%	0,5%	0,7%	0,01



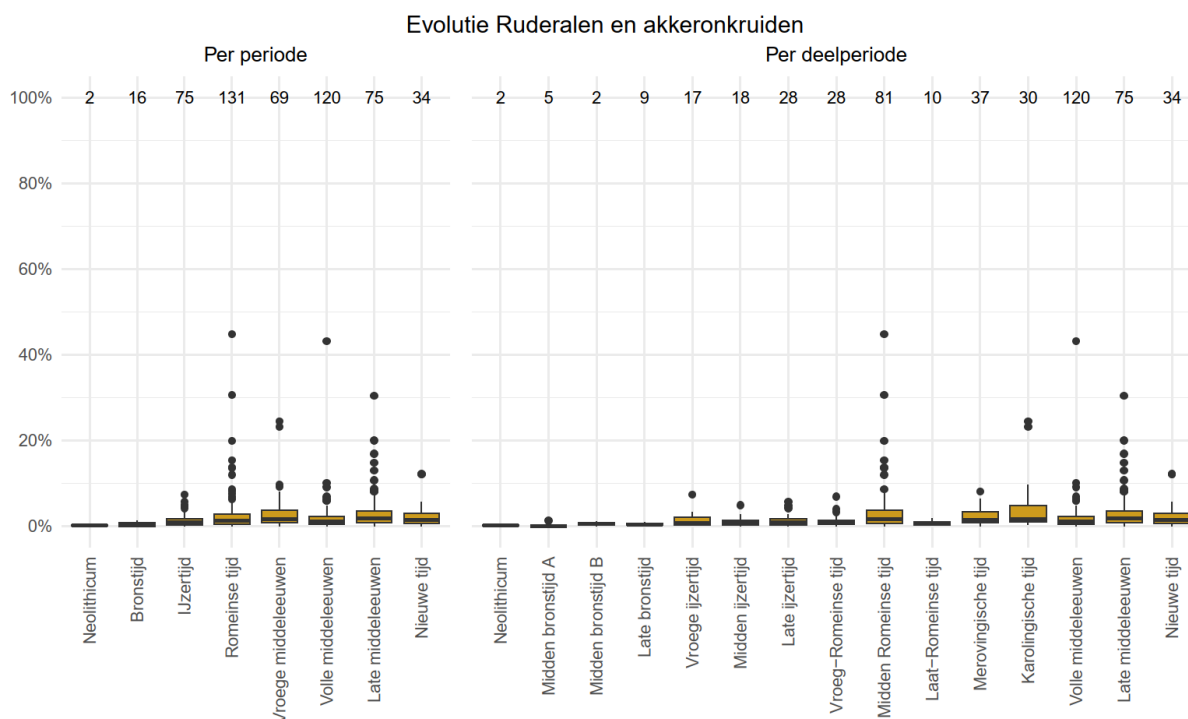
Figuur 56: Boxplot voor de percentages van pollen van cultuurgewassen per periode (links) en per deelperiode (rechts).



Figuur 57: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met (A) percentages voor ruderalen en akkeronkruiden per periode en (B) laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van ruderalen en akkeronkruiden, geplot op de ecoregio's.

Tabel 9: Statistische parameters voor de percentages van pollen van ruderalen en akkeronkruiden per periode.

Ruderalen en akkeronkruiden								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	0,0%	0,6%	1,5%	3,1%	12,2%	0,03
Late middeleeuwen		75	0,0%	0,7%	1,8%	3,5%	30,4%	0,05
Volle middeleeuwen		120	0,0%	0,4%	1,1%	2,2%	43,2%	0,04
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	0,0%	0,8%	1,7%	3,7%	24,5%	0,04
	Karolingisch	31	0,2%	1,0%	1,7%	4,7%	24,5%	0,06
	Merovingisch	37	0,0%	0,8%	1,5%	3,3%	8,1%	0,02
Romeinse tijd	Totaal	131	0,0%	0,5%	1,2%	2,8%	44,8%	0,05
	Laat	10	0,2%	0,3%	0,8%	1,0%	2,0%	0,01
	Midden	81	0,0%	0,6%	1,7%	3,7%	44,8%	0,07
	Vroeg	28	0,0%	0,5%	0,7%	1,4%	6,9%	0,01
IJzertijd	Totaal	75	0,0%	0,3%	0,9%	1,7%	7,4%	0,01
	Laat	28	0,0%	0,2%	0,9%	1,7%	5,7%	0,02
	Midden	18	0,0%	0,4%	0,8%	1,3%	4,9%	0,01
	Vroeg	17	0,2%	0,3%	0,7%	2,1%	7,4%	0,02
Bronstijd	Totaal	16	0,0%	0,0%	0,2%	0,7%	1,3%	0,00
	Laat	9	0,0%	0,2%	0,4%	0,7%	1,0%	0,00
	Midden-B	2	0,0%	0,3%	0,6%	0,9%	1,2%	0,01
	Midden-A	5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,01
Neolithicum		2	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,3%	0,00



Figuur 58: Boxplot voor de percentages van pollen van ruderalen en akkeronkruiden per periode (links) en per deelperiode (rechts).

4.1.1.5 Graslandplanten

De percentages voor graslandplanten zijn relatief laag in het neolithicum en de midden-bronstijd A met medianen van respectievelijk 10 en 15%. In alle daaropvolgende periodes ligt de mediaan een stuk hoger. Vanaf de **midden-bronstijd B** (mediaan 27%) dalen de waarden licht tot de vroege en midden-ijzertijd (mediaan 22%) om dan weer geleidelijk te stijgen tot de **midden-Romeinse tijd** (mediaan 30%). De **laat-Romeinse periode** vertoont vaker hoge waarden voor graslandplanten (mediaan 43%), hoewel de verzameling waarden voor graslandplanten voor deze deelperiode binnen die voor de midden-Romeinse tijd valt. **Vanaf de middeleeuwen** zien we opnieuw interkwartielwaarden tussen 15 en 40%, wat vergelijkbaar is met de waarden voor de midden-Romeinse tijd.

De kaarten in Figuur 59 tonen **geen duidelijke ruimtelijke trends**: alle ecoregio's bevatten spectra die voor graslandplanten onder, in en boven de interkwartielrange vallen.

4.1.1.6 Algemene kruiden

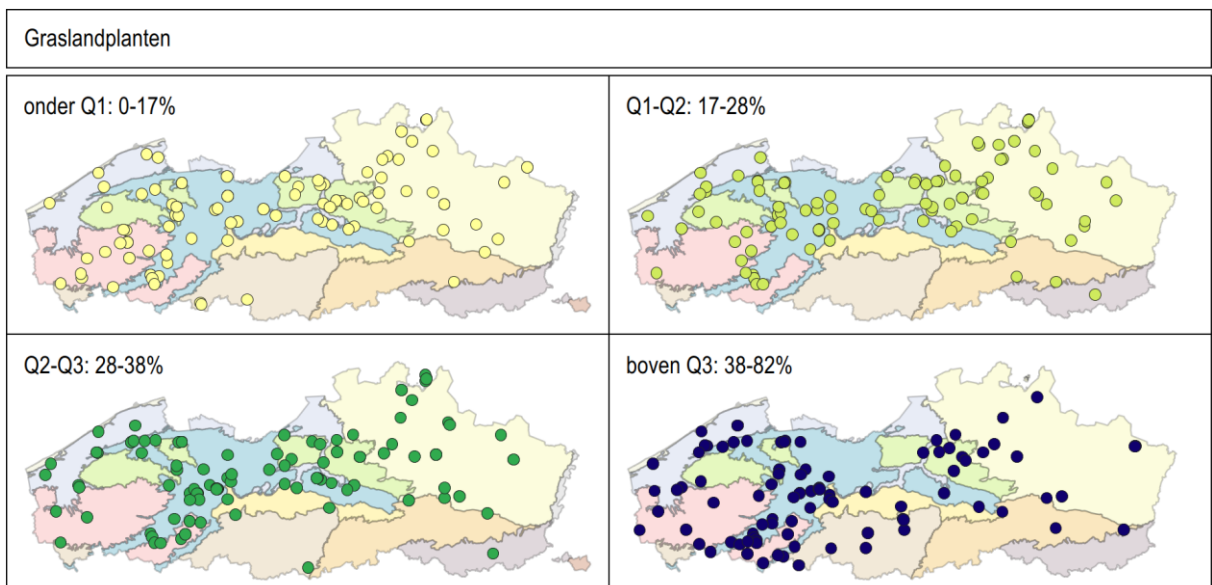
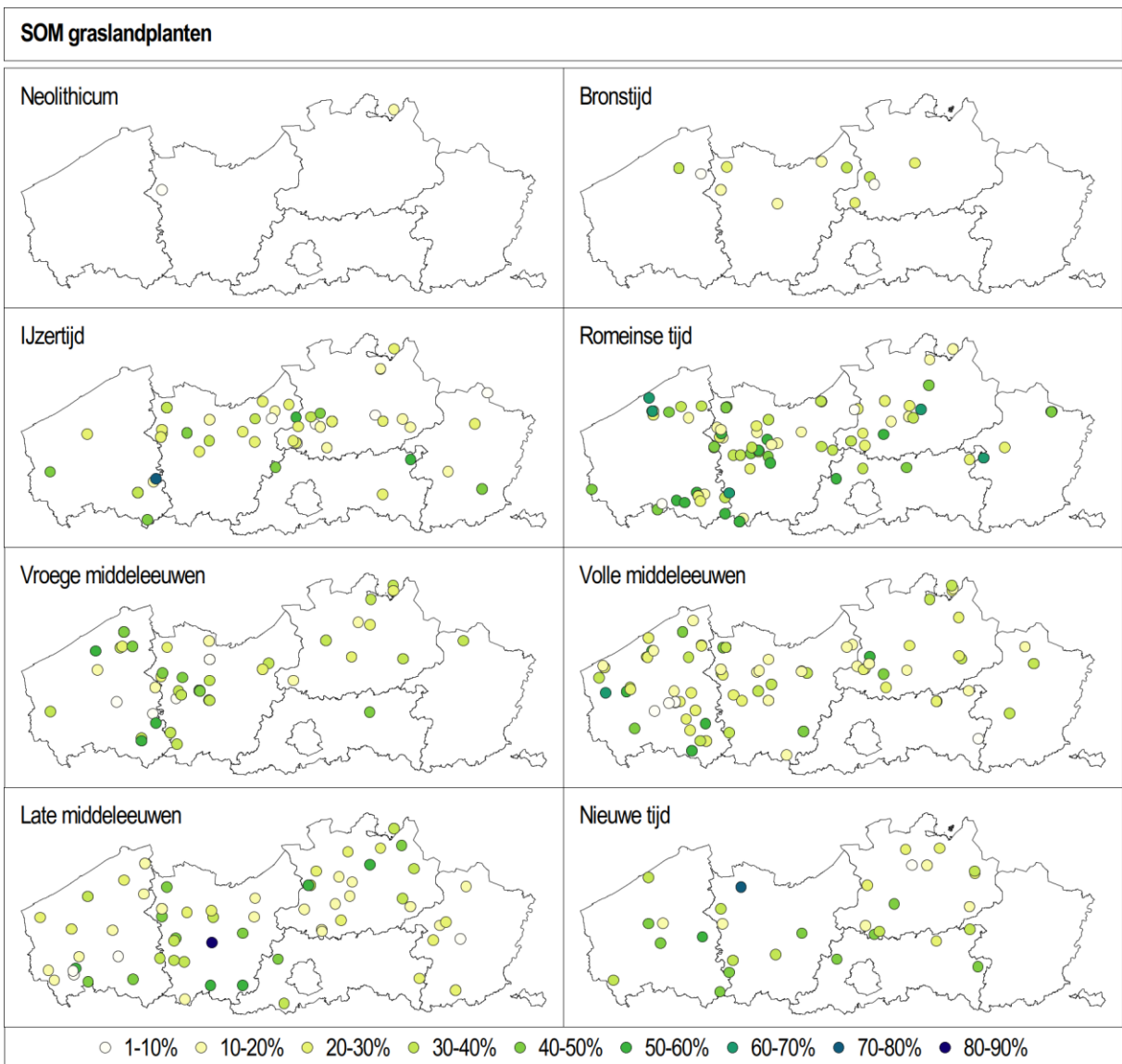
Algemene kruiden vertonen lage waarden in het **neolithicum** en de **bronstijd**. **Vanaf de vroege ijzertijd** zien we een geleidelijk stijgende trend van mediaanwaarden en interkwartielgrenzen. De spectra uit de vroeg- en laat-Romeinse tijd, uit de volle middeleeuwen en de nieuwe tijd liggen net iets onder deze denkbeeldige trendlijn.

In de ruimtelijke spreiding zien we dat de **polders** en de **heuvelzones** vooral hoge waarden voor algemene kruiden vertonen. In de **Kempen** daarentegen zijn vallen de waarden vooral rond of onder de mediaan.

4.1.1.7 Samenvatting

Wanneer we alle pollenspectra uit de inventaris als geheel bekijken (Figuur 63), zien we in grote lijnen een afname van het boompollen, van >80% in het neolithicum naar 20-45% (interkwartielrange) in de nieuwe tijd. Deze afname geschiedt niet altijd geleidelijk. In het **neolithicum** komt er naast pollen van bomen en struiken vooral pollen van graslandplanten voor, zij het in beperkte mate door de dominantie van boompollen. De variatie in kruiden lijkt klein, al wordt die door toedoen van de dominantie van bomen waarschijnlijk onderschat. In de **brons- en ijzertijd** vertonen de bomen en struiken relatief stabiele pollenpercentages rond de 60% en zien we daarnaast ook een zeker aandeel pollen van heideplanten. Binnen de kruiden gaat het nog steeds vooral om graslandplanten. Vanaf de ijzertijd wordt het aandeel pollen van cultuurgewassen en algemene kruiden wat hoger. In de loop van de **Romeinse periode** zien we een afname van pollen van bomen en struiken en van heideplanten. Deze afname wordt vooral gecompenseerd door een stijging in pollen van graslandplanten. Pollen van cultuurgewassen, ruderalen en algemene kruiden blijven min of meer op het niveau van de ijzertijd. Het boompollen blijft tijdens de **vroege middeleeuwen** op het niveau van de laat-Romeinse tijd. Graslandplanten nemen qua pollenpercentage af ten opzichte van de laat-Romeinse tijd, terwijl die van cultuurgewassen juist toenemen. Tijdens de **volle middeleeuwen** zien we opnieuw hogere pollenwaarden voor bomen en struiken. Daar staan iets lagere waarden voor alle kruidengroepen tegenover. In de **late middeleeuwen** en de **nieuwe tijd** gaat het aandeel boompollen terug naar het niveau van de vroege middeleeuwen.

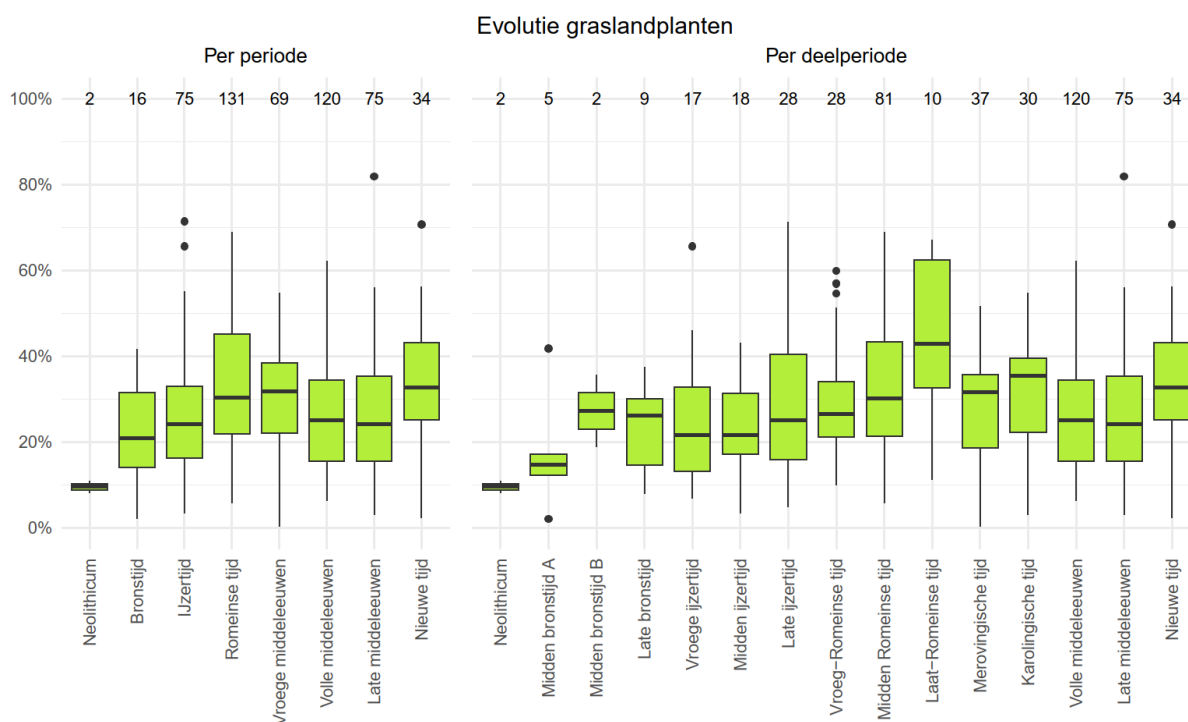
De vraag is nu of deze evoluties voor heel Vlaanderen gelden, of dat er regionale verschillen schuilgaan binnen deze grafieken. Daartoe wordt dezelfde plot gemaakt voor gebieden op steeds kleinere schaal: (1) vier bodemtypes, (2) negen ecoregio's en (3) vijftien focusregio's.



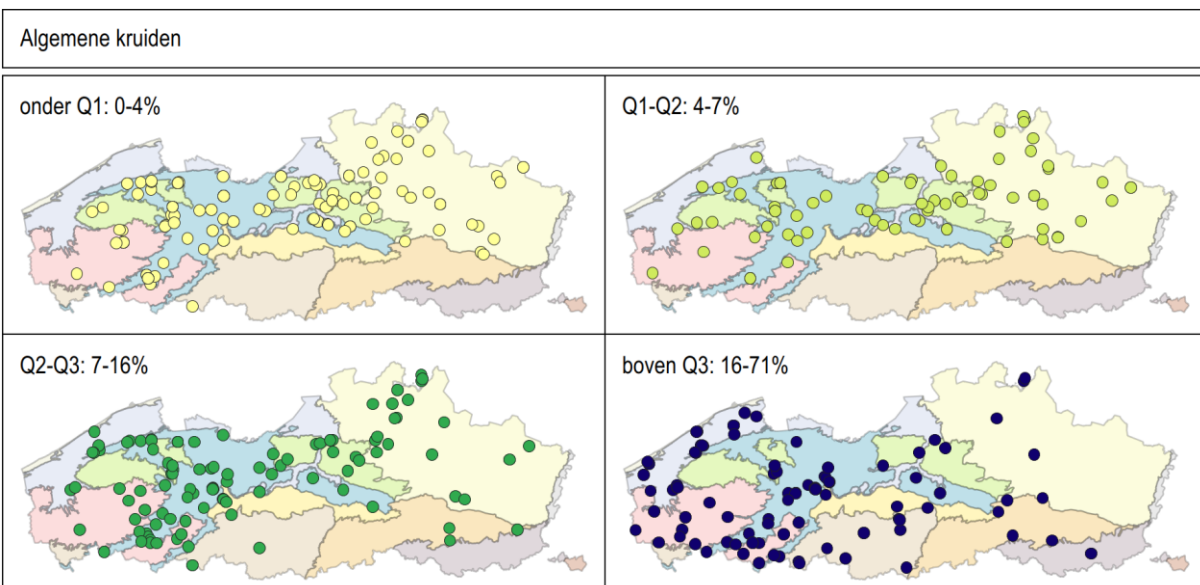
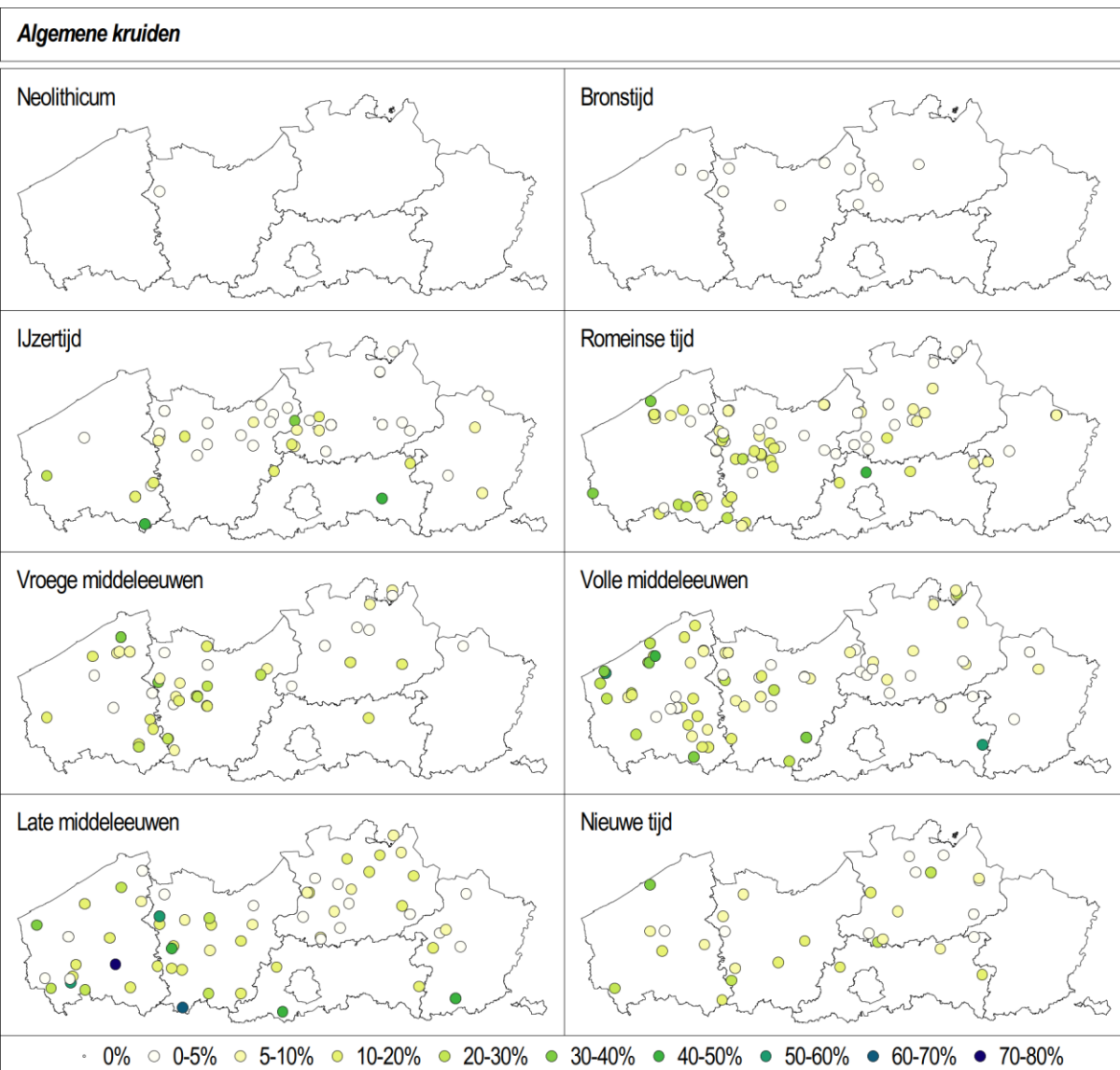
Figuur 59: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met (A) percentages voor graslandplanten per periode en (B) laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van graslandplanten, geplot op de ecoregio's.

Tabel 10: Statistische parameters voor de percentages van pollen van graslandplanten per periode.

Graslandplanten								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	2,3%	25,2%	32,6%	43,1%	70,7%	0,14
Late middeleeuwen		75	3,0%	15,6%	24,2%	35,4%	81,9%	0,14
Volle middeleeuwen		120	6,2%	15,6%	25,1%	34,5%	62,2%	0,14
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	0,3%	22,1%	31,8%	38,3%	54,8%	0,13
	Karolingisch	31	3,0%	22,3%	35,6%	39,2%	54,8%	0,13
	Merovingisch	37	0,3%	18,7%	31,6%	35,8%	51,8%	0,13
Romeinse tijd	Totaal	131	5,7%	21,9%	30,4%	45,2%	69,0%	0,15
	Laat	10	11,2%	32,6%	43,0%	62,4%	67,2%	0,19
	Midden	81	5,7%	21,3%	30,2%	43,3%	69,0%	0,14
	Vroeg	28	9,9%	21,1%	26,5%	34,1%	59,9%	0,14
IJzertijd	Totaal	75	3,3%	16,2%	24,2%	33,0%	71,4%	0,14
	Laat	28	4,9%	15,9%	25,1%	40,4%	71,4%	0,16
	Midden	18	3,3%	17,2%	21,6%	31,3%	43,2%	0,10
	Vroeg	17	6,8%	13,1%	21,6%	32,9%	65,6%	0,16
Bronstijd	Totaal	16	2,1%	14,0%	21,0%	31,5%	41,8%	0,12
	Laat	9	7,9%	14,6%	26,1%	30,1%	37,6%	0,10
	Midden-B	2	18,8%	23,1%	27,3%	31,6%	35,8%	0,12
	Midden-A	5	2,1%	12,2%	14,8%	17,2%	41,8%	0,15
Neolithicum		2	8,1%	8,8%	9,5%	10,3%	11,0%	0,02



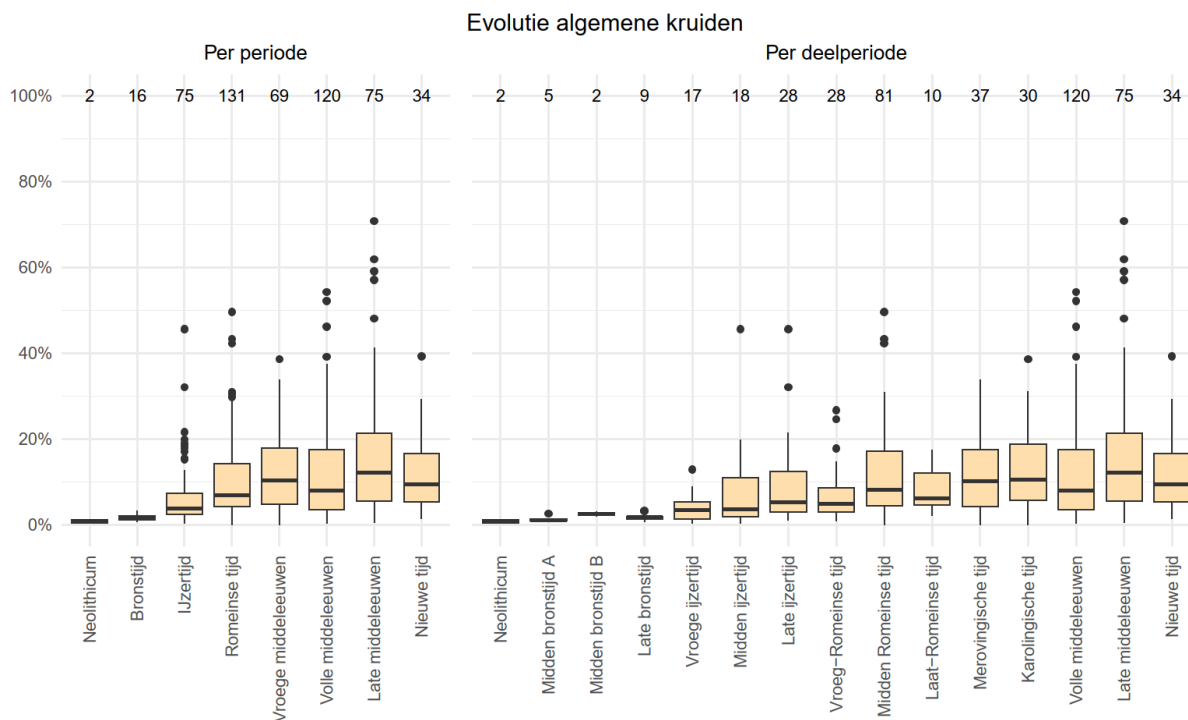
Figuur 60: Boxplot voor de percentages van pollen van graslandplanten per periode (links) en per deelperiode (rechts).



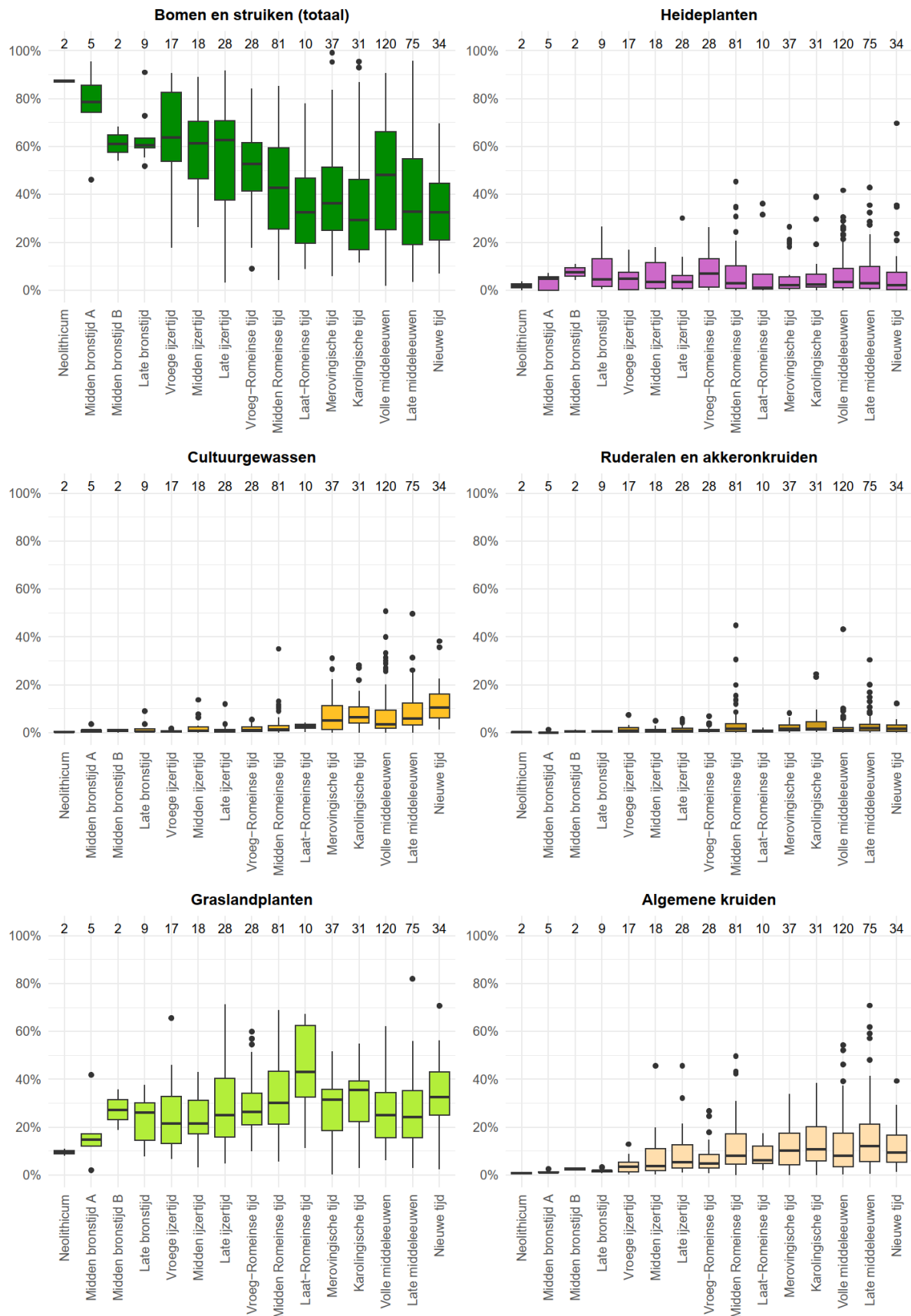
Figuur 61: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met (A) percentages voor algemene kruiden per periode en (B) laagste waarden (tot kwartiel 1), middelste waarden (kwartiel 1-2 en 2-3) en hoogste waarden (boven kwartiel 3) voor pollen van algemene kruiden, geplot op de ecoregio's.

Tabel 11: Statistische parameters voor de percentages van pollen van algemene kruiden per periode.

Algemene kruiden								
Periode	Deelperiode	# spectra	Min.	Q1	Q2	Q3	Max.	σ
Nieuwe tijd		34	1,3%	5,4%	9,5%	16,6%	39,3%	0,09
Late middeleeuwen		75	0,5%	5,5%	12,1%	21,4%	70,8%	0,15
Volle middeleeuwen		120	0,2%	3,6%	8,0%	17,6%	54,3%	0,11
Vroege middeleeuwen	Totaal	70	0,0%	5,1%	10,5%	18,3%	38,6%	0,10
	Karolingisch	31	0,0%	5,9%	10,8%	20,2%	38,6%	0,10
	Merovingisch	37	0,0%	4,2%	10,2%	17,5%	33,9%	0,09
Romeinse tijd	Totaal	131	0,0%	4,2%	7,0%	14,3%	49,6%	0,09
	Laat	10	2,1%	4,7%	6,3%	12,1%	17,6%	0,05
	Midden	81	0,0%	4,5%	8,2%	17,1%	49,6%	0,11
	Vroeg	28	0,8%	3,0%	4,9%	8,7%	26,7%	0,07
IJzertijd	Totaal	75	0,2%	2,5%	3,9%	7,3%	45,6%	0,09
	Laat	28	1,0%	3,0%	5,2%	12,6%	45,6%	0,10
	Midden	18	0,2%	2,0%	3,7%	10,9%	45,6%	0,11
	Vroeg	17	0,2%	1,4%	3,5%	5,4%	12,9%	0,03
Bronstijd	Totaal	16	0,7%	1,2%	1,7%	2,2%	3,3%	0,01
	Laat	9	0,7%	1,4%	1,8%	2,0%	3,3%	0,01
	Midden-B	2	2,0%	2,3%	2,6%	2,8%	3,1%	0,01
	Midden-A	5	0,9%	1,0%	1,1%	1,3%	2,6%	0,01
Neolithicum		2	0,2%	0,5%	0,8%	1,1%	1,4%	0,01



Figuur 62: Boxplot voor de percentages van pollen van algemene kruiden per periode (links) en per deelperiode (rechts).



Figuur 63: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de volledige dataset.

4.1.2 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE PATRONEN OP VERSCHILLENDE BODEMTYPES

De dalende trend in boompollen die voor de volledige dataset werd beschreven, is vooral binnen de zandstreek duidelijk te zien. In de andere bodemtypes is deze trend minder duidelijk, deels omdat daar veel minder data voorhanden zijn.

NEOLITHICUM - BRONSTIJD

De **zandstreek** is de enige streek waar data uit het neolithicum en de bronstijd beschikbaar zijn. Al wat onder de bespreking voor heel Vlaanderen (4.1.1) gezegd werd over deze periodes, geldt dus in feite enkel voor de zandstreek.

IJZERTIJD

Voor de ijzertijd zijn er nauwelijks spectra beschikbaar van buiten de zandstreek: er zijn drie spectra uit de leemstreek en drie spectra uit de zandleemstreek. Ze vertonen **consequent veel lagere AP-waarden dan deze uit de zandstreek**: ca. 20-40% voor de vroege en midden-ijzertijd in Bilzen (krijt-leemgebieden), Kerkom (zuidwestelijke heuvelzone) en Opwijk (Midden-Vlaamse overgangsgebieden) en zelfs ca. 20% en minder in de late ijzertijd in Zwevegem en Oostvleteren (westelijke interfluvia). De spectra uit de leemstreek worden gekenmerkt door lage AP-waarden en hogere waarden van graslandplanten (Bilzen, ca. 50%) en algemene kruiden (Kerkom, ca. 45%, met vooral Asteraceae-Liguliflorae). Pollen van heideplanten, cultuurgewassen en ruderalen is hier nauwelijks aanwezig. In de zandleemstreek zien we eveneens hoge waarden voor graslandplanten en algemene kruiden (vooral Asteraceae-Liguliflorae en Apiaceae in de late ijzertijd) en zeer lage waarden voor heideplanten. Anders dan bij de ijzertijdspectra uit de leemstreek, vertonen de spectra uit de zandleemstreek wel beduidend **hogere waarden voor cultuurgewassen** (4-12%) dan over het algemeen in Vlaanderen.

De zandstreek daarentegen kent **veel hogere AP-waarden**, met een interkwartielrange die daalt van ca. 60-80% in de vroege ijzertijd naar ca. 50-70% in de late ijzertijd. De maximale AP-waarden liggen steeds rond de 90% en de minimale waarden dalen van ca. 44% in de vroege ijzertijd naar extreem lage AP-waarden onder de 10% in Sint-Baafs-Vijve – Hooiemeersstraat en Kruibeke – Bazelstraat. **Heideplanten** zijn in de zandstreek **frequenter** aanwezig dan in de (zand)leemstreek, maar zelden boven de 20%. Cultuurgewassen en ruderalen zijn meestal schaars, uitgezonderd twee uitschieters met ca. 10% cultuurgewassen in Puurs en Sint-Gillis-Waas (Pleistocene riviervalleien). Graslandplanten en algemene kruiden volgen min of meer de trend van de volledige dataset, maar de mediaan en de interkwartielrange liggen steeds net iets lager.

VROEG-ROMEINSE TIJD

Ook voor de vroeg-Romeinse tijd zijn de data schaars buiten de zandstreek. De twee spectra uit de leemstreek (Ronse en Ruien, beide in de zuidwestelijke heuvelzone) vertonen **(zeer) lage AP-waarden** (resp. 9% en 35%). Dit wordt gecompenseerd door **hoge waarden** voor **graslandplanten** (>50%) en **algemene kruiden** (vooral Asteraceae-Liguliflorae en Brassicaceae). Andere groepen zijn nauwelijks vertegenwoordigd.

Het spectrum uit de zandleemstreek (Anzegem, westelijke interfluvia) ligt in lijn van de zandstreek wat betreft AP-waarden. Daarnaast zien we dezelfde trends als in de zandleemstreek tijdens de ijzertijd, met in vergelijking met de volledige dataset **lagere waarden voor heideplanten** en **hogere** voor **cultuurgewassen**.

MIDDEN-ROMEINSE TIJD

De midden-Romeinse periode is de eerste deelperiode waarvoor we data hebben uit alle bodemtypes. Opvallend is dat de spectra voor deze periode **over heel Vlaanderen in grote lijnen op elkaar lijken**: de

spectra uit de leemstreek en de zandleemstreek vertonen nauwelijks lagere AP-waarden dan deze uit de zandstreek. Voor de zandstreek betekent dit een duidelijke afname in boompollen ten opzichte van de vroeg-Romeinse tijd. Voor de leemstreek betekent dit een stijging. In de **heideplanten** blijven we wel een verschil zien: in de zandstreek lopen de percentages regelmatig op tot boven de 5% en soms zelfs meer dan tot zelfs %. In de zandleemstreek zien we een lichte stijging in heideplanten (max. 6%), maar in de leemstreek blijven ze afwezig.

Binnen de kustpolders zien we zeer uiteenlopende waarden, gaande van 5% AP in Bredene tot >70% AP in Oudenburg. Het NAP bestaat er voornamelijk uit graslandplanten en algemene kruiden, waaronder vooral Asteraceae-Liguliflorae, Brassicaceae en Chenopodiaceae.

LAAT-ROMEINSE TIJD

Voor de laat-Romeinse periode zijn er slechts weinig spectra beschikbaar. Voor de leemstreek zijn er geen data en in de zandleemstreek hebben we één spectrum met een **laag percentage AP** (<20%) en een zeer **hoog** pollenpercentage **graslandplanten** (>60%). In de zandstreek is het AP vergelijkbaar met de midden-Romeinse periode. Graslandplanten en algemene kruiden zijn eerder laag ten opzichte van de vorige deelperiode en ten opzichte de rest van Vlaanderen. Dit gaat samen met (zeer) hoge waarden voor **heideplanten**: 7% in Oostkamp en Maldegem, tot >30% in Meldert (Kempen). Opnieuw omvatten de spectra uit de categorie 'polders' zeer diverse waarden: het spectrum uit de Scheldepolders te Dendermonde bevat 53% boompollen, tegenover <15% in Oudenburg (kustpolders).

MEROVINGISCHE TIJD

De inventaris bevat voor de Merovingische periode vooral spectra uit de zandstreek, enkele uit de zandleemstreek en drie spectra uit één site bij Brugge in de kustpolders. In de polders zien we bij het boompollen lage waarden (6-24%). Ook heideplanten zijn nauwelijks aanwezig. Cultuurgewassen (5-11%) en akkeronkruiden (2-6%) zijn vrij goed vertegenwoordigd. **Graslandplanten** (32-52%) en **algemene kruiden** (24-34%) daarentegen zijn sterk aanwezig. Bij de algemene kruiden gaat het vooral om Asteraceae-Liguliflorae, Chenopodiaceae en Brassicaceae.

In de zandleemstreek vallen alle AP-waarden (30-46%) binnen de interkwartielrange van de volledige dataset. Ook de cultuurgewassen en ruderalen volgen de algemene trend. Heideplanten zijn zo goed als afwezig in de spectra. De waarden voor **graslandplanten** en **algemene kruiden** vallen boven de mediaan van de totale dataset. De groep algemene kruiden wordt vooral vertegenwoordigd door Asteraceae-Liguliflorae, aangevuld met *Senecio* en *Matricaria* type in Oostvleteren en Brassicaceae in Merelbeke.

In de zandstreek liggen de AP-waarden zeer ver uiteen: de interkwartielrange ligt tussen ca. 30 en 70% – een stuk hoger dan voor heel Vlaanderen (ca. 25-50%). **Extreme waarden** zien we vooral in de regio in en ten zuidwesten van Gent, met opvallend lage waarden rond 20%, en ten noorden van Gent, met zeer hoge AP-waarden (> 90%). De meeste spectra bevatten enkele procenten **heideplanten** (tot 7%), maar enkele spectra bereiken ca. 20%. Ook **cultuurgewassen** kunnen in sommige gevallen talkrijk zijn met waarden boven 10%, tot zelfs 31%. Dat is een stuk hoger dan in de voorgaande periodes. Dit is onder andere het geval in de spectra met zeer lage AP-waarden rond Gent. Deze sprong in percentages voor cultuurgewassen tussen de Romeinse periode en vroege middeleeuwen is in de zandstreek meer uitgesproken dan in de rest van Vlaanderen.

KAROLINGISCHE TIJD

Voor de Karolingische periode hebben we geen data in de polders en de leemstreek. De zandleemstreek en de zandstreek zijn wel vertegenwoordigd met respectievelijk 5 en 26 spectra.

De AP-waarden zijn vergelijkbaar in de zandleemstreek en de zandstreek. Op beide bodemtypes komen ook outliers voor met ca. 90% (Roeselare en Kluizen). Ook in de andere groepen zijn de trends in deze periode redelijk gelijklopend voor de zand- en zandleemstreek: cultuurgewassen zijn goed vertegenwoordigd, met uitzonderlijk waarden tot bijna 30%. Het grootste verschil tussen beide bodemtypes zit in de **heideplanten**, met meestal 1% in de zandleemstreek en meerdere spectra met waarden boven 5% in de zandstreek. De hoge waarden voor ruderalen in enkele sites uit de zandstreek (Merendree, Waasmunster) zijn het gevolg van hoge waarden voor *Artemisia* en Urticaceae. Dit pollen is vermoedelijk afkomstig uit de zeer lokale vegetatie.

VOLLE MIDDELEEUWEN

Vanaf de volle middeleeuwen hebben we data voor alle bodemtypes. Het interval met **AP-waarden** is zeer breed in elk van de regio's: van slechts enkele procenten tot ca. 90%. Buiten deze extreme waarden zien we wel een verschil tussen de bodemtypes als we naar de interkwartielrange kijken: in de polders liggen de meeste AP-waarden onder de 30% en in de leemstreek blijft het AP in meer dan de helft van de spectra onder de 10%. In de zandleemstreek ligt de interkwartielrange tussen 30 en 80% en in de zandstreek tussen 40 en 65%. In deze regio's is het AP dus vaak hoger dan voor heel Vlaanderen (ca. 25-65%).

De lage AP-waarden worden in de polders gecompenseerd door hoge waarden van **cultuurgewassen** (uitzonderlijk ruim 50% in Koksijde). **Graslandplanten** en **algemene kruiden** kennen eveneens hogere waarden dan over het algemeen in Vlaanderen. Bij de algemene kruiden zijn Asteraceae-Liguliflorae, Chenopodiaceae en Brassicaceae sterk vertegenwoordigd, maar ook *Senecio* en *Matricaria* type bereiken regelmatig enkele procenten. Een gelijkaardig beeld zien we in de leemstreek: waar het AP laag is, zien we pieken in **cultuurgewassen**, **graslandplanten** en/of **algemene kruiden**. De hoge waarden van algemene kruiden uit zich vooral in Asteraceae-Liguliflorae en Brassicaceae, maar de variatie in kruidpollen is hier veel groter dan deze twee taxa. In Geraardsbergen bevindt zich één spectrum met hoge waarden voor *Artemisia* en Urticaceae, wat resulteert in een outlier voor ruderalen (43%).

De zandleemstreek en zandstreek, met eerder hoge AP-waarden, vertonen gelijkaardige spectra. Het grootste verschil is opnieuw het hogere aandeel **heidepollen** in de zandstreek, met een mediaan boven 5% en een relatief groot aantal waarden boven 10%.

LATE MIDDELEEUWEN

Voor de late middeleeuwen zijn er pollenspectra uit alle vier de bodemtypes, met vooral veel sites in de zand- en zandleemstreek. Over het algemeen daalt het boompollen ten opzichte van de volle middeleeuwen. De spectra uit de polders vormen daarop een uitzondering met een stijging naar 22-32% AP en een uitschieter van 62% in Hoeke. **Cultuurgewassen**, **graslandplanten** en **algemene kruiden** blijven sterk vertegenwoordigd in de polders. Bij de algemene kruiden zien we hoge waarden voor dezelfde taxa als in de volle middeleeuwen (vooral Chenopodiaceae), nu ook aangevuld met enkele hogere waarden van Apiaceae.

In de leemstreek bereikt het AP in de late middeleeuwen de laagste waarden van alle periodes (meestal <10%). Pollen van heideplanten zijn slechts op enkele sites in de leemstreek aanwezig. Alle andere groepen zijn sterker vertegenwoordigd dan in de volle middeleeuwen. Vooral in het geval van **ruderalen** en **algemene kruiden** zien we een stijging. De hoge waarden van algemene kruiden zijn het gevolg van hoge waarden voor Asteraceae-Liguliflorae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, *Matricaria* type en/of *Senecio* type.

Zowel in de zandstreek als de zandleemstreek variëren de AP-waarden sterk, met meer hoge waarden dan in de leemstreek, maar toch beduidend lager dan tijdens de volle middeleeuwen. We zien enkele outliers naar hogere waarden toe in de westelijke interfluvia, zowel bij de **cultuurgewassen**, de **ruderalen** en **akkeronkruiden** (vooral Urticaceae) als bij de **algemene kruiden** (zelfde taxa als in de leemstreek, plus hoge

waarden voor Fabaceae in Langemark en Rosaceae undiff. (*Sorbus* groep, cf. *Rubus*) in Diksmuide). Ook in de zandstreek komen **cultuurgewassen** frequent voor. Het grote verschil met de zandleemstreek is dat hier ook **heideplanten** sterk vertegenwoordigd zijn (vergelijkbaar met de volle middeleeuwen).

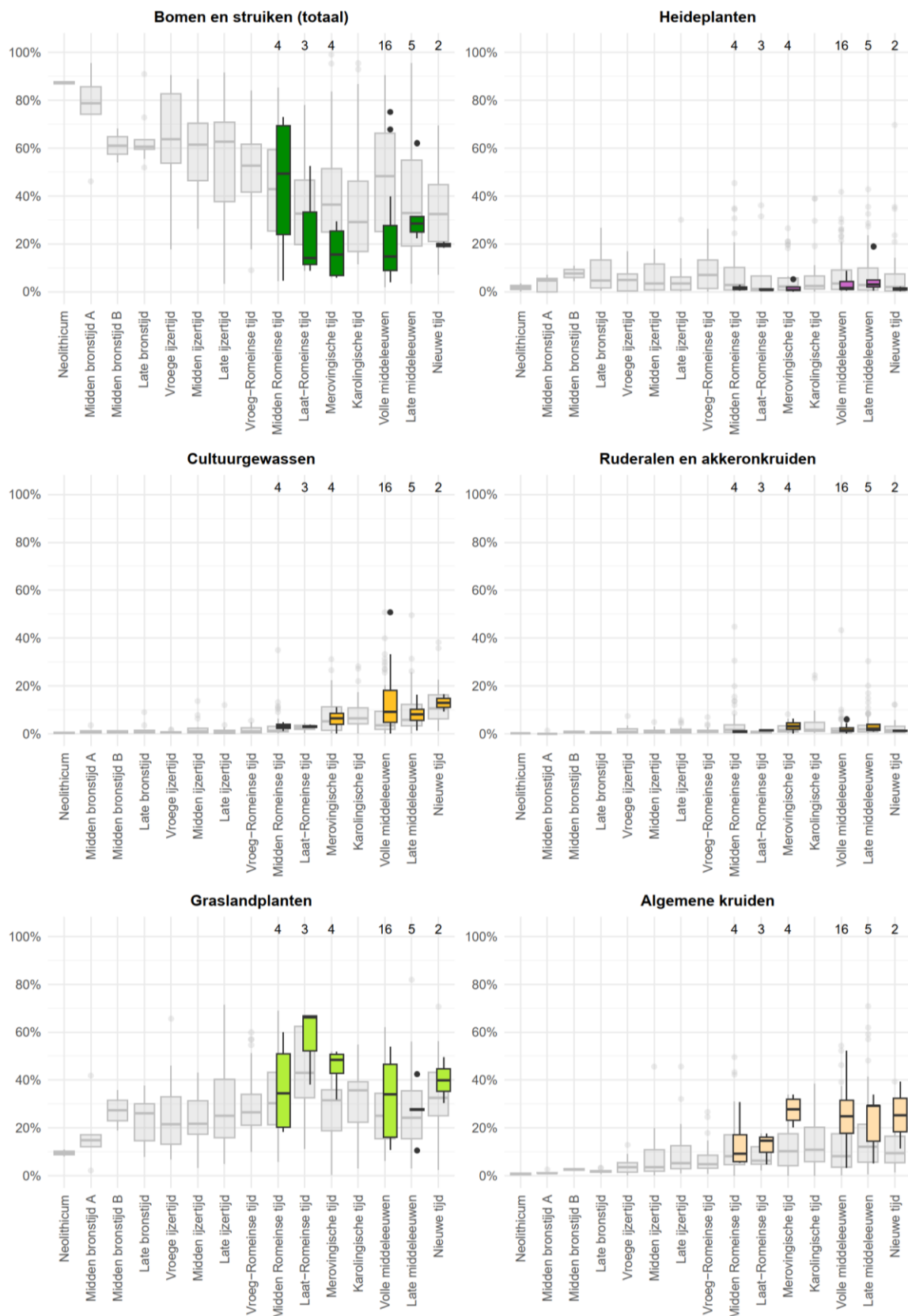
NIEUWE TIJD

Voor de nieuwe tijd zijn er nauwelijks data in de polders (2). We zien een lichte afname in AP en een lichte toename in **cultuurgewassen** en **graslandplanten**. Ook in de leemstreek is het aantal spectra zeer beperkt (3). Hier zien we juist een stijging van **AP** (ca. 20%; 56% in Aarschot), gecompenseerd door een afname in algemene kruiden (<20%). **Cultuurgewassen** (ca. 10%) en **graslandplanten** (ca. 40%) blijven hoog.

De spectra uit de zandleemstreek tonen een afname in AP, vooral in de waarden van de spectra uit de hoogste percentielen. De verdeling is zeer vergelijkbaar met de vroege middeleeuwen in deze streek met AP-waarden van ca. 20-40% en zeer hoge waarden voor **cultuurgewassen** (ca. 10% met uitschieter van bijna 40%), vergelijkbaar met de Karolingische periode en ca. 40% **graslandplanten**, zoals in de Merovingische periode.

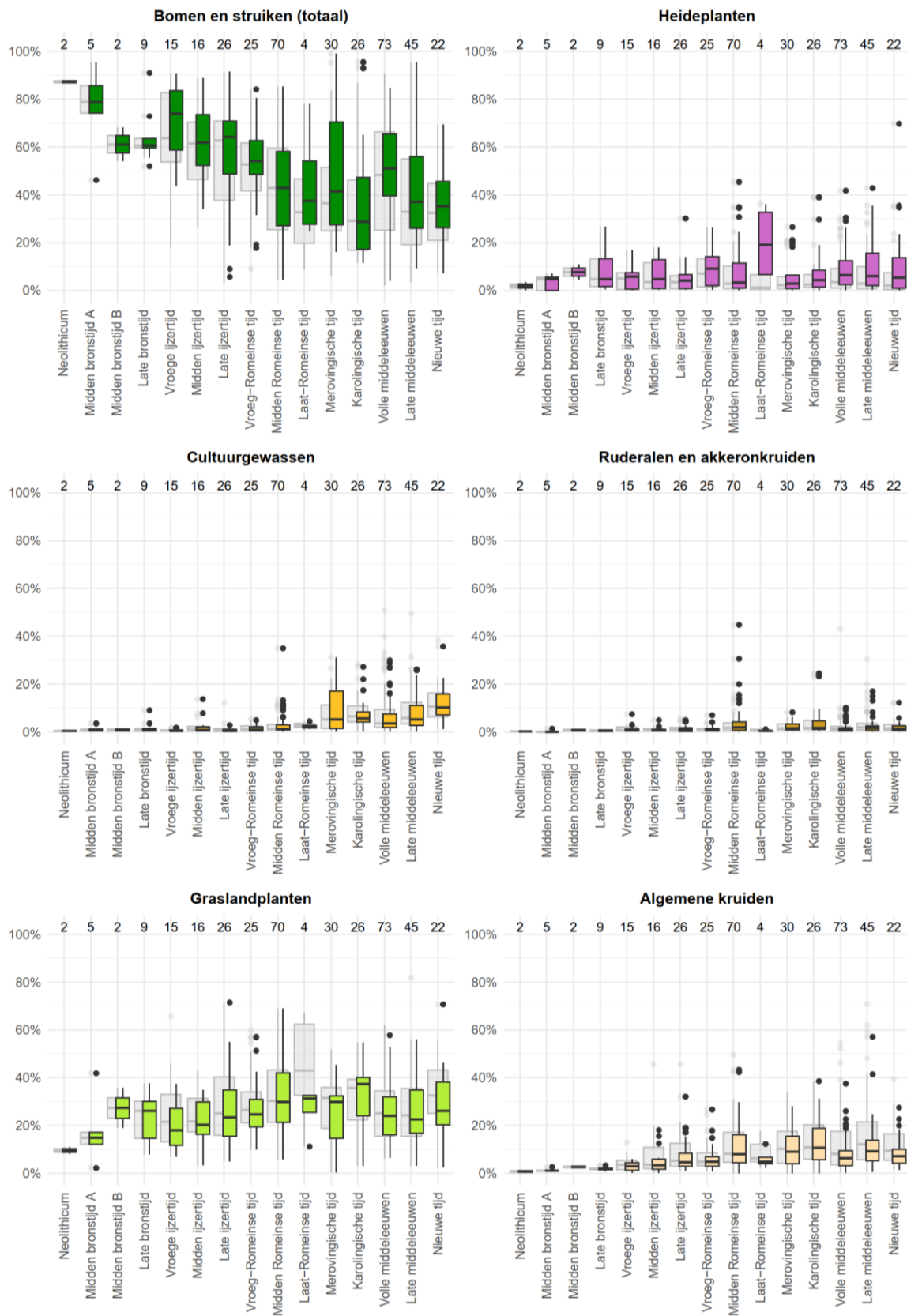
Ook in de zandstreek zien we een lichte achteruitgang in de hoogste **AP**-waarden. Toch blijft de interkwartielrange vrij hoog liggen, tussen ca. 25% en 45%. Net als in de vorige periodes zijn de waarden voor heideplanten meestal hoog in de zandstreek, met uitschieters van 35% en 70% in de Kempen. De lichte daling van AP wordt gecompenseerd door een lichte stijging in **cultuurgewassen** en **graslandplanten**.

Kuststreek en Getijdenschelde



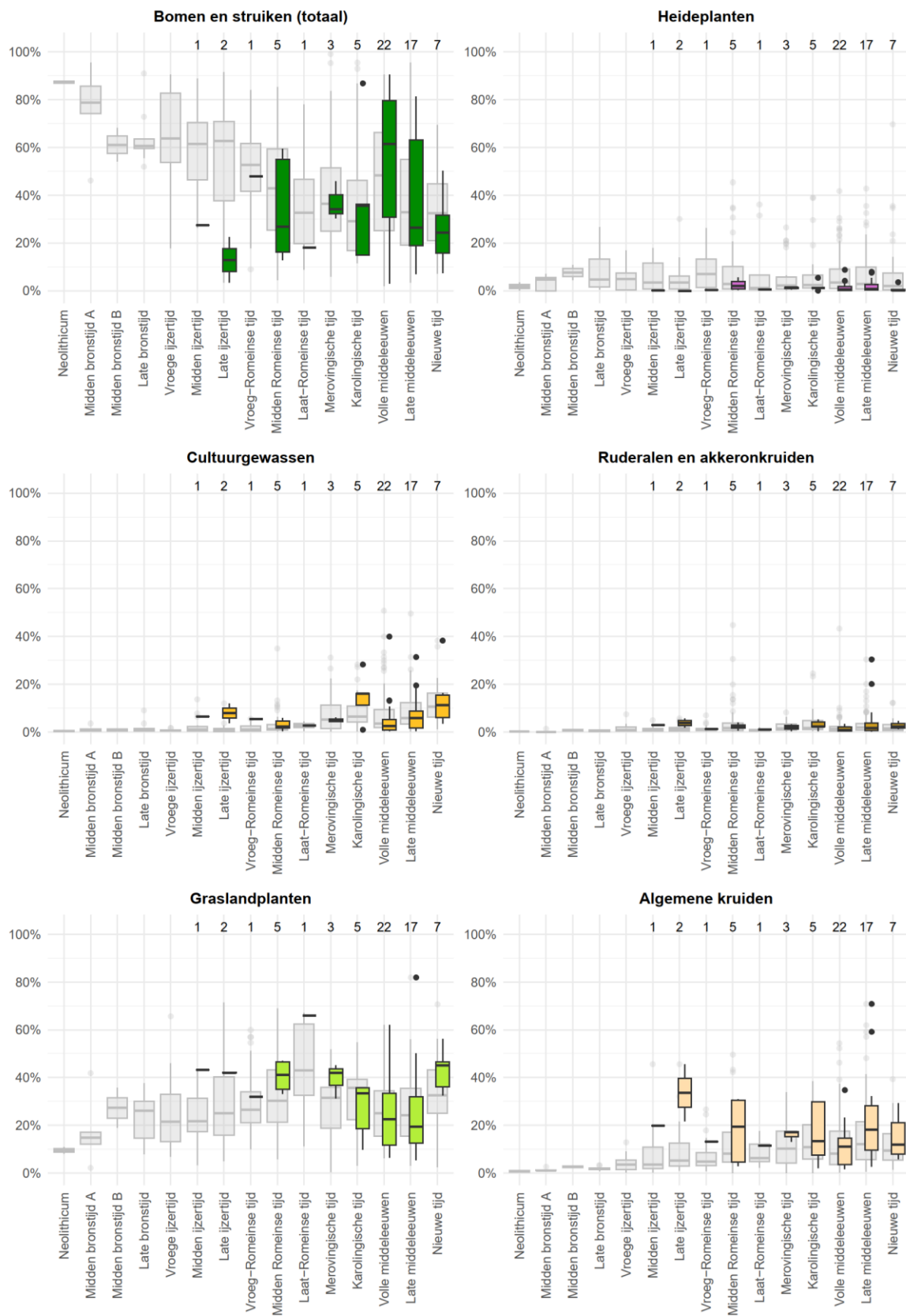
Figuur 64: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de kuststreek (inclusief kustduinen, polders en Getijdenschelde) (kleur), tegenover de volledige dataset (grijs).

Zandstreek



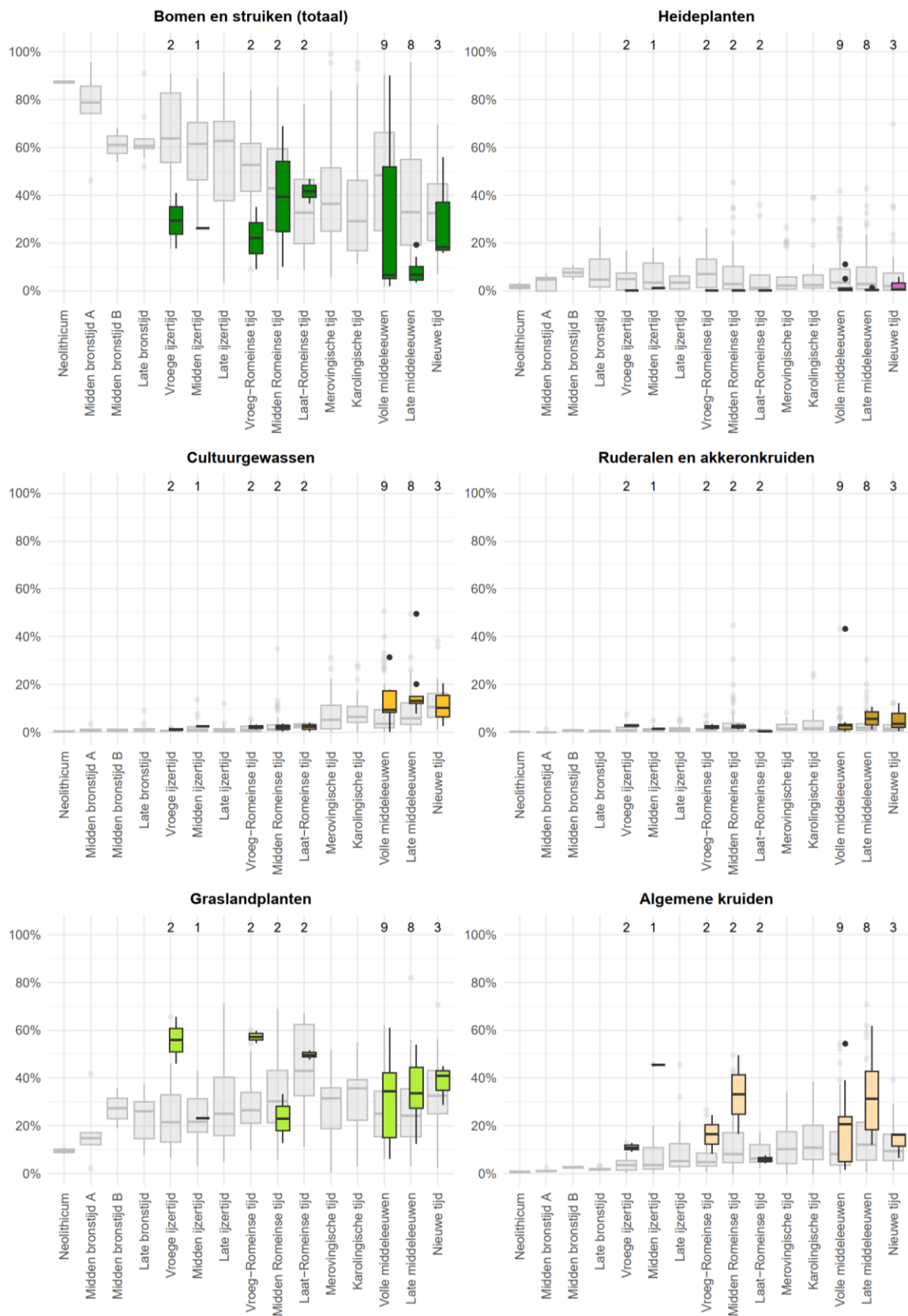
Figuur 65: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de zandstreek (kleur), tegenover de volledige dataset (grijs).

Zandleemstreek



Figuur 66: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de zandleemstreek (kleur), tegenover de volledige dataset (grijs).

Leemstreek



Figuur 67: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de leemstreek (kleur), tegenover de volledige dataset (grijs).

4.1.3 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE PATRONEN IN ECOREGIO'S

4.1.3.1 Polders en duinen

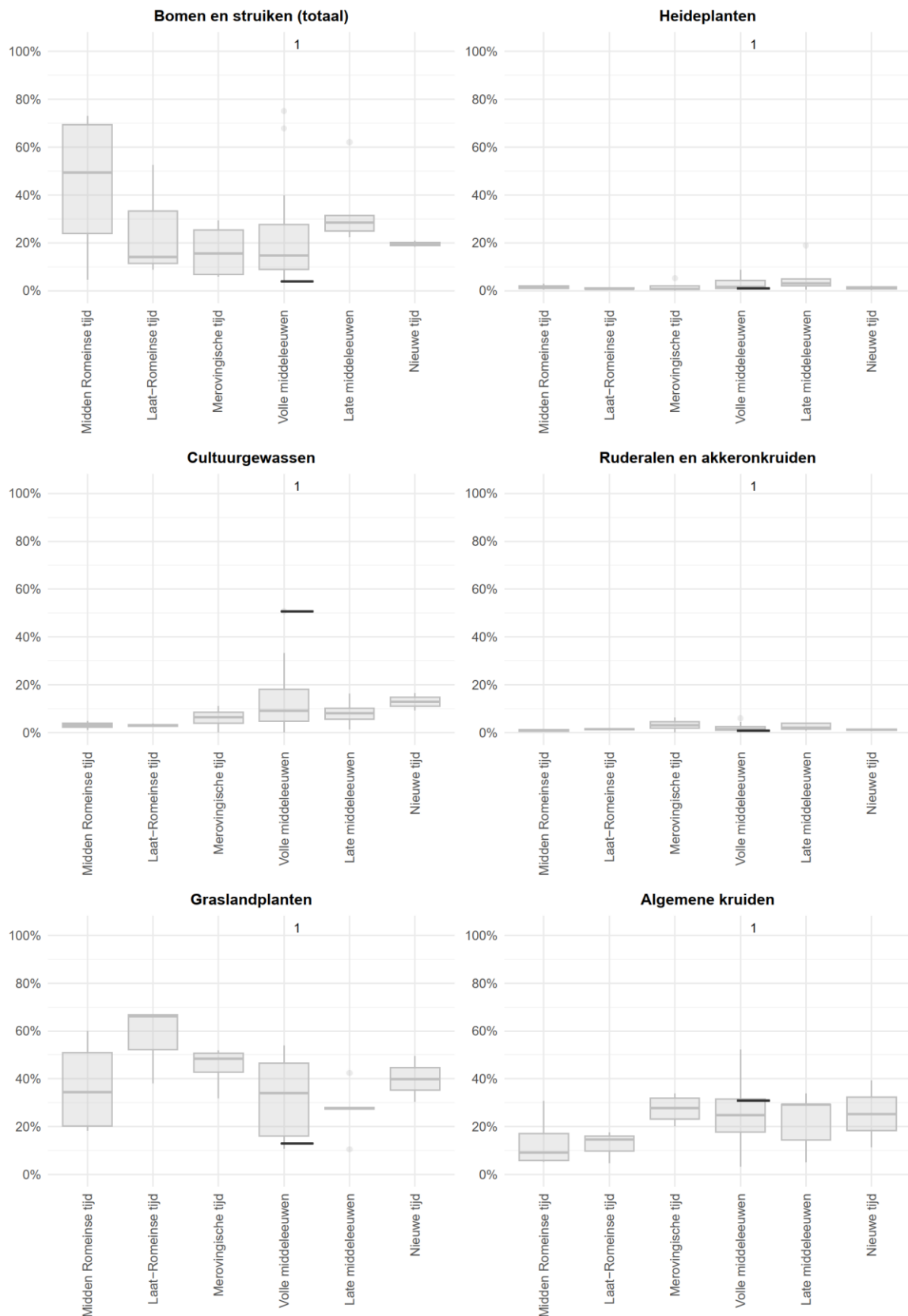
ECOREGIO KUSTDUINEN

Binnen de ecoregio kustduinen (Figuur 68) bevat de inventaris slechts één spectrum. Hier is dus niet voldoende informatie om trends te beschrijven.

ECOREGIO POLDERS EN GETIJDENSCHELDE – GETIJDENSCHELDE- EN POLDERDISTRICT

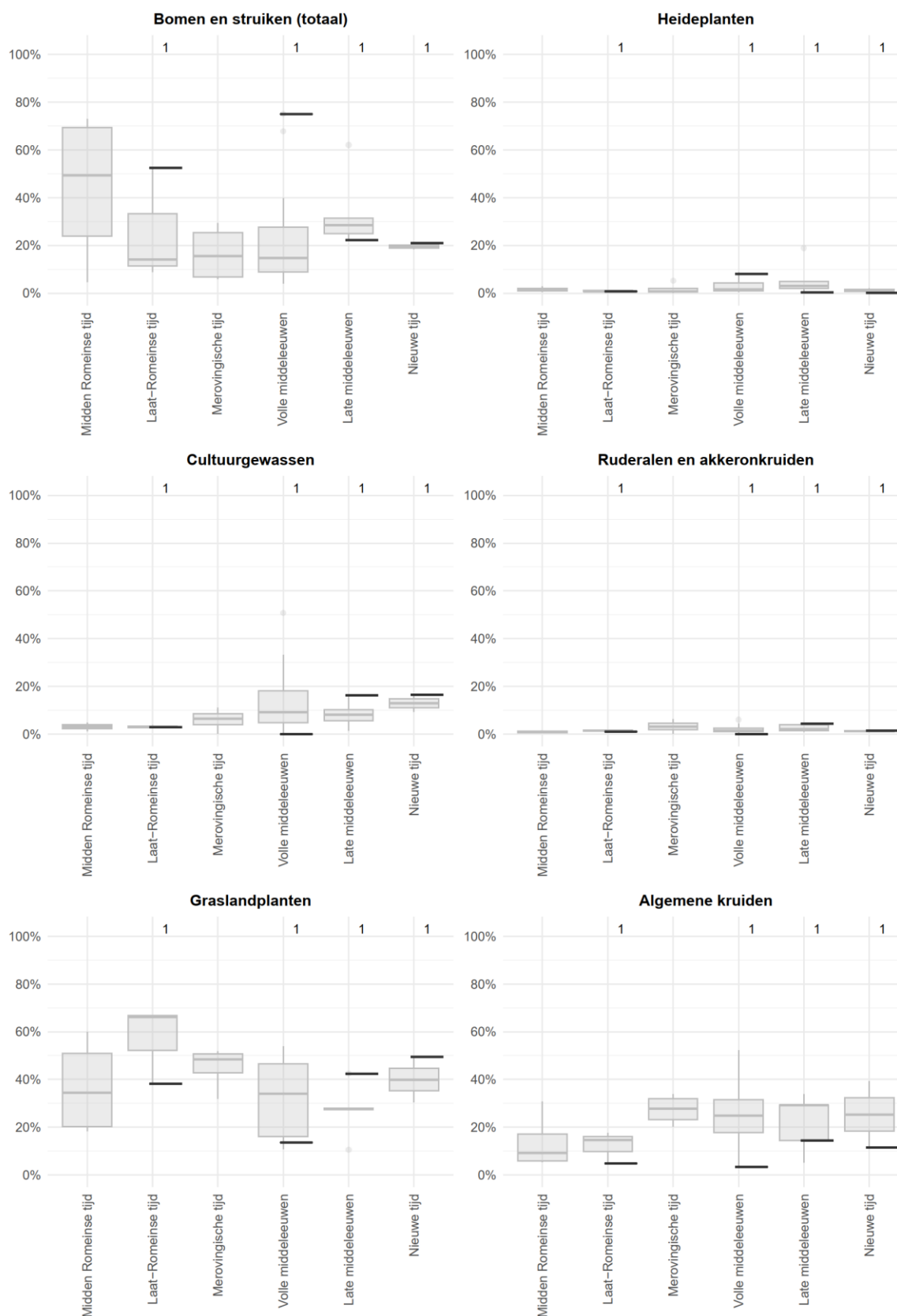
Binnen de ecoregio 'polders en Getijdenschelde' gebruiken we de onderverdeling in districten (Couvreur et al., 2004) omdat in polders langs een getijdenrivier en in een kustzone verschillende vegetatie te verwachten valt. In de Getijdenschelde- en polderdistrict, het deel van de Scheldevallei dat onder getijdeninvloed staat (stroomafwaarts van Gent), zijn er slechts vier goed gedateerde spectra beschikbaar, alle vier uit verschillende periodes. Ook deze data zijn dus niet geschikt om trends te beschrijven.

Boxplots Ecoregio kustduinen



Figuur 68: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'kustduinen' (kleur), tegenover de kuststreek en Getijdenschelde (grijs).

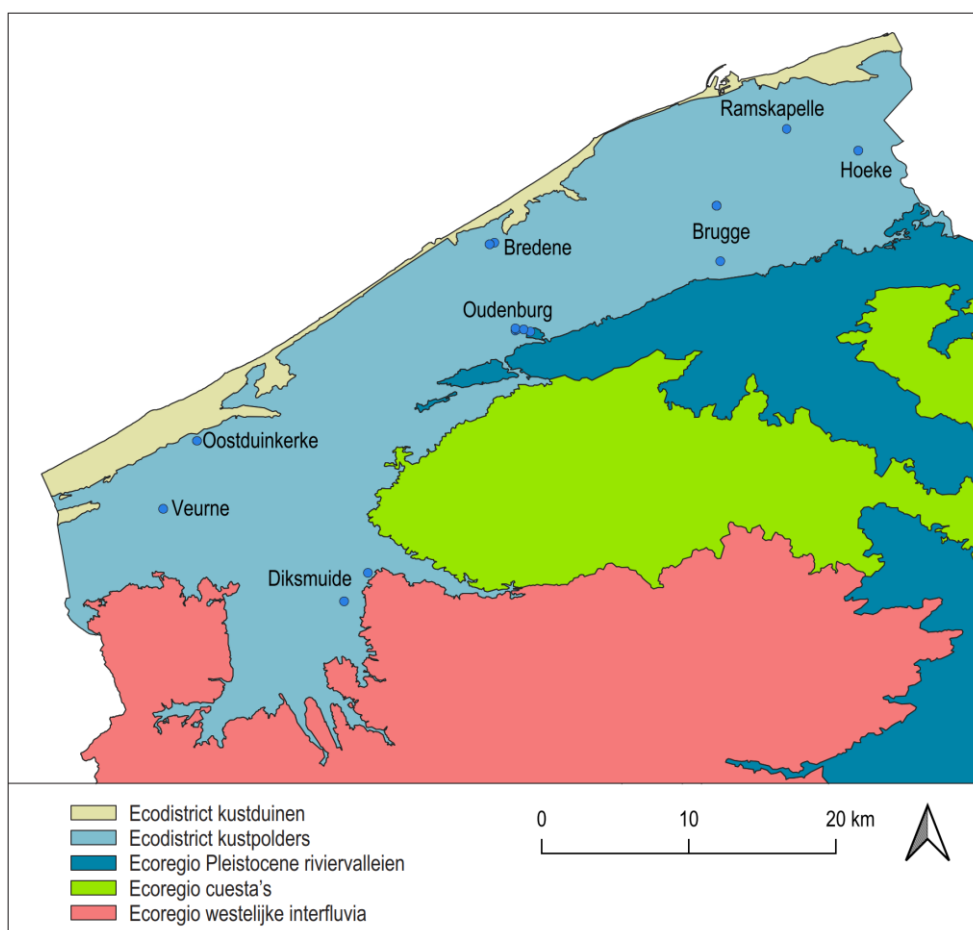
Boxplots Ecoregio Getijdenschelde



Figuur 69: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'Getijdenschelde' (kleur), tegenover de kuststreek en Getijdenschelde (grijs).

ECOREGIO POLDERS EN GETIJDENSCHELDE – KUSTPOLDERDISTRICT

In het kustpolderdistrict hebben we data beschikbaar van 18 spectra, verspreid over de hele ecoregio (Figuur 70). Van west naar oost clusteren deze sites in de IJzerregio (Veurne, Oostduinkerke, Diksmuide), in de centrale kuststreek (Oudenburg, Bredene) en in de oostelijke kustvlakte (Brugge, Ramskapelle, Hoeke). De geografische spreiding tussen het noordoostelijk en het zuidwestelijk kustgebied kan een rol hebben gespeeld in de samenstelling van de pollenspectra. Een andere variabele die daarop invloed kan hebben is de afstand tot de zand(leem)streek, met Diksmuide, Oudenburg en Brugge vlak bij de grens met het binnenland en de overige sites dicht bij de duinen.



Figuur 70: Locatie van de pollenspectra binnen de ecoregio 'polders en Getijdenschelde' – district kustpolders.

Er zijn in deze regio geen gegevens in de inventaris **vóór de 2^e eeuw n.Chr.** Dit heeft te maken met de landschapsevolutie: lange tijd was de kustvlakte één grote moerasvlakte waarin zich veen ontwikkelde. Dit veengebied was geen geschikte woonplaats voor de mens, waardoor er ook nauwelijks archeologische sporen te vinden zijn waarop palynologisch onderzoek kon gebeuren. De vegetatie-evolutie in de kustregio kan wel bestudeerd worden op basis van natuurlijke veenafzettingen (vb. Allemeersch et al., 2023). De oudste palynologisch onderzochte archeologische sporen uit de kuststreek dateren uit de **midden-Romeinse tijd** en zijn allemaal afkomstig uit de centrale kustvlakte, met name in en rond het Romeinse castellum van Oudenburg en op een verhoogd (dijk?)lichaam in Bredene. Het brede interval in AP-percentages van de midden-Romeinse spectra (

Figuur 71) wordt veroorzaakt door een sterk contrast tussen het spectrum in Bredene (kustnabij) enerzijds en Oudenburg (meer landinwaarts) anderzijds. Het spectrum uit Bredene bevat slechts 5% AP en veel Poaceae, Brassicaceae en Chenopodiaceae. Deze families omvatten onder andere halofyte soorten. Mogelijk gaat het

hier dus (deels?) om lokale kruiden uit een schorrelandschap. Aangezien bomen niet voorkomen in een getijdenvlakte, moet het weinige boompollen afkomstig zijn van grotere afstand of uit verspoeld veen. In Oudenburg vertonen vooral de spectra uit de site 'Riethove' hoge AP-waarden (ca 70%). Deze site ligt een stuk dichterbij de zandstreek, met name langs de zandrug tussen Brugge en Gistel, een uitloper van de dekzandrug Maldegem-Stekene. Deze spectra tonen dat deze zandrug nog bebost was, met vooral eik, berk en hazelaar. Oudenburg Weststraat ligt net iets verder van de zandrug en vertoont een lagere AP-waarde, hetgeen hier goed bij aansluit.

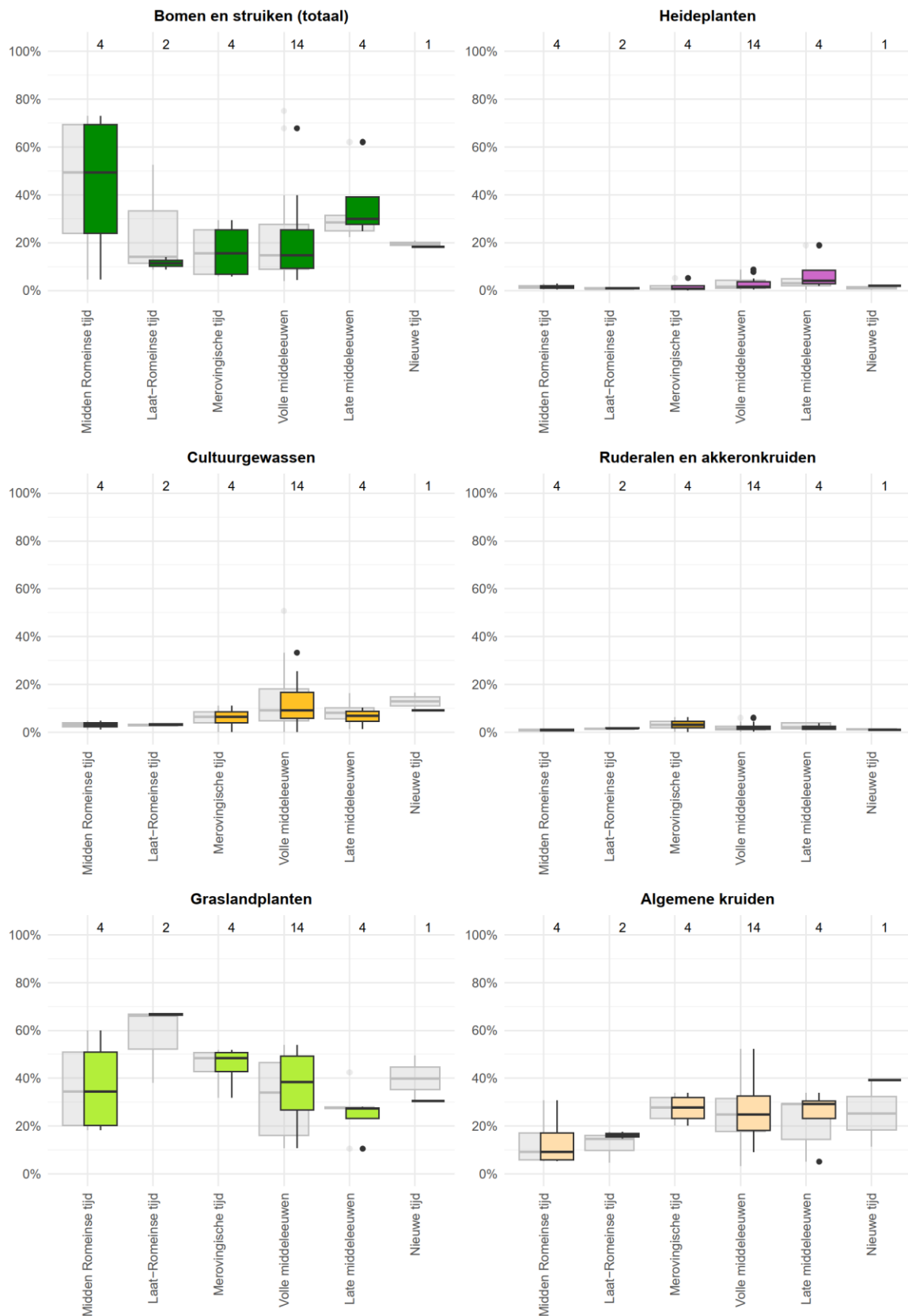
De **laat-Romeinse** spectra uit Oudenburg vertonen zeer lage AP-waarden (9-14%). In combinatie met de midden-Romeinse spectra uit Oudenburg, zien we hier een indicatie voor ontbossing buiten de kustvlakte, op de dekzandrug in de loop van de 2^e/3^e eeuw n.Chr.

Voor de vroege middeleeuwen hebben we gegevens uit sporen met **Merovingische** datering uit Brugge – Lentestraat, een site op enkele kilometers van de zandrug, en uit Oudenburg. In beide regio's zijn de AP-waarden eerder laag. De percentages van cultuurgewassen zijn meestal vrij hoog. Het gaat bijna uitsluitend om Cerealia type, dus we kunnen louter op basis van pollen niet uitsluiten dat het om natuurlijke grassen met grote pollenkorrels gaat (vb. slijkgras). Het staal uit Oudenburg toont een iets hogere AP-waarde, wat mogelijk gelinkt is met de ligging, namelijk zeer dicht bij de grens met de zandstreek. In het oudste staal uit Brugge komt bovendien veel pollen van *Calluna vulgaris* en van *Pinus* voor. Beide zijn indicatoren voor input van materiaal (incl. pollen) door getijdenwerking (*Calluna* via herwerking van veen, *Pinus* door aanrijking in zeewater (Storme et al., 2020b)).

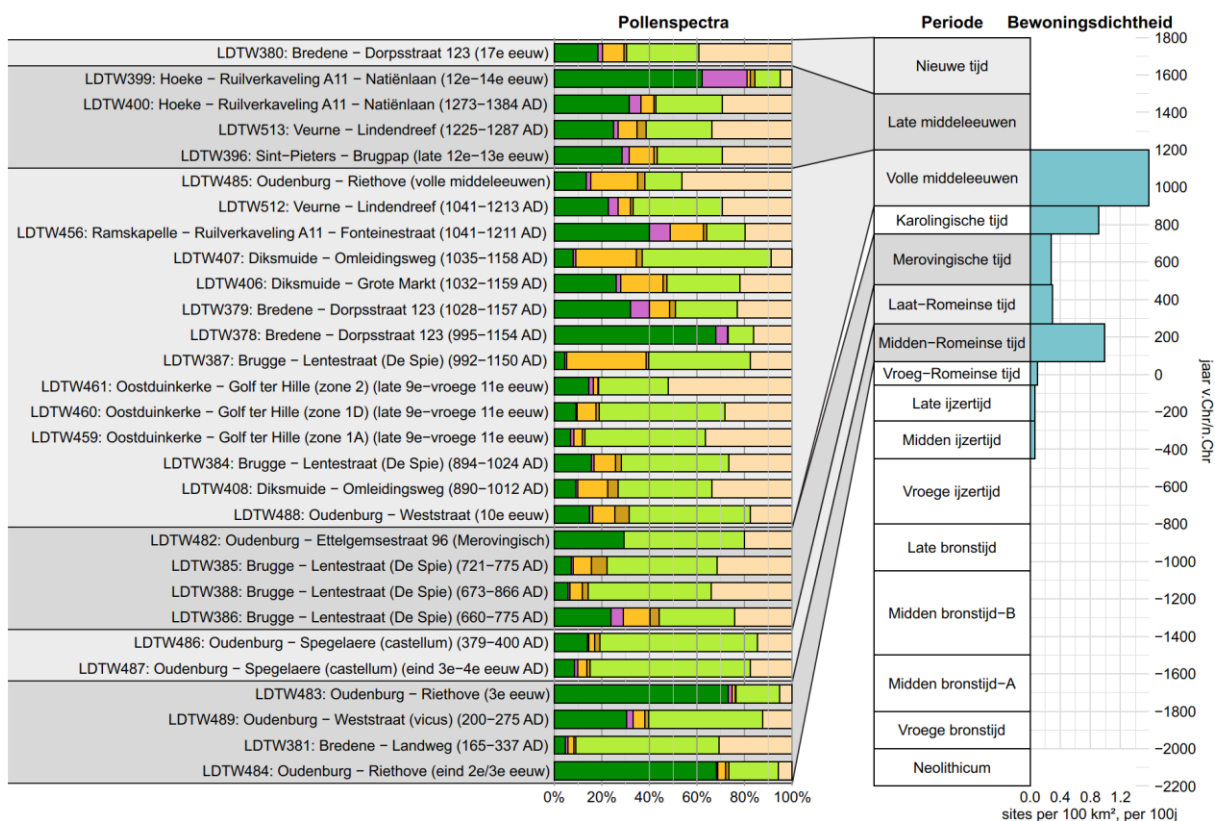
Hoewel er tijdens de **Karolingische tijd** wat meer bewoning lijkt te komen in de kustvlakte (Figuur 71), zijn er voor deze periode geen palynologische gegevens beschikbaar. Voor de **volle middeleeuwen** (incl. overgang vroege-volle middeleeuwen) zijn er wel veel spectra. De spectra tot de vroege 11^e eeuw vertonen allemaal lage AP-waarden. Deze zijn afkomstig van sites verspreid over de hele kustvlakte, waardoor het lijkt te gaan om een regionaal fenomeen: weinig input van boompollen vanuit het binnenland lijkt te wijzen op verdere ontbossing in de zand- en zandleemstreek nabij de kustvlakte.

Enkele van de **jongere volmiddeleeuwse** spectra vertonen hoge waarden voor Cerealia type (>10% in Brugge, Diksmuide, Ramskapelle, Oudenburg) en/of boompollen (>20% in Bredene, Diksmuide, Ramskapelle en Veurne). Door inpoldering evolueerden de schorren in de kustvlakte tijdens de volle en late middeleeuwen naar een cultuurlandschap (Tys, 2013). Na inpoldering is lokale akkerbouw in principe mogelijk in grotere delen van de kustvlakte. Ook mest of het dorsen van geïmporteerd graan kunnen mogelijke bronnen zijn. Toch moeten we ook hier nog rekening houden met halofyte grassoorten als mogelijke oorsprong van het pollen van Cerealia type. De hoge waarden van Chenopodiaceae in veel van de spectra wijst erop dat er nog steeds zoutminnende vegetatie aanwezig was. Ook bijvoorbeeld bij Brassicaceae, Asteraceae-Liguliflorae, Senecio type komt het pollen mogelijk van zoutminnende vegetatie. De grote hoeveelheden boompollen kunnen in Diksmuide uit het binnenland afkomstig zijn. In de meer kustnabije sites is dat onwaarschijnlijker. Zo moet het spectrum uit Bredene met 68% AP (vooral *Quercus*, maar ook *Pinus*, *Betula* en andere) wellicht op een andere manier verklaard worden dan als regionale pollenregen. Dit kan afkomstig zijn uit geërodeerd veen. Toch lijkt er zich in de loop van de volle middeleeuwen wel degelijk een verschuiving voor te doen naar meer boompollen (vaak <10% AP vóór de 11^e eeuw, meestal ca. 20% of meer vanaf de 11^e eeuw). Dit blijft zo in de **late middeleeuwen**, met waarden boven 20% voor het AP in alle spectra en een uitschieter van 62% in Hoeke. Het spectrum uit de **nieuwe tijd** (Bredene) daalt opnieuw naar ca. 20%. De hogere AP-waarden vanaf de 11^e eeuw kunnen te maken hebben met inpoldering, waardoor bomen ook in de kustvlakte konden groeien – niet noodzakelijk in de vorm van bossen, maar eerder als deel van het cultuurlandschap, bijv. in de vorm van bosschages, hagen of struwelen.

Boxplots Ecoregio polders



Figuur 71: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor het ecodistrict 'kustpolders' (kleur), tegenover de kuststreek en Getijdenschelde (grijs).



Figuur 72: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in het ecodistrict 'kustpolders'.

4.1.3.2 Zandstreek

ECOREGIO PLEISTOCENE RIVIERVALLEIEN

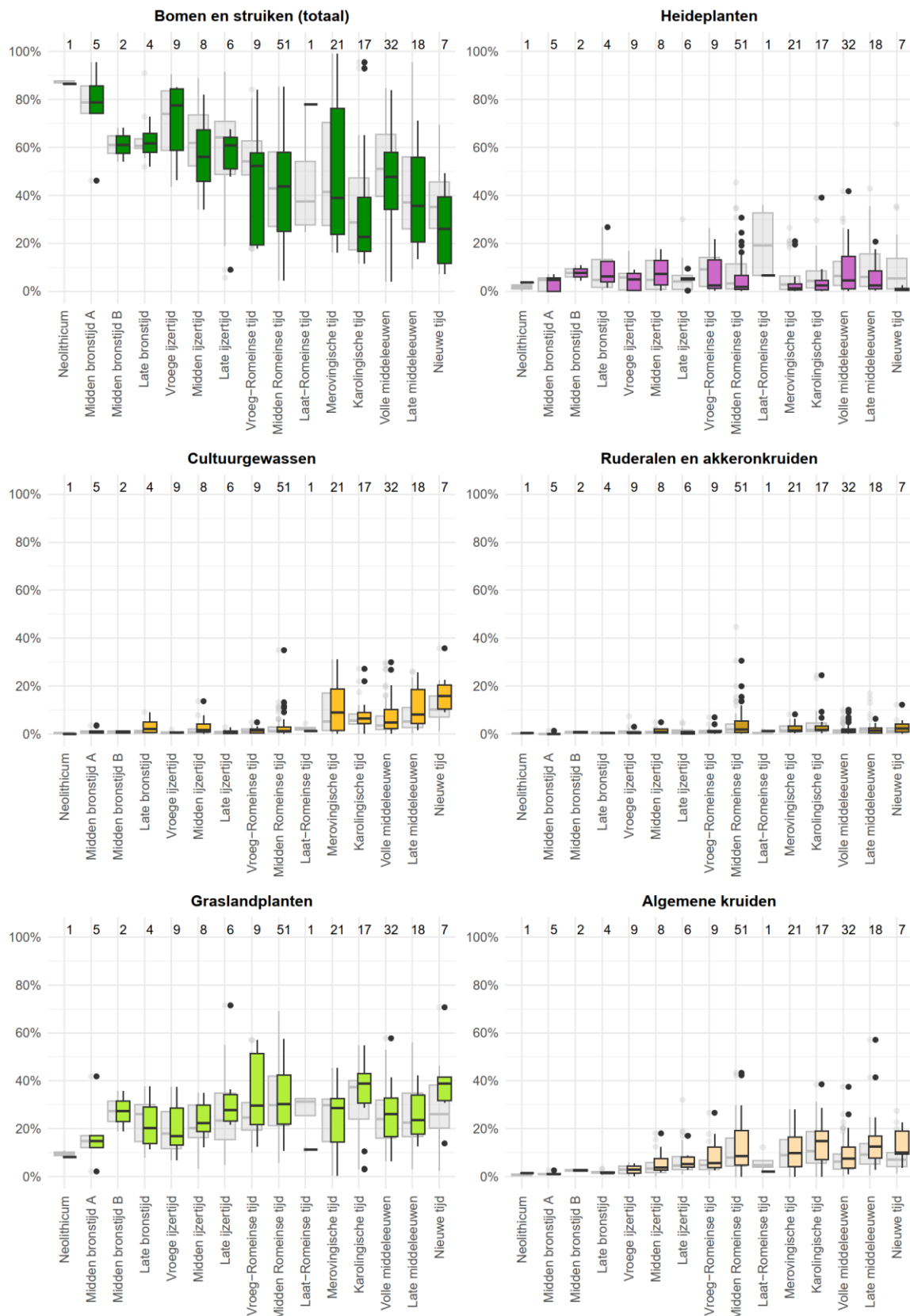
Deze ecoregio telt 198 spectra. Dit is ongeveer de helft van alle pollenspectra uit de zandstreek. De boxplots (Figuur 73) tonen dat de spectra over het algemeen de trends voor de gehele zandstreek volgen. Tijdens de **bronstijd** en de **vroege ijzertijd** liggen de medianen van het boompollen in deze ecoregio op hetzelfde niveau of net iets hoger dan in de zandstreek. De stijging in AP van de **Karolingische periode** naar de **volle middeleeuwen** is duidelijk te zien in de Pleistocene rivier valleien.

Vanaf de midden-ijzertijd zijn de percentages voor bomen en heideplanten over het algemeen iets lager in de Pleistocene rivier valleien. Dit wordt gecompenseerd door iets meer graslandplanten en algemene kruiden – vanaf de middeleeuwen ook meer cultuurgewassen dan het algemeen beeld van de zandstreek. In de **nieuwe tijd** is het verschil in mediaan het grootste, met aanzienlijk lagere AP-waarden en beduidend meer cultuurgewassen en graslandplanten in de Pleistocene rivier valleien.

Uitzonderingen zijn de **midden-Romeinse periode**, waar nauwelijks een verschil is tussen deze ecoregio en andere delen van de zandstreek, en de **laat-Romeinse periode**. Voor deze laatste periode is slechts één spectrum beschikbaar (Oostkamp). Hierin is het AP een stuk hoger dan in de andere spectra uit dezelfde periode in de zandstreek. Dit gaat ten koste van heide- en graslandplanten.

Voor meer details verwijzen we naar de focusregio's (4.1.4.1).

Boxplots Ecoregio Pleistocene riviervalleien



Figuur 73: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'Pleistocene riviervalleien' (kleur), tegenover de zandstreek (grijs).

ECOREGIO CUESTA'S

Binnen deze ecoregio bevinden zich 96 spectra. Tot en met de late ijzertijd lopen de spectra zeer gelijk met die van de rest van de zandstreek (Figuur 74). Vanaf de vroeg-Romeinse periode liggen de AP-waarden vaak iets hoger dan elders in de zandstreek. De stijging in AP van de Karolingische periode naar de volle middeleeuwen komt ook hier sterk tot uiting. De daling in AP van volle naar late middeleeuwen is in de cuesta's zeer uitgesproken. Opnieuw is het verschil het grootst in de nieuwe tijd, met een mediaan van 50% AP in de cuesta's tegenover 35% AP in de zandstreek. Meer detail is te vinden in de grafieken en de bespreking van de focusregio's (4.1.4.2).

ECOREGIO KEMPEN

In de Kempen zijn 100 pollenspectra beschikbaar. Heel opvallend is dat de percentages van heideplanten in zowat alle periodes hoger liggen dan in de rest van de zandstreek (Figuur 75).

Waar het AP van de vroege naar de midden-ijzertijd elders in de zandstreek gelijk blijft (cuesta's) of daalt (Pleistocene riviervalleien), zien we in de Kempen een stijging van boompollen. Dit is slechts gebaseerd op een zeer beperkt aantal spectra, dus om te verifiëren of dit een algemene trend is, bijvoorbeeld door meer of minder bewoning in bepaalde periodes, zijn meer data nodig.

De eerder hoge AP-waarden tijdens de midden- en late ijzertijd worden gecompenseerd door lagere waarden voor graslandplanten. In de midden- en laat-Romeinse tijd keert deze verhouding om: het AP is dan lager in de Kempen dan in de rest van de zandstreek. In deze perioden zijn het vooral de heideplanten die dit lage AP compenseren. Tijdens de vroege middeleeuwen ligt de mediaan van het AP opnieuw hoger in de Kempen. De stijging in AP van de Karolingische periode naar de volle middeleeuwen is in de Kempen veel minder uitgesproken dan in de Pleistocene riviervalleien en de cuesta's. Meer detail is te vinden in de grafieken en de bespreking van de focusregio's (4.1.4.3).

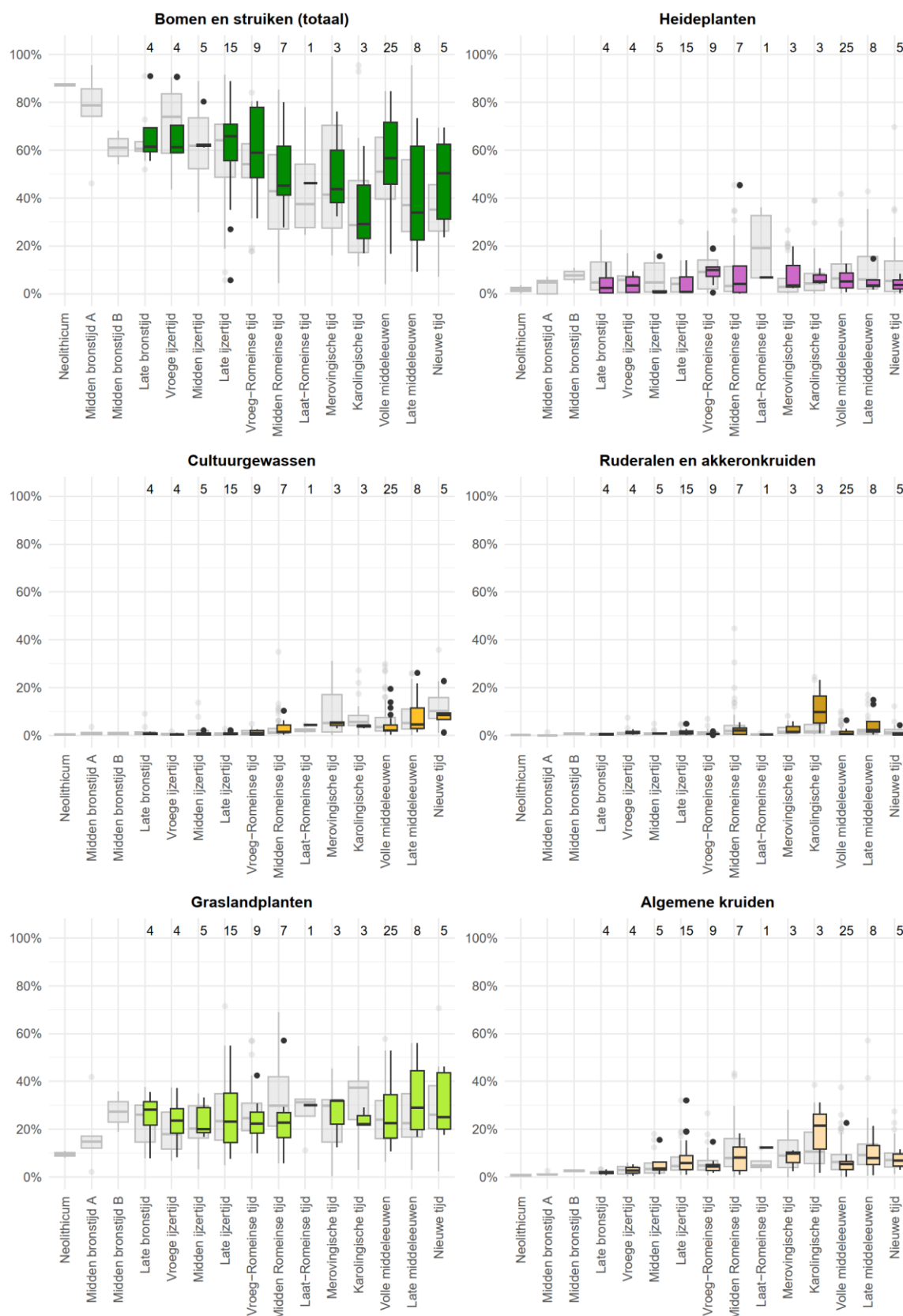
4.1.3.3 Zandleemstreek

ECOREGIO WESTELIJKE INTERFLUVIA

Met 51 spectra vertegenwoordigt de ecoregio 'westelijke interfluvia' ca. 80% van de spectra uit de zandleemstreek. Aangezien er slechts weinig spectra beschikbaar zijn in de zandleemstreek, buiten de westelijke interfluvia, is het niet nuttig om de spectra uit deze ecoregio te vergelijken met de algemene trend in de zandleemstreek.

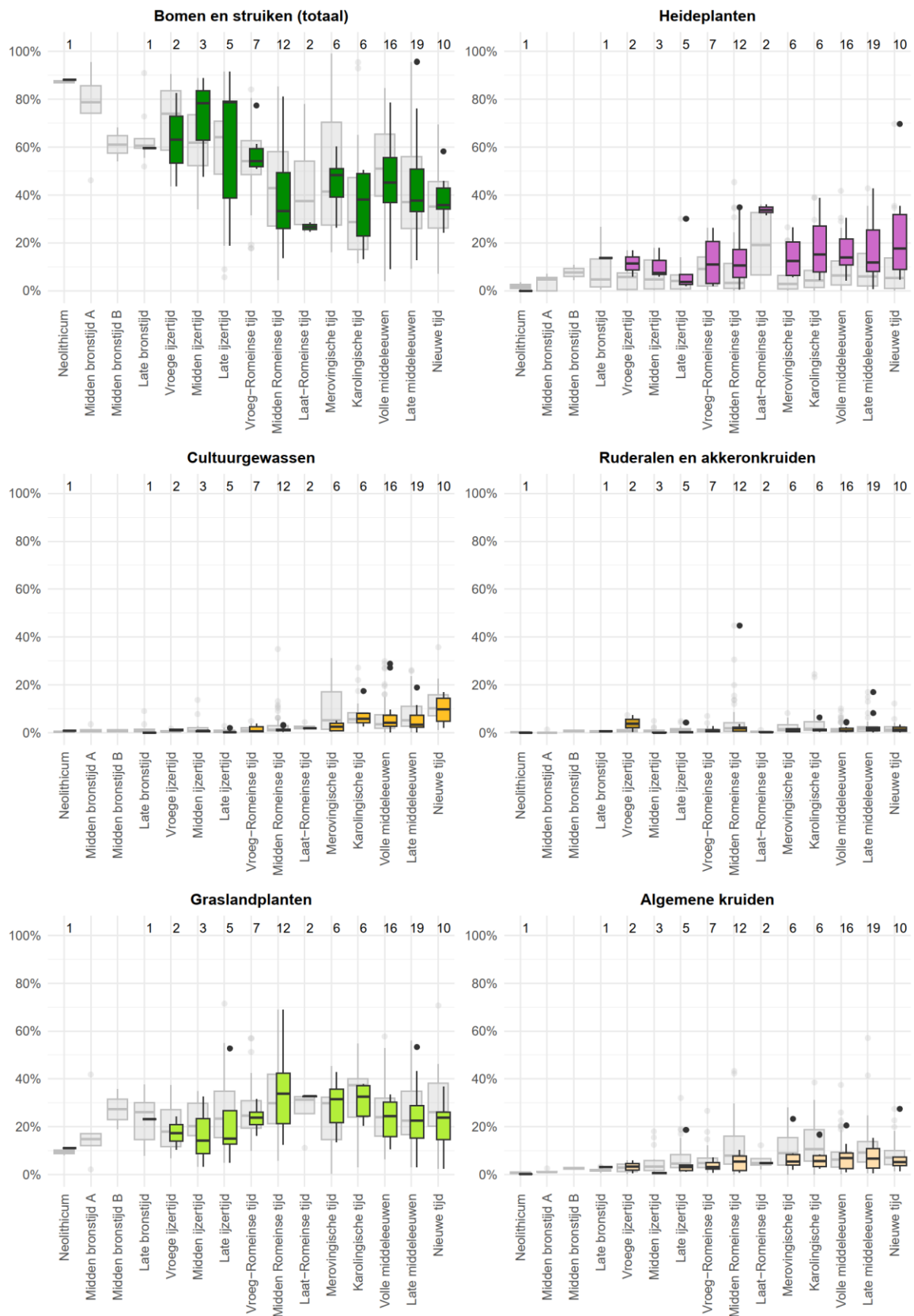
Vóór de volle middeleeuwen zijn er slechts sporadisch data beschikbaar. Opvallend voor deze regio zijn de lage AP-waarden voor de late ijzertijd en de midden- en laat-Romeinse tijd (<20%). Net als in de zandstreek zien we hier een stijging in AP op de overgang van de vroege naar de volle middeleeuwen (mediaan >50% AP). Net als in de cuesta's is de daling in AP van volle naar late middeleeuwen (mediaan <30% AP) hier zeer uitgesproken. Meer detail is te vinden in de focusregio's uit deze ecozone (4.1.4.4).

Boxplots Ecoregio cuesta's



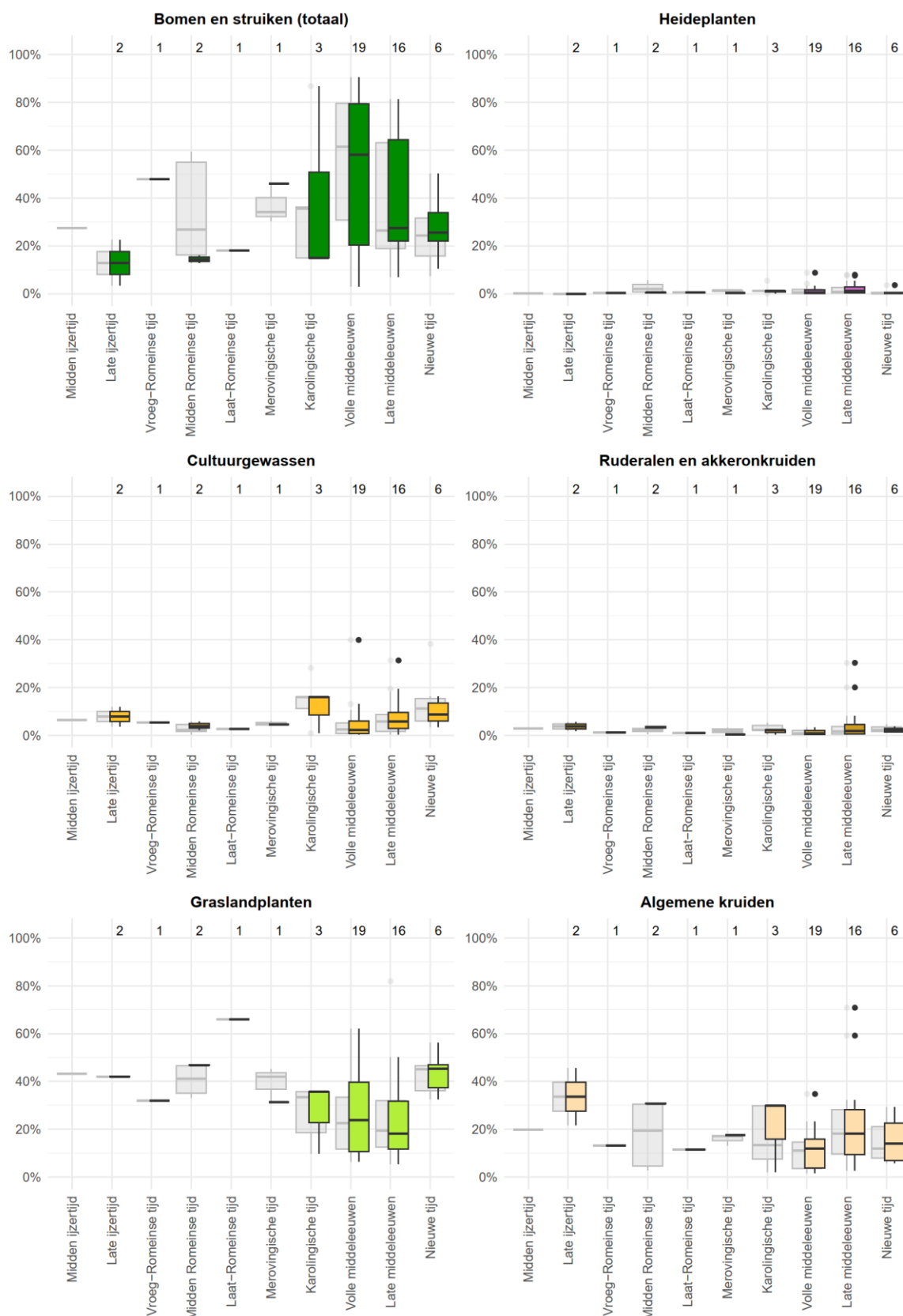
Figuur 74: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'cuesta's' (kleur), tegenover de zandstreek (grijs).

Boxplots Ecoregio Kempen



Figuur 75: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'Kempen' (kleur), tegenover de zandstreek (grijs).

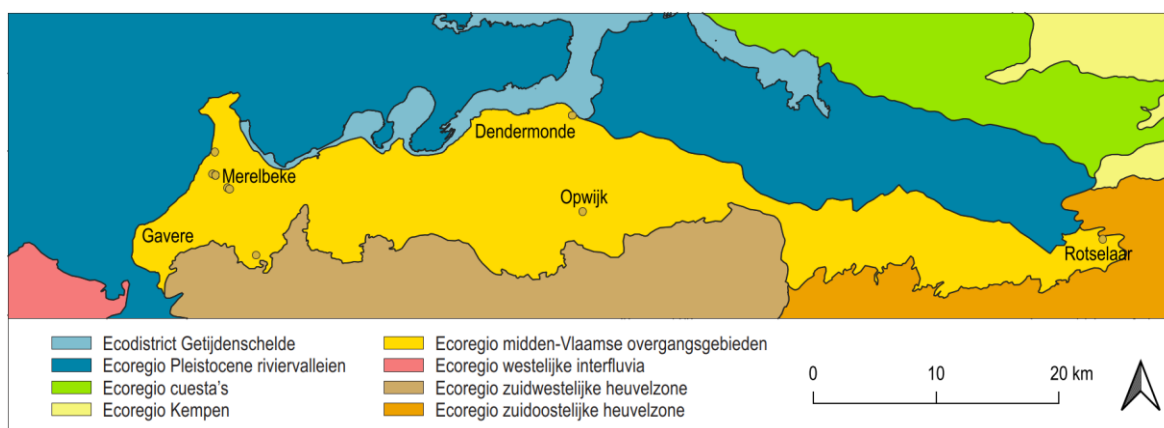
Boxplots Ecoregio westelijke interfluvia



Figuur 76: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'westelijke interfluvia' (kleur), tegenover de zandleemstreek (grijs).

ECOREGIO MIDDEN-VLAAMSE OVERGANGSGEBIEDEN

Deze ecoregio omvat 14 pollenspectra. Het merendeel situeert zich in het westen van de ecoregio, nabij de Bovenschelde, in Merelbeke en Gavere. Centraal in de ecoregio vinden we twee spectra in Baasrode (Dendermonde), nabij de Getijdenschelde, en één in Opwijk. Ten slotte is er één spectrum beschikbaar uit het uiterste oosten van de ecoregio, in Wezemaal (Rotselaar), grenzend aan de leemstreek.

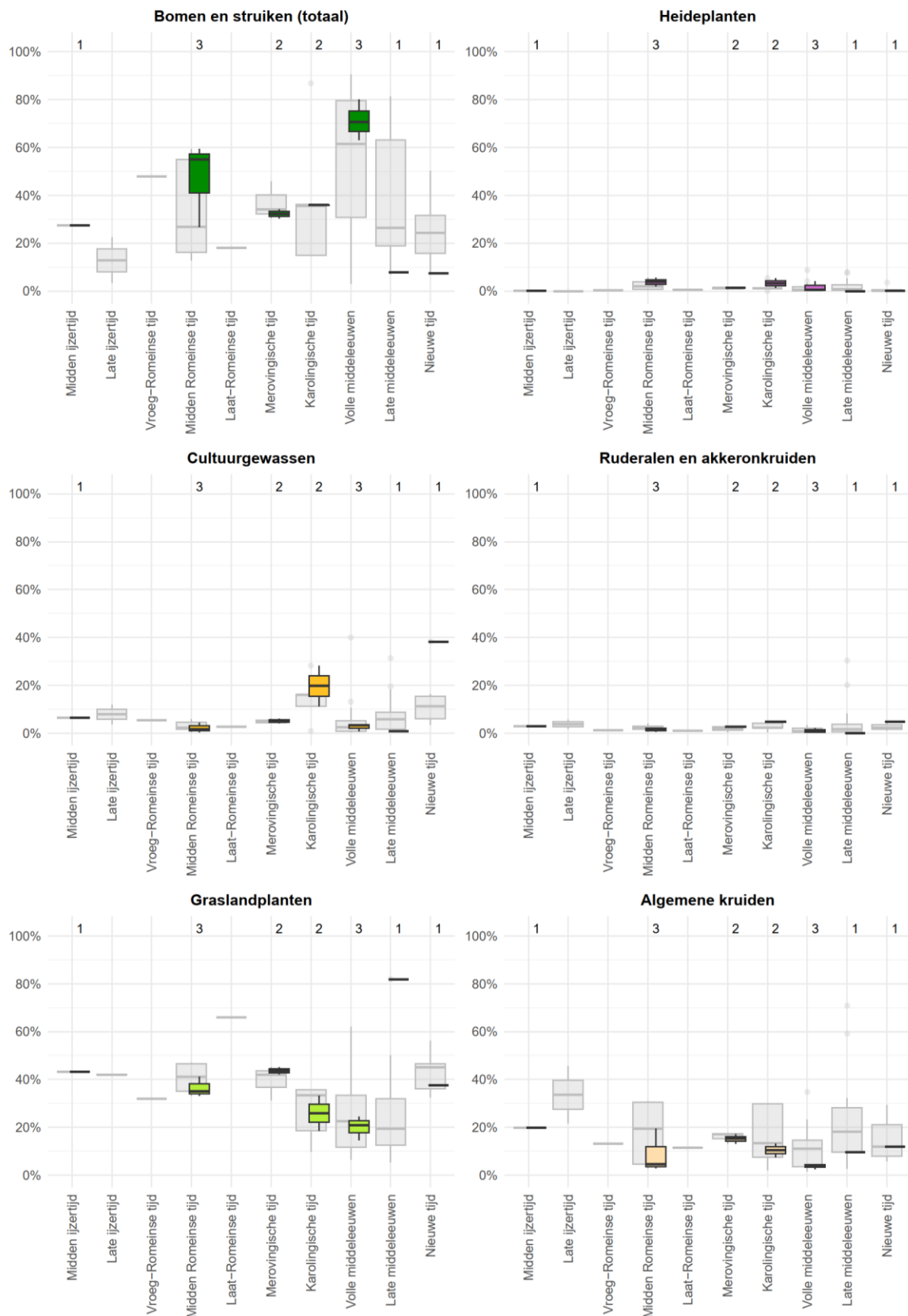


Figuur 77: Locatie van de pollenspectra binnen de ecoregio 'Midden-Vlaamse overgangsgebieden'.

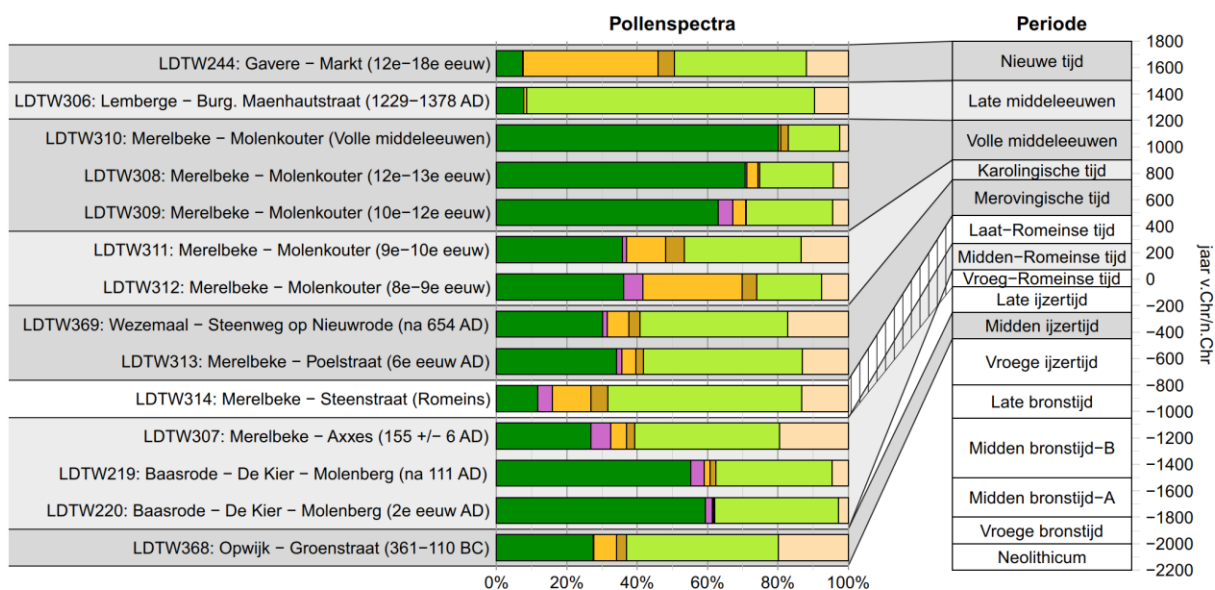
Het staal uit de **midden-ijertijd** in Opwijk vertoont een opvallend laag AP-percentage (27%), vergelijkbaar met het staal uit dezelfde periode in de leemstreek (zuidoostelijke heuvelzone, Boutersem) en lager dan eender welk gelijktijdig staal uit de zandstreek. Pollen van Cerealia type is aanwezig met 6% en wijst op akkerbouw.

In de **midden-Romeinse periode** zien we hogere AP-waarden in Dendermonde. Het gaat vooral om *Alnus* en *Betula*, twee pollentypes die afkomstig kunnen zijn van soorten uit moerasbossen (zwarte els, zachte berk). Mogelijk is hier dus sprake van een invloed van de nabijheid van de Scheldevallei. Het midden-Romeinse spectrum uit Merelbeke heeft een vergelijkbare AP-waarde als het ijertijdspectrum uit Opwijk. Dit blijft eerder laag ten opzichte van spectra uit dezelfde periode in de zandstreek. Een ander Romeins (onbepaald) spectrum uit Merelbeke gaat zelfs nog lager, met 12% AP. Dit staal bevat vrij veel Cerealia type (11%). Alle Romeinse stalen bevatten ook pollen van heideplanten. De **vroegmiddeleeuwse** spectra, uit beide uiteinden van de ecoregio (Merelbeke, Rotselaar) bevatten tussen 30% en 36% AP. Eén van de stalen uit Merelbeke bevat zeer veel Cerealia type (28%) en Ericaceae, wat kan wijzen op input van afval of mest. In de volle middeleeuwen zien we veel hogere AP-waarden (63-80%). De drie **volmiddeleeuwse** spectra uit deze ecoregio zijn allemaal afkomstig van één site, dus dit heeft mogelijk weinig regionale betekenis. Toch sluit dit goed aan bij de trend in de zandstreek (Pleistocene riviervalleien en cuesta's), waar het AP eveneens stijgt van de vroege naar de volle middeleeuwen. In de **late middeleeuwen** en de **nieuwe tijd** is het AP opnieuw zeer laag in Merelbeke en Gavere (8-7%). De hoge waarden voor cultuurgewassen (vooral graan, ook boekweit) in Gavere wijzen op afval of mest in de poel en dus een minder betrouwbaar spectrum.

Boxplots Ecoregio Midden-Vlaamse overgangsgebieden



Figuur 78: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'Midden-Vlaamse overgangsgebieden' (kleur), tegenover de zandleemstreek (grijs).

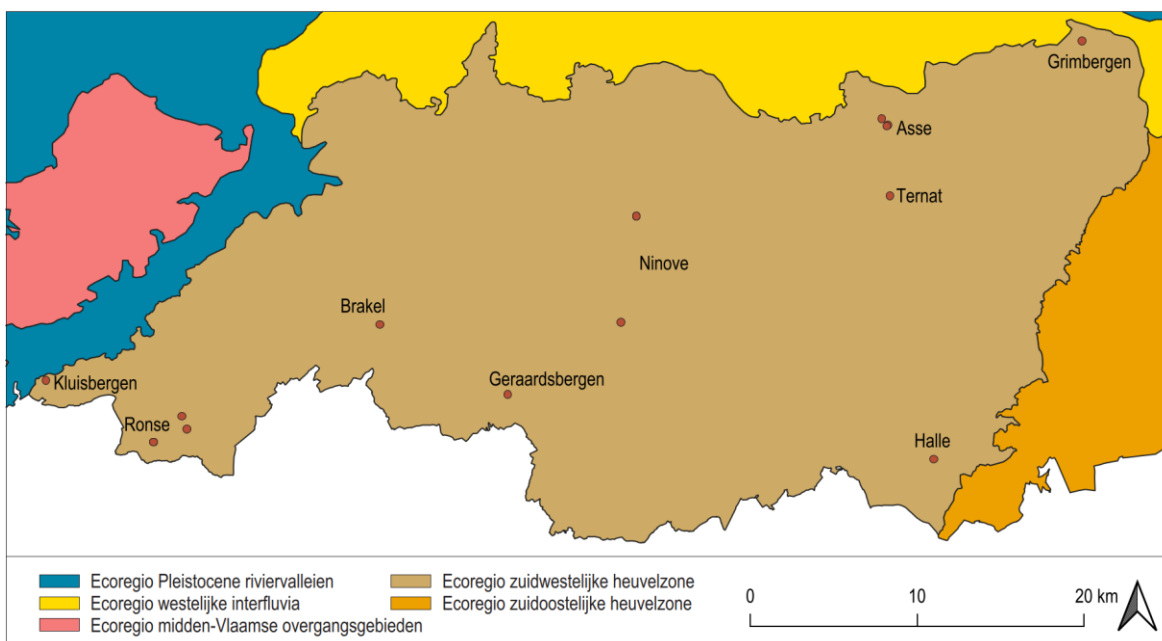


Figuur 79: Staafdiagram van de pollenspectra in ecoregio 'Midden-Vlaamse overgangsgebieden'.

4.1.3.4 Leemstreek

ECOREGIO ZUIDWESTELIJKE HEUVELZONE

Deze ecoregio omvat 18 spectra, verspreid over de oppervlakte. Zes van deze spectra zijn afkomstig uit het uiterste zuidwesten van de ecoregio, in Ronse en Ruin (Kluisbergen). Meer centraal in de regio zijn er spectra uit Nederbrakel (Brakel), Hunnegem (Geraardsbergen), Denderwindeke en Outer (Ninove). In het noordoosten van de ecoregio vinden we spectra in Asse, Ternat, Beigem (Grimbergen) en in het zuidoosten een spectrum uit Halle.

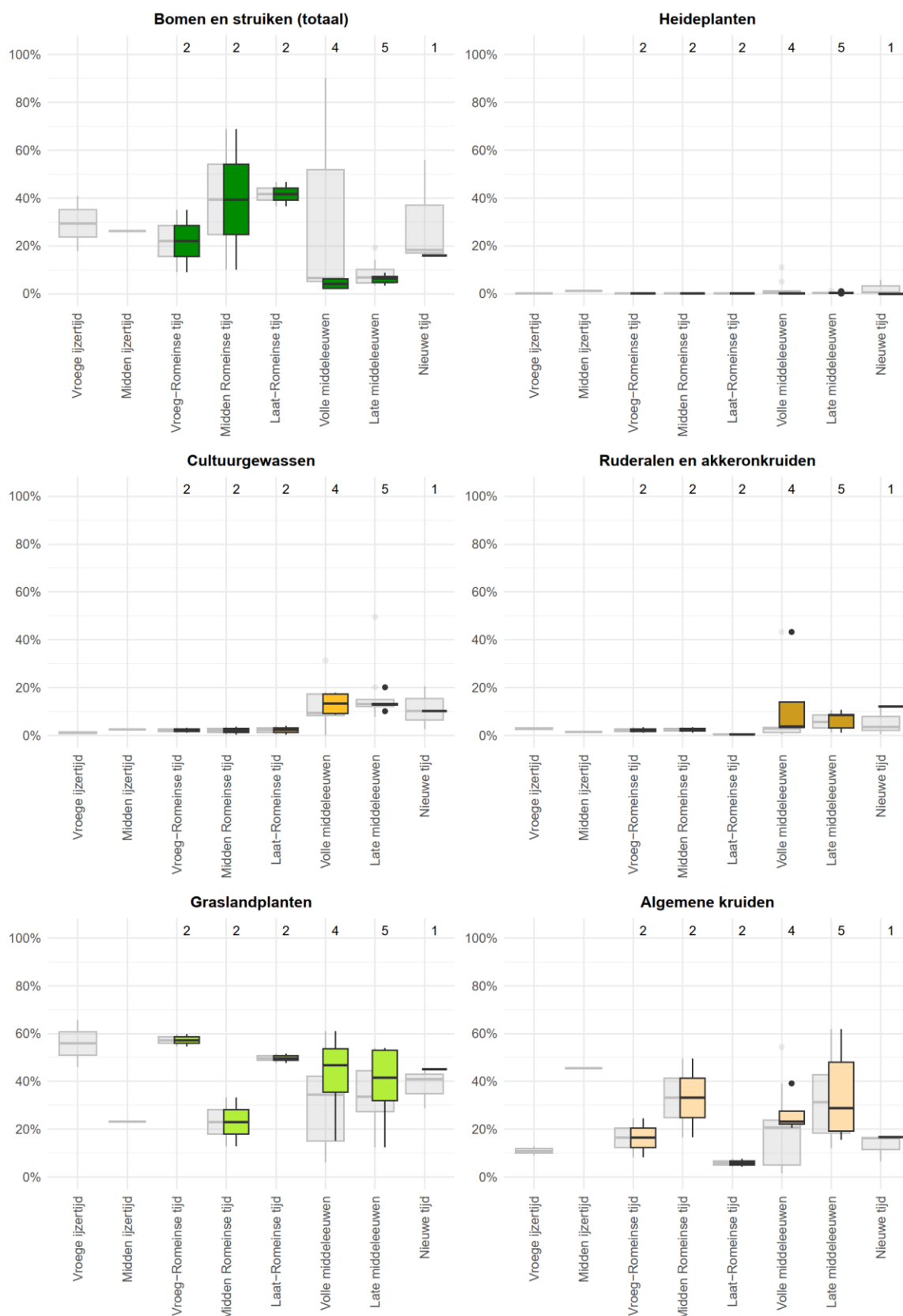


Figuur 80: Locatie van de pollenspectra binnen de ecoregio 'zuidwestelijke heuvelzone'.

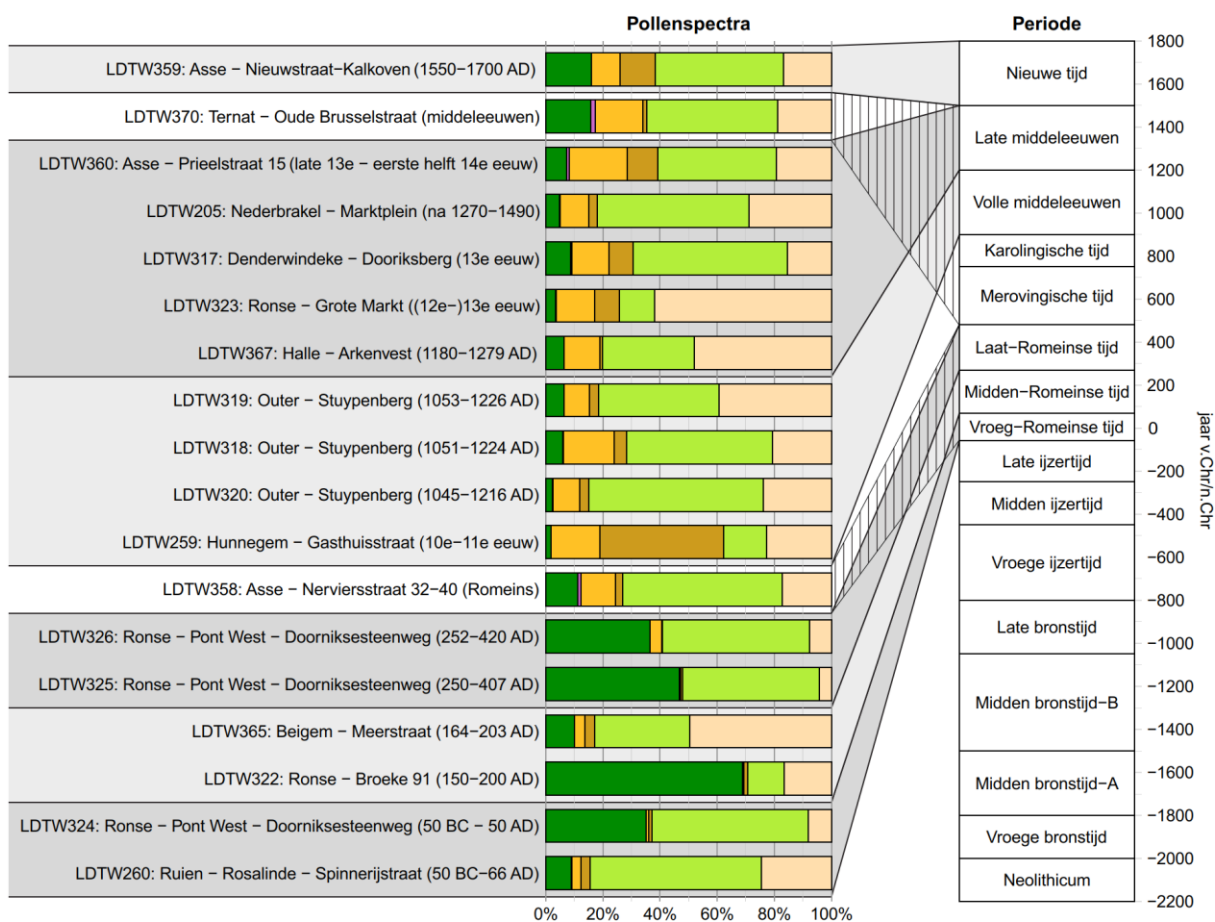
De oudste gegevens zijn afkomstig uit de **Romeinse tijd**. De spectra uit Ruien, Beigem en Asse vertonen zeer lage AP-waarden (ca. 10%). De spectra uit Ronse hebben beduidend hogere AP-waarden: ca. 40% in de vroeg-Romeinse tijd, stijgend naar ca. 70% in de midden-Romeinse tijd en opnieuw dalend naar ca. 40% in de laat-Romeinse tijd. Dit is gebaseerd op zeer weinig data en dus mogelijk sterk beïnvloed door lokale factoren. Naast bomen en struiken komen hier vooral graslandplanten voor. Het beeld voor de Romeinse periode is dus eerder divers, met enkele weinig tot niet beboste locaties verspreid over de ecoregio en meer bebossing rond Ronse.

Voor de **vroege middeleeuwen** hebben we in deze regio geen gegevens. Het beeld voor de **volle** en de **late middeleeuwen** is redelijk stabiel, met zéér lage AP-waarden (steeds <10%) en vrij hoge percentages voor cultuurgewassen (9-20%). Hier en daar zien we pieken van bepaalde kruidentaxa, bijv. Asteraceae-Liguliflorae en diverse sporen, 31% *Artemisia* in Hunnegem, 25% Brassicaceae in Halle, 43% Chenopodiaceae en 15% *Matricaria* type in Ronse (Grote Markt). Het spectrum uit de **nieuwe tijd** (Asse) toont weer net iets hogere AP-waarde (16%), maar ligt verder in lijn met de middeleeuwse spectra. De spectra uit deze ecoregio wijzen vanaf de volle middeleeuwen op een cultuurlandschap met amper resten van bos. Waar in de buurt van Ronse nog bos moet geweest zijn in de Romeinse periode, lijkt het spectrum uit Ronse (Grote Markt) erop te wijzen dat dit in de middeleeuwen ook verdwenen was – al kan de locatie in het stadscentrum wel een vertekend beeld geven wat betreft de bredere omgeving.

Boxplots Ecoregio zuidwestelijke heuvelzone



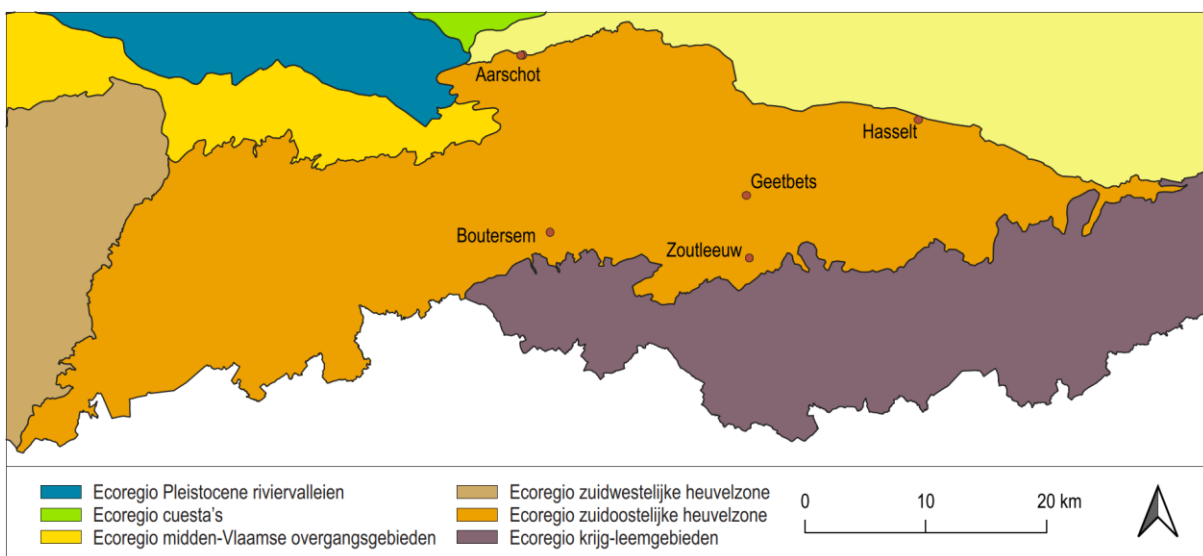
Figuur 81: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'zuidwestelijke heuvelzone' (kleur), tegenover de leemstreek (grijs).



Figuur 82: Staafdiagram van de pollenspectra in ecoregio 'zuidwestelijke heuvelzone'.

ECOREGIO ZUIDOOSTELIJKE HEUVELZONE

Voor deze ecoregio zijn er slechts 9 spectra beschikbaar. Ze komen uit sites op de grens met de Kempen, in Aarschot en Kuringen (Hasselt) en uit sites meer naar het zuiden, in Kerkom (Boutersem), Zoutleeuw en Geetbets.

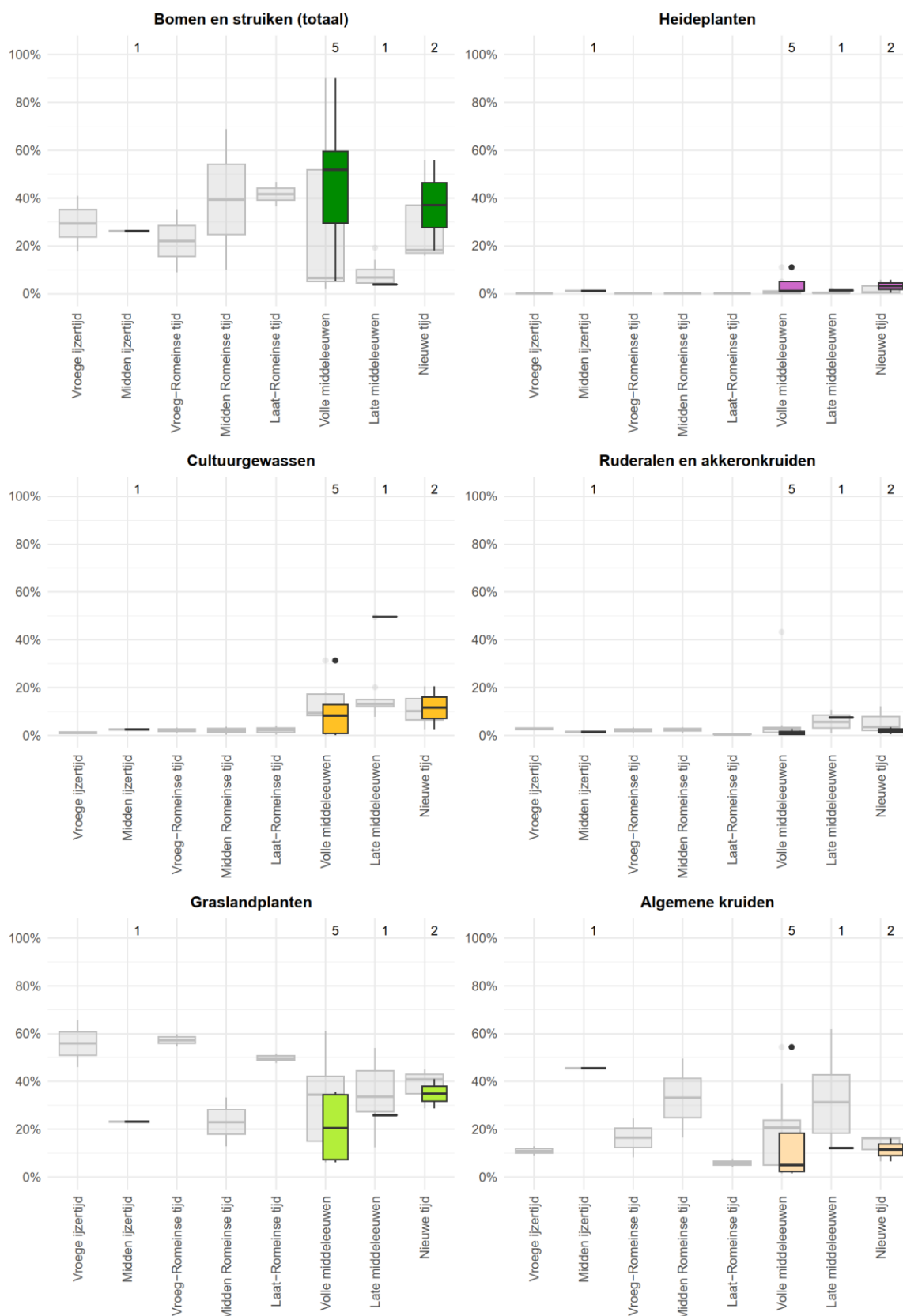


Figuur 83: Locatie van de pollenspectra binnen de ecoregio 'zuidoostelijke heuvelzone'.

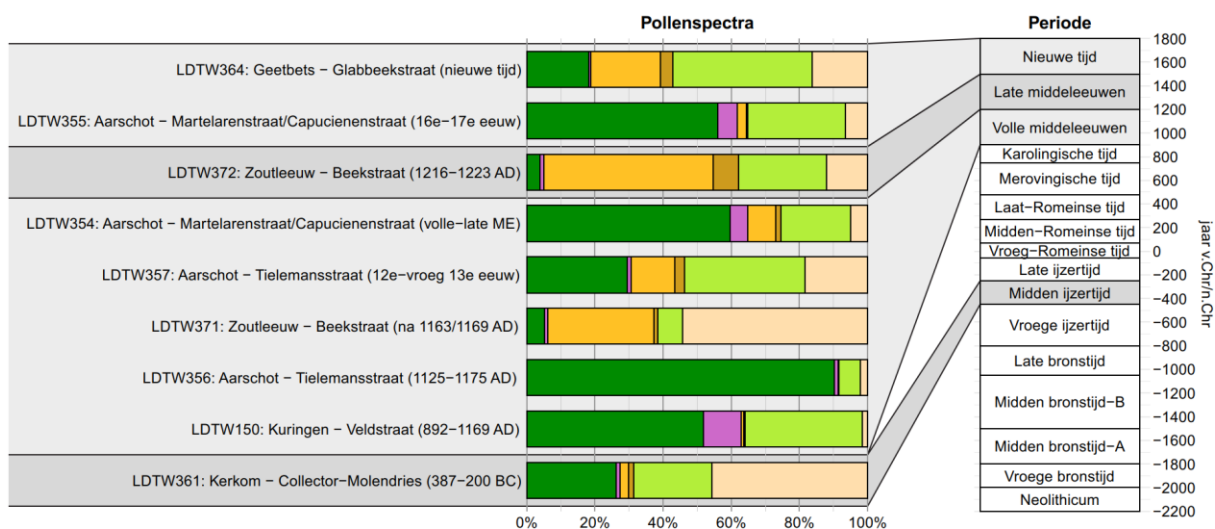
Het spectrum uit Kerkom dateert uit de **midden-ijzertijd** en toont een voor die tijd lage AP-waarde (26%) in vergelijking met de zandstreek, maar vergelijkbaar met het spectrum uit de midden-ijzertijd in Opwijk (zandleemstreek). Anderzijds wijst het voorkomen van 35% Asteraceae-Liguliflorae mogelijk op slechte bewaring, aangezien dit type wegens zijn robuustheid en goede herkenbaarheid vaak oververtegenwoordigd is in sterk geoxideerde stalen. We kunnen dus beter niet te veel proberen afleiden uit dit ene spectrum.

Voor de **Romeinse tijd** en de **vroege middeleeuwen** zijn er in de zuidoostelijke heuvelzone geen data beschikbaar. Voor de **volle middeleeuwen** zien we sterk uiteenlopende samenstellingen van de spectra. De spectra uit Aarschot en Hasselt, beide dicht bij de grens met de zandstreek, vertonen hogere AP-waarden (29-90%). Ze bevatten ook heideplanten (11% in Hasselt) en in de jongere spectra ook vrij veel Cerealia type, inclusief *Secale cereale* (8-12%). Het spectrum uit Zoutleeuw daarentegen bevat nauwelijks AP (5%), maar wel veel Cerealia type, inclusief *Secale cereale* (31%) en Brassicaceae (48%). Een jonger staal (**late middeleeuwen**) uit diezelfde site in Zoutleeuw vertoont even lage AP, nog meer Cerealia type, incl. *Secale* (49%) en 3% *Centaurea cyanus*. Ook in de nieuwe tijd zien we eenzelfde contrast tussen een spectrum uit Aarschot (dicht bij de Kempen) met hoge percentages AP en aanwezigheid van heideplanten enerzijds en een spectrum zuidelijker, in Geetbets, met lage AP-waarden en veel cultuurgewassen (14% Cerealia type, incl. *Secale*, en 6% Cannabaceae) anderzijds. Mogelijk heeft dit contrast te maken met de nabijheid van de Kempische zandgronden in Aarschot.

Boxplots Ecoregio zuidoostelijke heuvelzone



Figuur 84: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'zuidoostelijke heuvelzone' (kleur), tegenover de leemstreek (grijs).

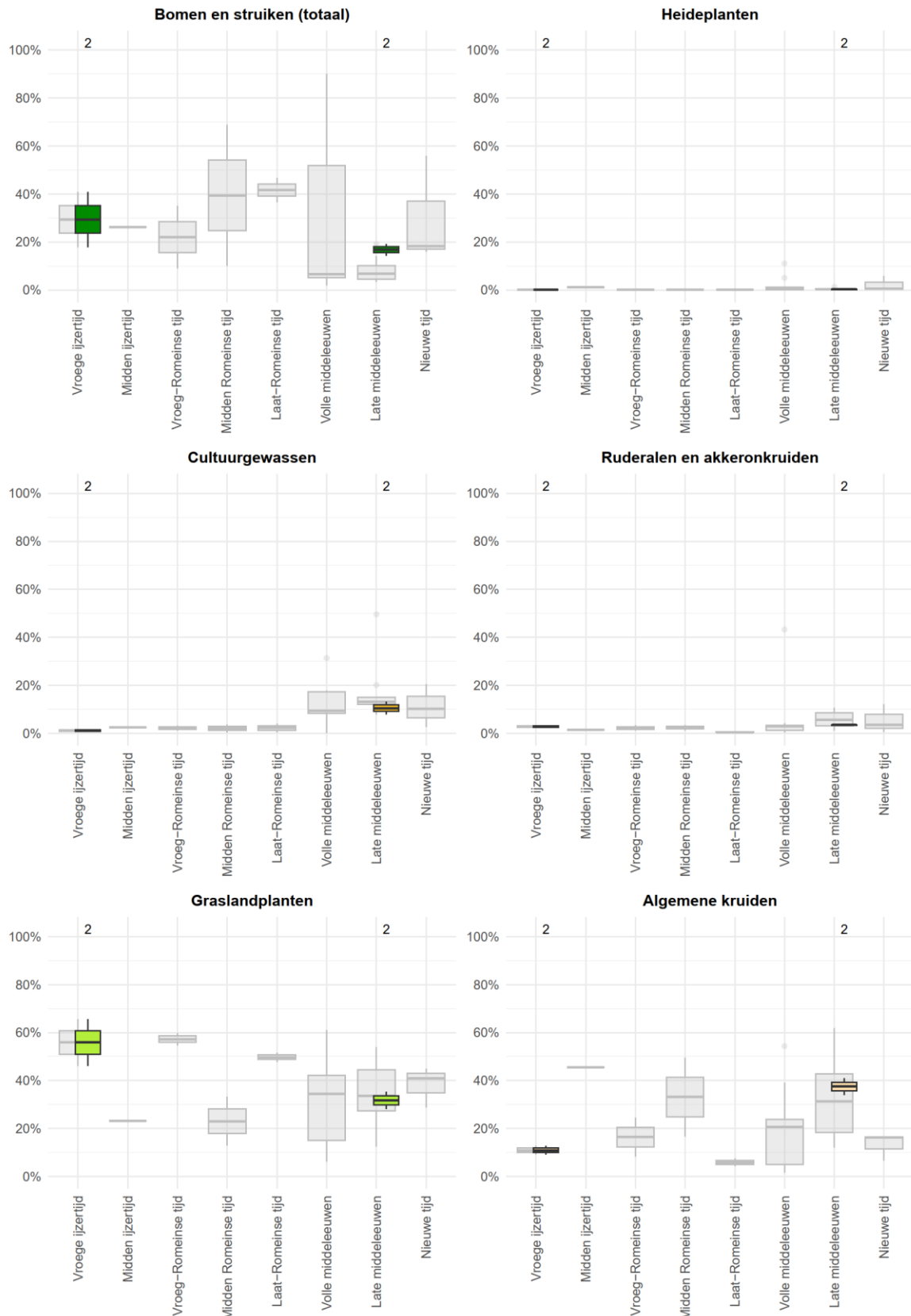


Figuur 85: Staafdiagram van de pollenspectra in ecoregio 'zuidoostelijke heuvelzone'.

ECOREGIO KRIJT-LEEMGEBIEDEN

In de krijt-leemgebieden zijn niet voldoende data aanwezig om verder in te zoomen: slechts 2 sites met elk twee spectra uit de vroege ijzertijd en de late middeleeuwen (Figuur 86).

Boxplots Ecoregio krijt-leemgebieden



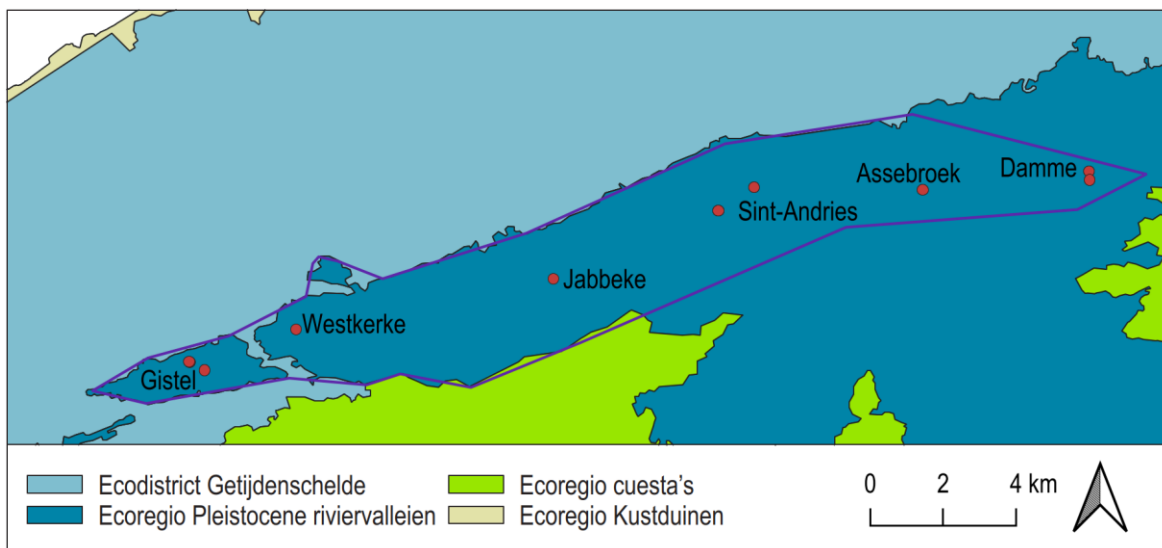
Figuur 86: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de ecoregio 'krijt-leemgebieden' (kleur), tegenover de leemstreek (grijs).

4.1.4 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE PATRONEN IN FOCUSREGIO'S

4.1.4.1 Zandstreek – Ecoregio Pleistocene valleien

FOCUSREGIO BRUGGE-GISTEL

Deze focusregio omvat 19 spectra uit een reeks sites op de dekzandrug die de grens vormt van de zandstreek met de kustpolders, van Gistel, over Brugge, tot Sijsele (Damme).



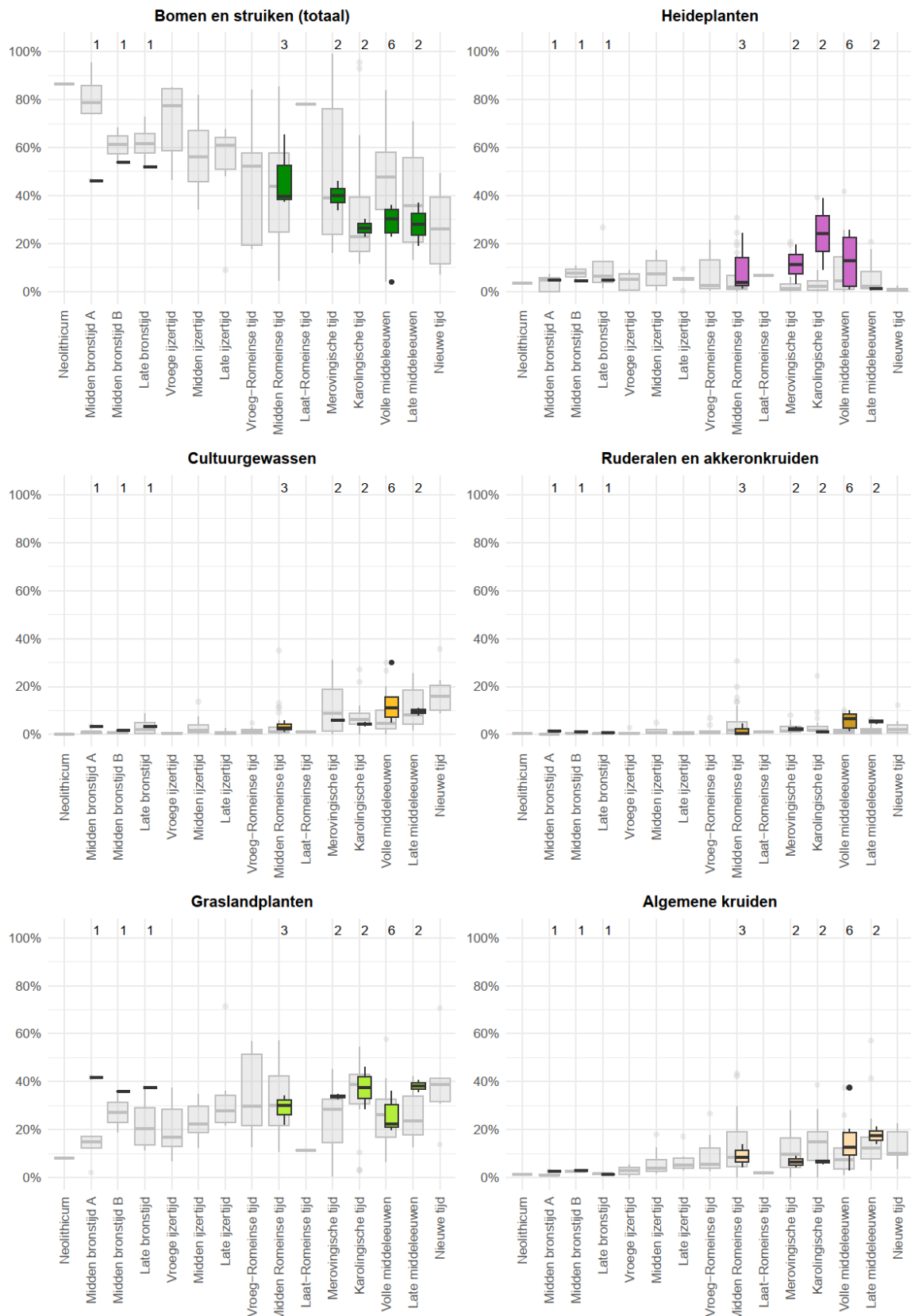
Figuur 87: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Brugge-Gistel.

De oudste gegevens uit deze focusregio zijn afkomstig de **bronstijd** in Sint-Andries. De spectra uit de midden-bronstijd A en B en de late bronstijd zijn zeer vergelijkbaar in samenstelling: ca. 50% AP, verder vooral grassen en telkens kleine hoeveelheden heideplanten en cultuurgewassen. De AP-waarden zijn lager dan in de rest van de Pleistocene riviervalleien, wat wijst op meer ontbossing op deze zandrug tijdens de bronstijd dan elders. Er lijken zich hier meer graslanden te hebben ontwikkeld. Voor de **ijzertijd** zijn er geen gegevens. De spectra voor de **midden-Romeinse tijd** tonen iets lagere AP-waarden in Sint-Andries en Sijsele (ca. 40%) en iets hoger in Westkerke (ca. 65%). Opvallend is ook het hoge percentage cultuurgewassen en ruderalen in Sint-Andries en het hoge percentage heideplanten in Sijsele. Het staal uit Jabbeke (Romeins onbepaald) bevat ook veel heideplanten. Voor de Romeinse periode kunnen we stellen dat de vegetatie vergelijkbaar was met die in het binnenland, met op sommige locaties opvallend veel heide. Dit zijn waarschijnlijk zeer lokale fenomenen.

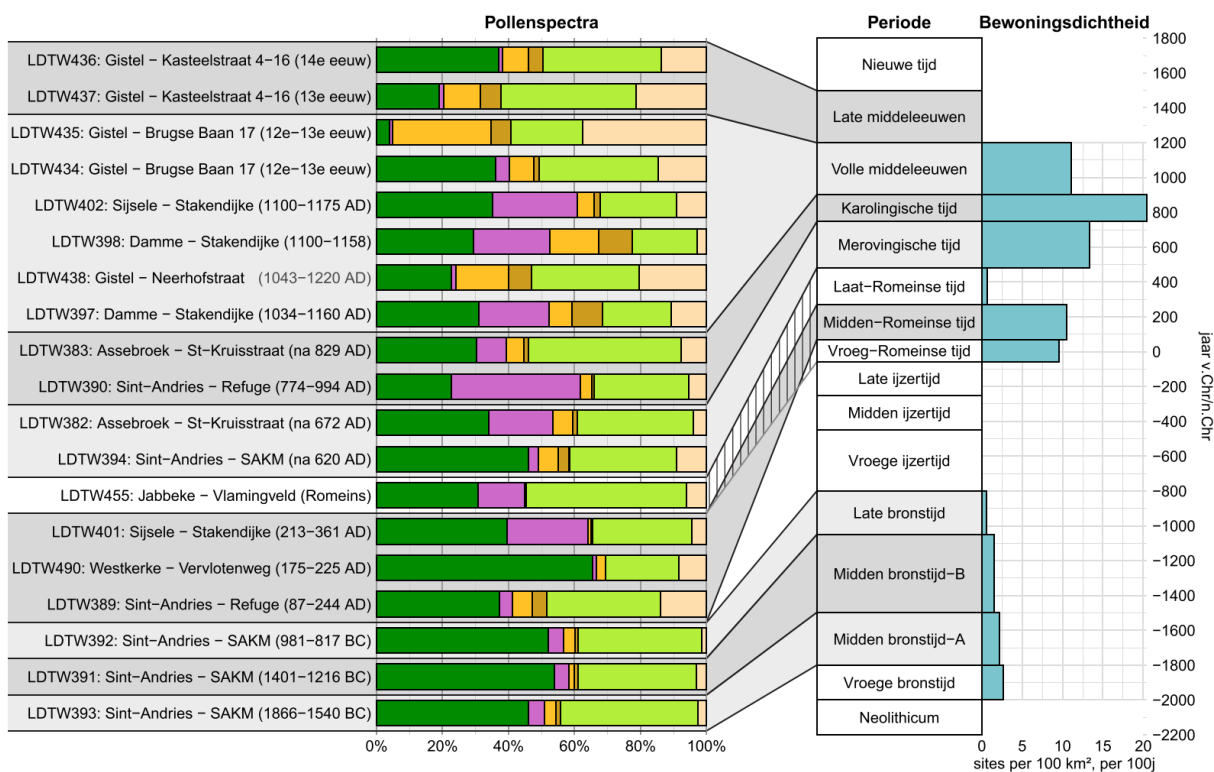
Voor de **vroege middeleeuwen** hebben we gegevens in de buurt van Brugge. Deze tonen een daling in AP van ca. 45% in het begin van de 7^e eeuw naar 23% in de Karolingische periode, tegelijk met een stijging van heideplanten van 3% naar 39%. Deze daling in boompollen is ook zichtbaar in de rest van de ecoregio Pleistocene riviervalleien. Tijdens de **volle en late middeleeuwen** zien we vergelijkbare AP-waarden als in de Karolingische tijd (meestal tussen 20 en 40%, uitgezonderd één staal uit Gistel met 4% AP). Hier is dus geen sprake van een stijging in AP tijdens de volle middeleeuwen, zoals dat elders in de ecoregio wel het geval is. Het NAP wordt op verschillende plaatsen zeer verschillend ingevuld: de spectra uit Sijsele (Damme) bestaan voor ruim 20% uit heideplanten, terwijl deze uit Gistel nauwelijks heideplanten bevatten, maar wel steeds veel cultuurgewassen en ruderalen/akkeronkruiden. Van de tussenliggende sites zijn er geen data uit de volle/late middeleeuwen.

Het lijkt er dus op dat er in de regio rond Brugge (Jabbeke tot Damme) tijdens de Romeinse tijd en de middeleeuwen veel heide groeide op de dekzandrug dan elders in de ecoregio.

Boxplots Focusregio Brugge – Gistel



Figuur 88: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Brugge-Gistel (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).

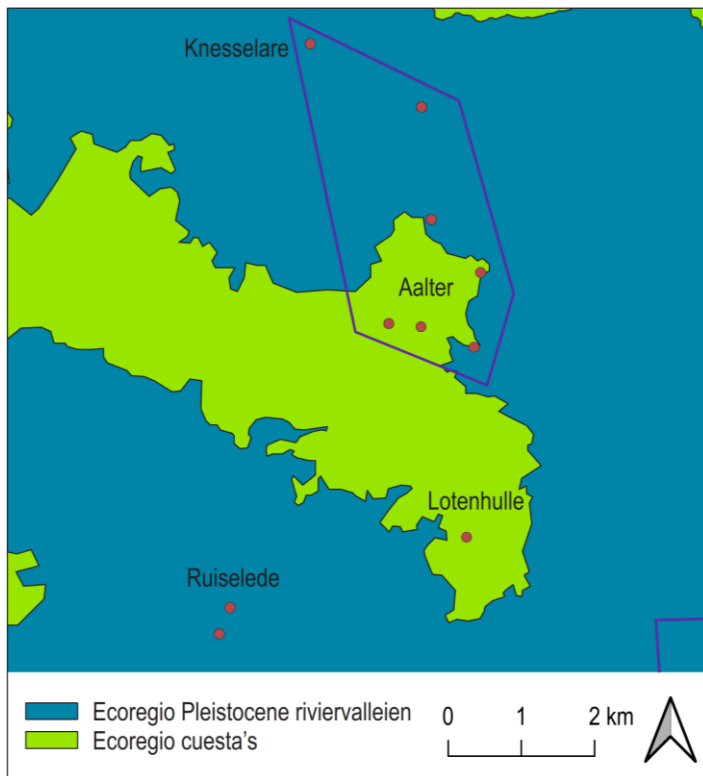


Figuur 89: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Brugge-Gistel.

FOCUSREGIO AALTER

In Aalter zijn op een relatief kleine oppervlakte veel pollenspectra beschikbaar. Ze liggen op de grens tussen de ecoregio's van de cuesta's en de Pleistocene riviervalleien. Dit is de enige focusregio die zich over meer dan één ecoregio uitstrekt. De spectra uit Ruiselede en Lotenhulle liggen niet binnen de focusregio, maar zijn wel toegevoegd aan het staafdiagram en de boxplot.

Een spoor uit Aalter dat als mogelijk **neolithisch** geïnterpreteerd werd, toont een zeer hoge AP-waarde (87%), maar ook een klein aandeel heideplanten. Tijdens de **midden-bronstijd A en B** neemt het AP gestaag af van 86% naar 68%. Het spectrum uit de (vroeg of) **midden-ijzertijd** bestaat uit iets minder dan 50% boompollen, wat lager is dan het algemene beeld van de Pleistocene riviervalleien en de zandstreek. Heideplanten bereiken hier pollenpercentages van >10%. De stalen uit de **late ijzertijd** leveren spectra die goed lijken op die uit de midden-bronstijd, met opnieuw minstens 65% AP. De spectra uit de **vroeg- en midden-Romeinse tijd** bevatten meestal 40-60% AP, uitgezonderd één staal uit Ruiselede met ruim 70% AP en één staal uit Aalter (onbepaalde Romeinse datering) met ca 15% AP. De drie stalen uit Ruiselede bevatten weinig tot geen heideplanten, terwijl deze groep in Aalter en Knesselare vaak boven de 10% reikt. Ondanks de hoge bewoningsdichtheid vanaf de ijzertijd, zien we dat deze focusregio zowel voor de late ijzertijd als de Romeinse tijd hogere waarden voor boompollen en heideplanten kent dan elders in de Pleistocene riviervalleien. Dit wordt gecompenseerd door minder grasland- en andere kruiden.



Figuur 90: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Aalter.

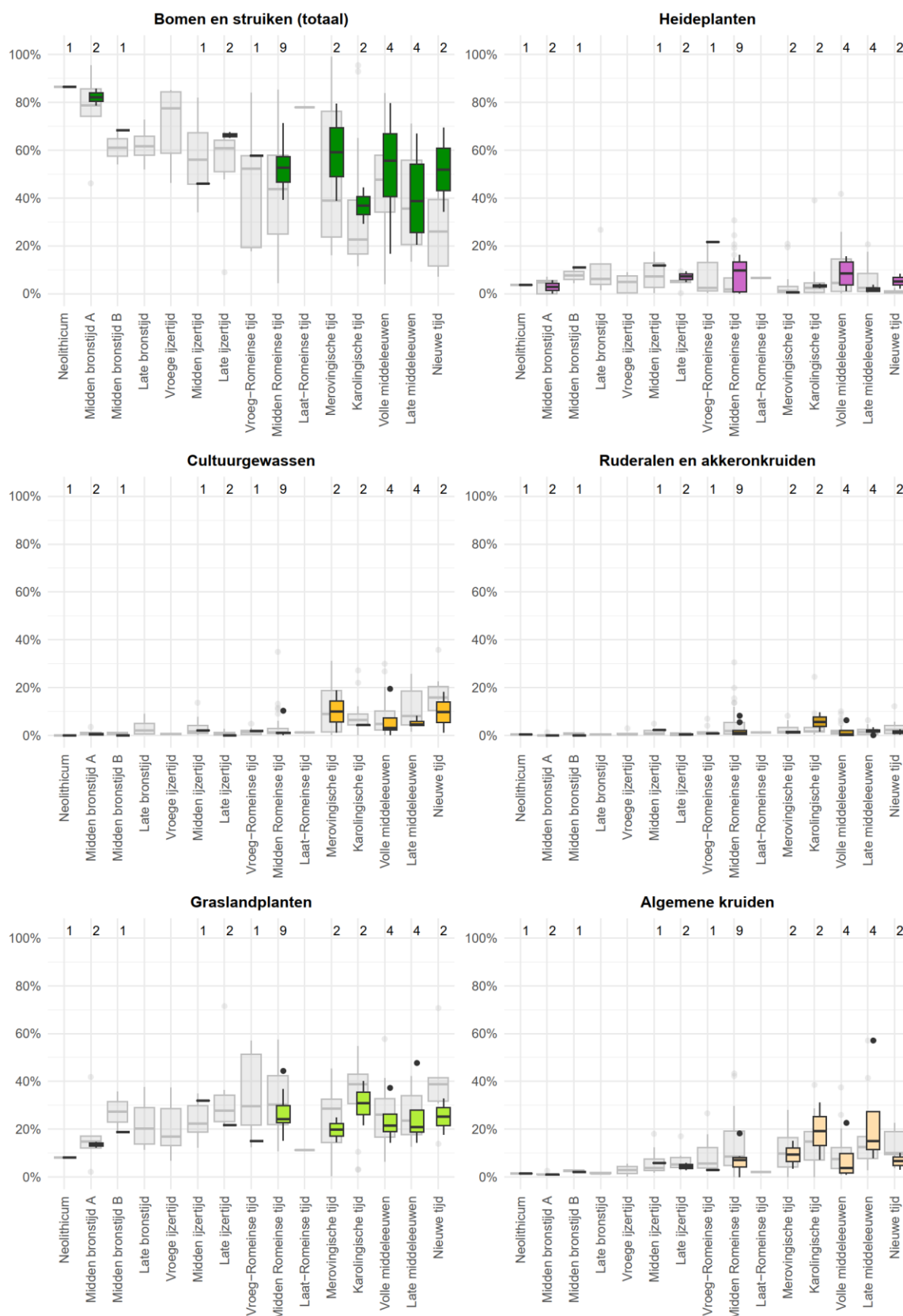
In de boxplots is te zien dat de spectra uit de **vroege en volle middeleeuwen** de algemene trend in AP binnen de Pleistocene riviervalleien volgen, namelijk een daling in de Karolingische periode, gevolgd door een stijging in de volle middeleeuwen, al liggen de waarden net als in de Romeinse tijd telkens hoger dan over het algemeen in de ecoregio. Ook de kruidengroepen volgen de algemene trends uit de ecoregio. De individuele spectra vertonen echter wel aanzienlijke variatie, met onder andere opnieuw nauwelijks heideplanten in Ruisselede (Merovingisch) en een lagere AP in Oostergem dan in Aalter (volle middeleeuwen).

Tijdens de **late middeleeuwen** zien we binnen Aalter zowel spectra met AP >50% en nauwelijks heideplanten, als spectra met 20-30% AP en iets meer heideplanten. In de spectra met weinig boompollen komen veel Poaceae (Lostraat) of Asteraceae-Liguliflorae en Brassicaceae (Woestijne) voor.

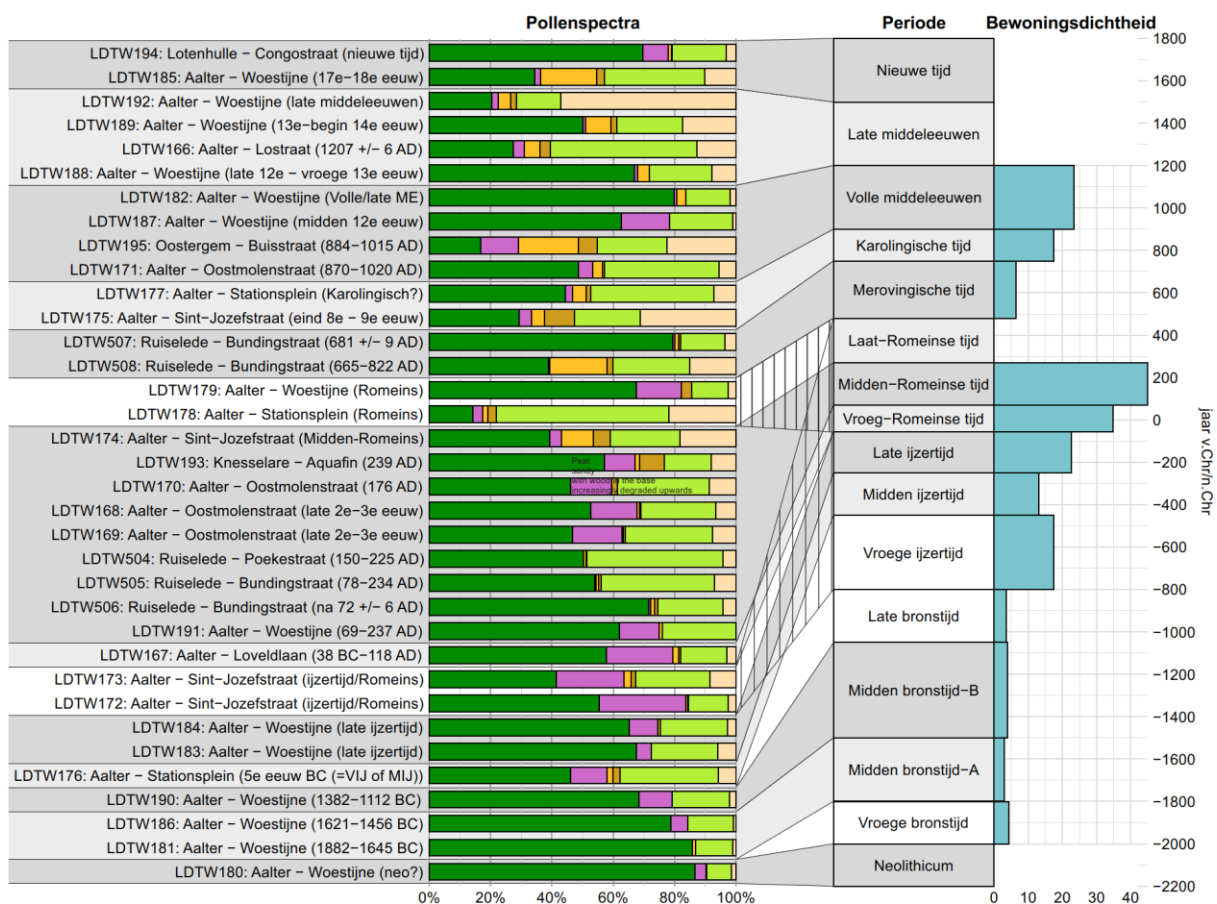
De twee spectra uit de **nieuwe tijd** zijn opnieuw zeer verschillend, met het spectrum uit Aalter Woestijne rijk aan cultuurgewassen en arm aan AP, en het spectrum uit Lotenhulle met 70% AP en bijna 10% heideplanten.

Vanaf de late ijzertijd zijn de AP-waarden in deze focusregio zo goed als altijd boven de mediaan van de Pleistocene riviervalleien. De spectra leunen dus meer aan bij de cuesta's, waar over het algemeen meer boompollen voorkomt dan in de Pleistocene riviervalleien.

Boxplots Focusregio Aalter



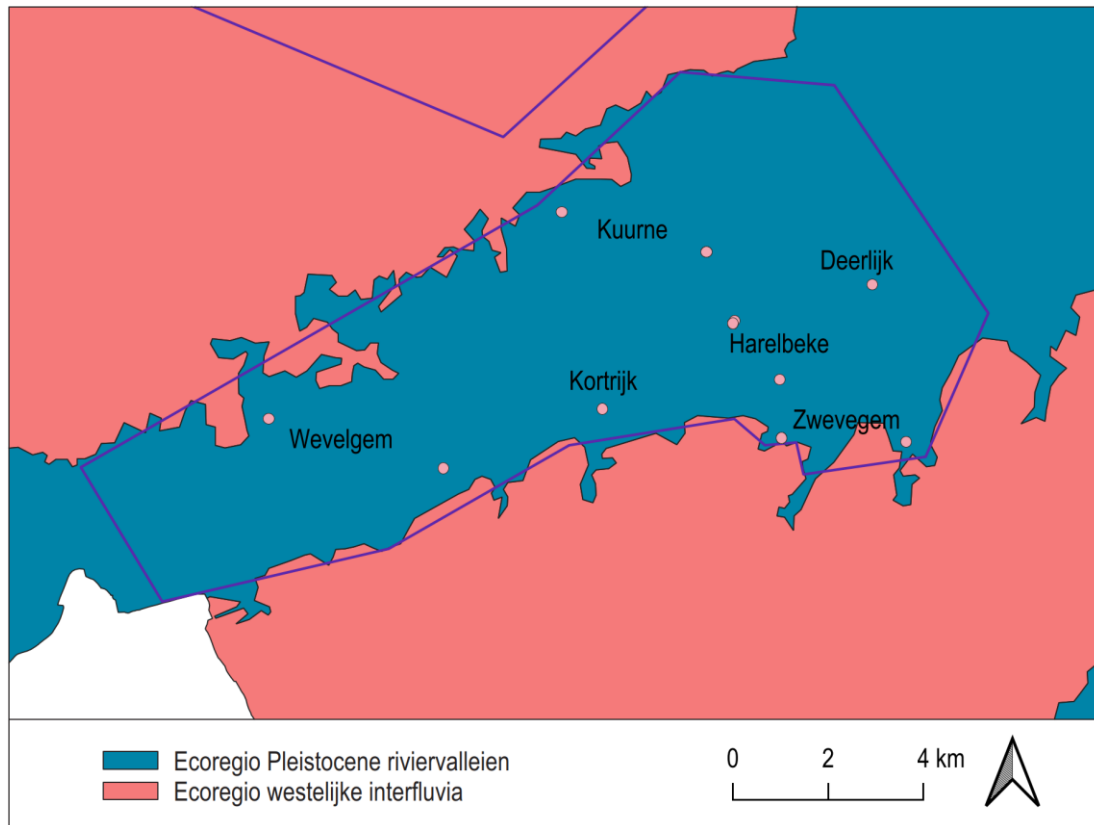
Figuur 91: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Aalter (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).



Figuur 92: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Aalter.

FOCUSREGIO KORTRIJK

De focusregio rond Kortrijk is de meest zuidelijke binnen de ecoregio Pleistocene riviervalleien en bevindt zich daar waar de Leievallei de zandleemstreek doorsnijdt. De focusregio omvat 19 spectra uit sites van Wevelgem tot Deerlijk, waarvan sommige zich centraal in de vallei bevinden (Harelbeke, Kuurne Steenovenstraat, Deerlijk) en andere dicht bij de rand (vooral Zwevegem).

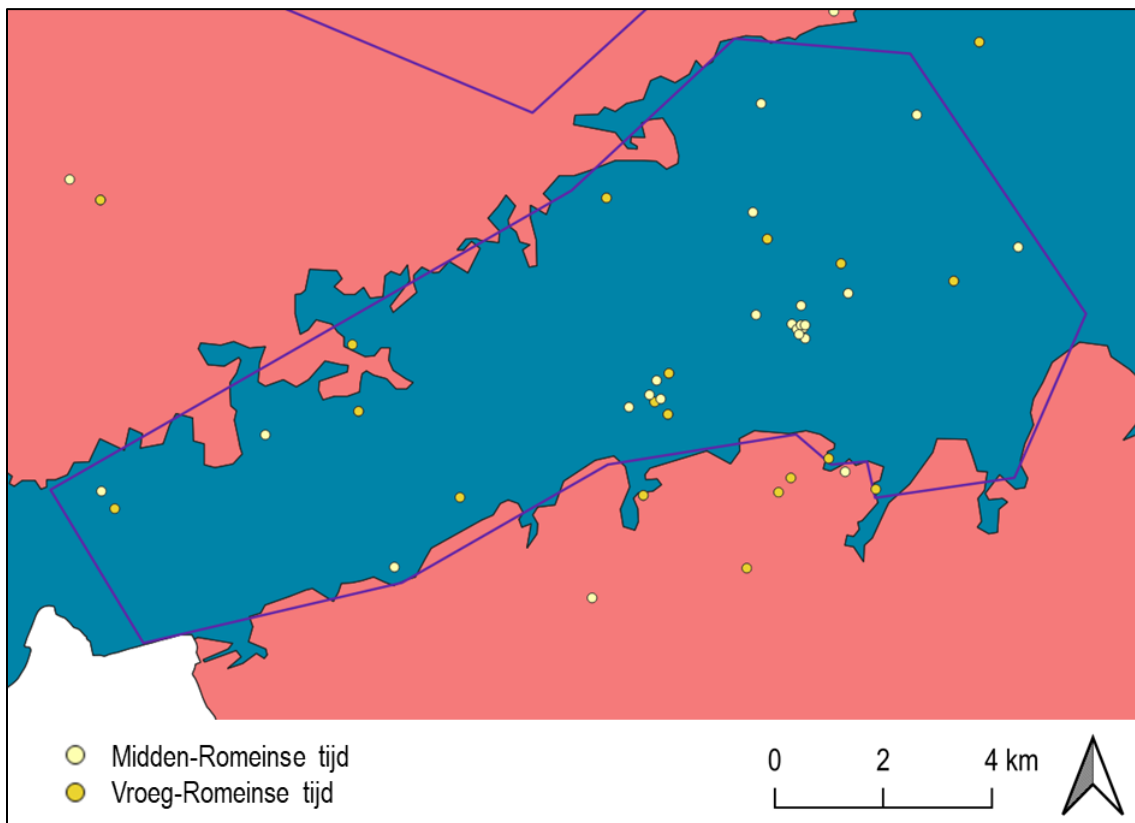


Figuur 93: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Kortrijk.

Alle ijzertijdspectra zijn afkomstig van Kuurne Steenovenstraat. Ze tonen zeer hoge AP-waarden voor de **vroege ijzertijd** (>80%), gevolgd door een scherpe daling naar 45% in de **midden-ijzertijd**. Dit wordt niet in die mate weerspiegeld in de bewoningsdichtheid, waar slechts een zeer lichte stijging te zien is.

Voor de **vroeg-Romeinse periode** zijn er spectra uit Kuurne Steenovenstraat en Zwevegem. Twee van de drie vertonen veel boompollen (65-85%), terwijl het tweede spectrum uit Kuurne ondanks de grotendeels overlappende datering slechts 20% AP bevat. Ook tijdens de **midden-Romeinse tijd** zien we ver uiteen liggende waarden voor het AP, met <10% in de oudste spectra (Wevelgem) en veel hogere waarden (meestal 40-80%) in de daaropvolgende spectra, die allemaal uit Stasegem (Harelbeke), Zwevegem of Deerlijk afkomstig zijn. Deze laatste spectra bevatten meestal ook enkele procenten heideplanten. Enkele spectra met wat lagere AP-waarden (ca. 30-40%) bevatten hoge waarden voor Cerealia type of ruderalen (Urticaceae).

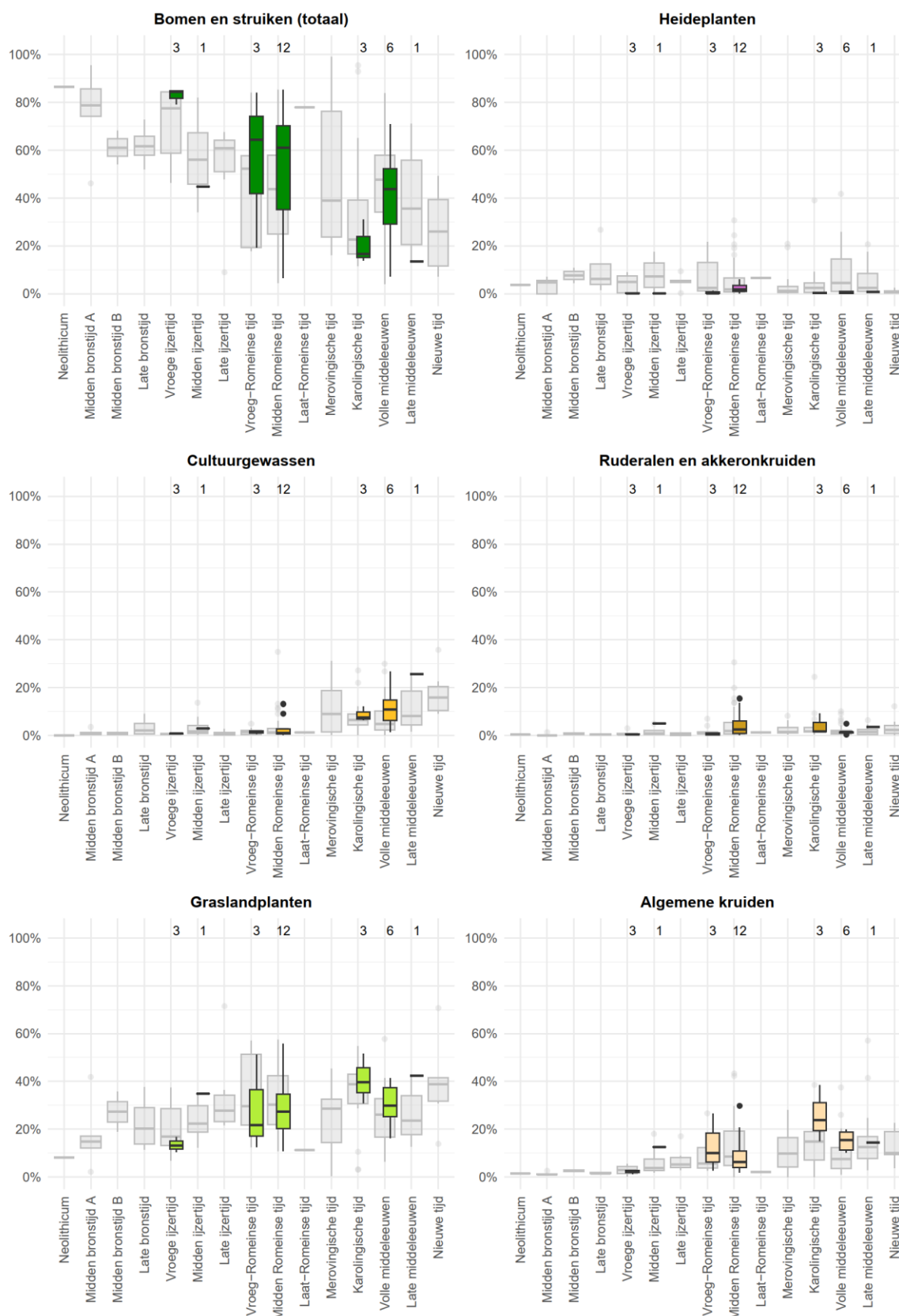
Over het algemeen zijn de AP-waarden voor deze focusregio in de Romeinse periode hoger dan in de rest van de ecoregio. Het lijkt erop dat er zich tijdens de midden-Romeinse periode een contrast in vegetatie aftekende tussen de regio ten zuidwesten van Kortrijk (Wevelgem), met overwegend cultuurlandschap, en de regio ten noordoosten van Kortrijk, met nog flink wat bos en in mindere mate heide. De hogere bewoningsdichtheid in de Romeinse periode (Figuur 95) situeert zich nochtans vooral rond Kortrijk en Harelbeke (Figuur 94). De palynologische en archeologische data spreken elkaar hier dus tegen.



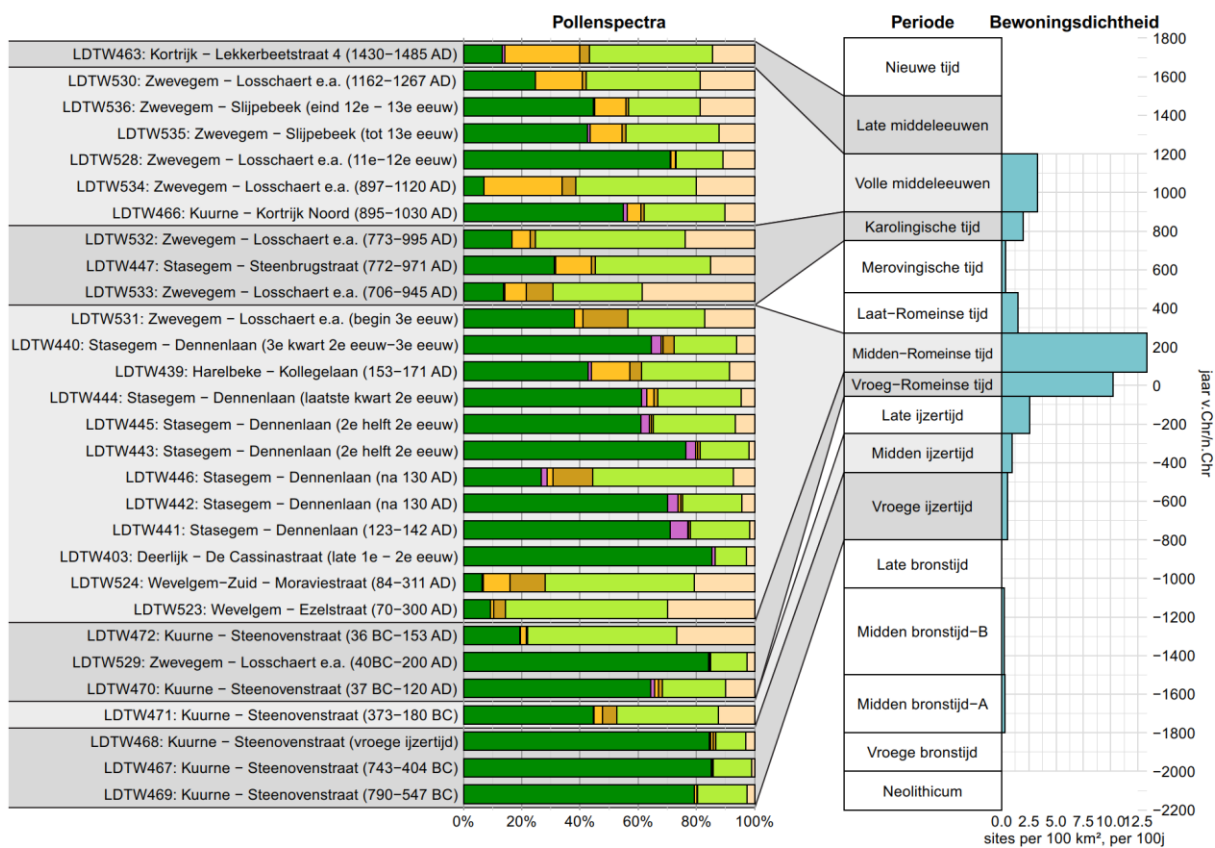
Figuur 94: Locatie van sites met bewoning tijdens de vroeg- en midden-Romeinse tijd binnen de focusregio Kortrijk.

Tijdens de **middeleeuwen** liggen de AP-waarden – in tegenstelling tot de Romeinse periode – lager dan over het algemeen in de ecoregio van de Pleistocene riviervalleien. Ze volgen wel dezelfde trend, namelijk van lage AP-waarden in de **Karolingische periode** (hier ca. 15-30%) naar hogere waarden in de **volle middeleeuwen** (hier meestal >40%, met twee uitzonderingen in Zwevegem Losschaert. Cultuurgewassen zijn in deze ecoregio sterk vertegenwoordigd tijdens de middeleeuwen. Het **laatmiddeleeuwse** spectrum uit Kortrijk lijkt sterk op deze laatste twee spectra uit Zwevegem, met zeer lage AP-waarden (13%) en zeer veel cultuurgewassen (26%).

Boxplots Focusregio Kortrijk



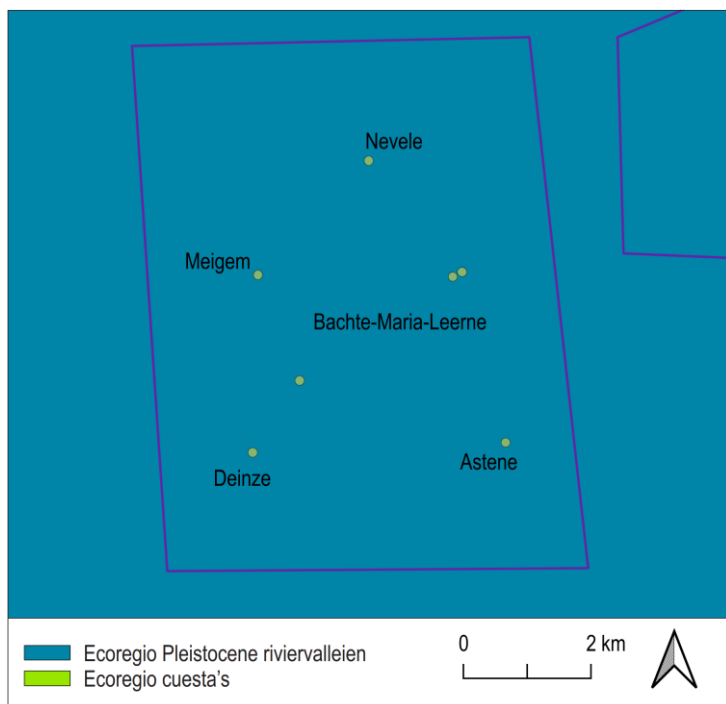
Figuur 95: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Kortrijk (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).



Figuur 96: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Kortrijk.

FOCUSREGIO DEINZE

Focusregio Deinze omvat 12 spectra in de omgeving van de Leievallei in en ten noorden van Deinze.



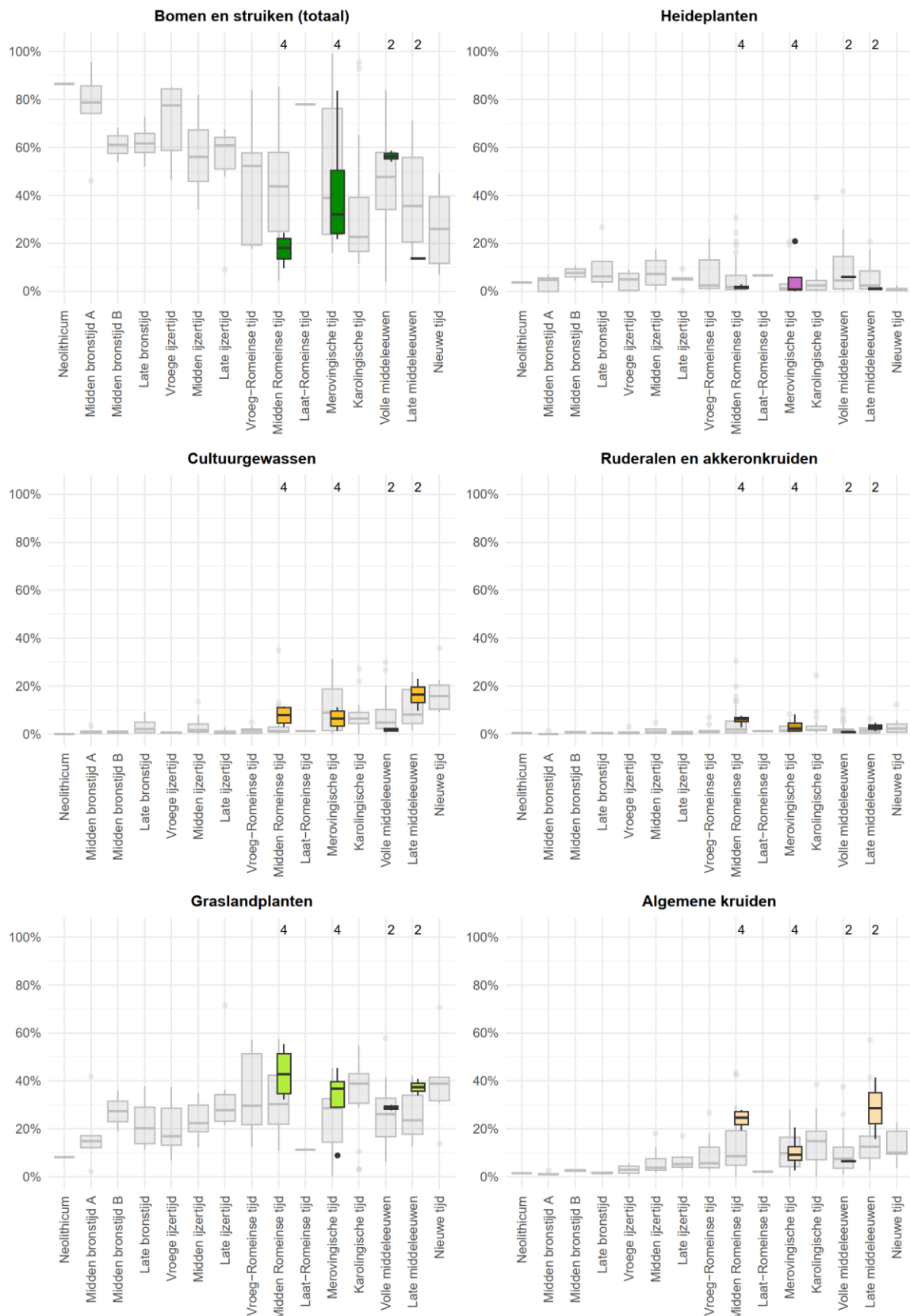
Figuur 97: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Deinze.

De **midden-Romeinse** spectra uit Meigem en Bachte-Maria-Leerne vertonen allemaal lage AP-waarden (<25%) en hoge waarden voor graslandplanten en/of cultuurgewassen en ruderalen. De vegetatie is hier meer open dan over het algemeen in de ecoregio. Uit de grafiek van de bewoningsdichtheid lezen we af dat er tijdens deze periode wel wat sites met bewoningssporen gevonden zijn in de focusregio.

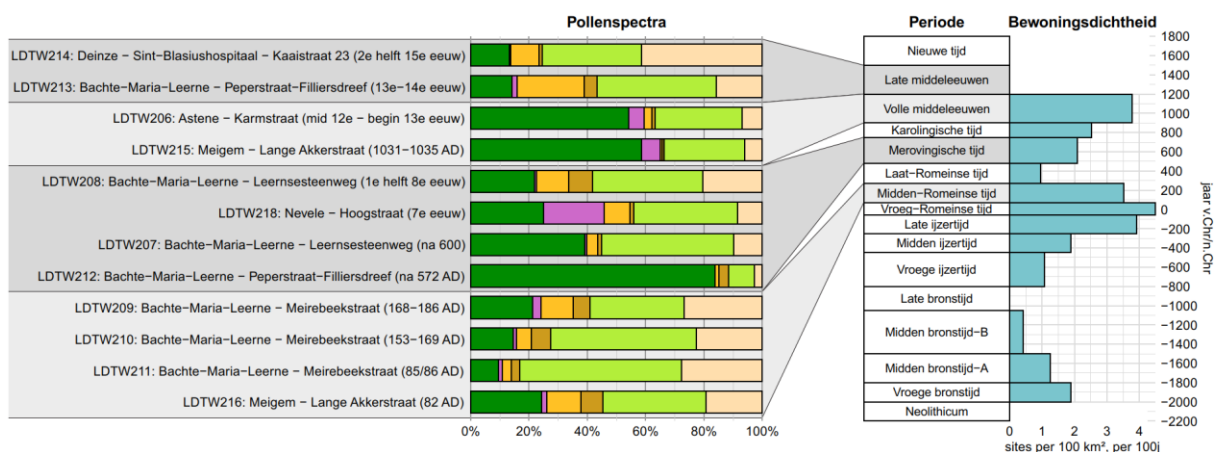
Bij het begin van de **Merovingische periode** vinden we een spectrum met veel hoger AP terug in Bachte-Maria-Leerne. In de latere vroegmiddeleeuwse spectra zien we vervolgens een afname van AP. Het spectrum uit Nevele wordt gekenmerkt door een hoge waarde voor heideplanten (21%). Dit sluit meer aan bij de gelijktijdige spectra uit de regio rond Aalter.

De **volmiddeleeuwse** stalen uit Meigem en Astene vertonen zeer gelijkaardige spectra, met ruim 50% AP en ruim 5% heideplanten. De **laatmiddeleeuwse** spectra staan hiermee in sterk contrast, met ca. 15% AP en veel cultuurgewassen. Hiermee volgt deze focusregio de trend van stijgend AP in de volle middeleeuwen, gevolgd door een daling in de late middeleeuwen in de ecoregio van de Pleistocene valleien.

Boxplots Focusregio Deinze



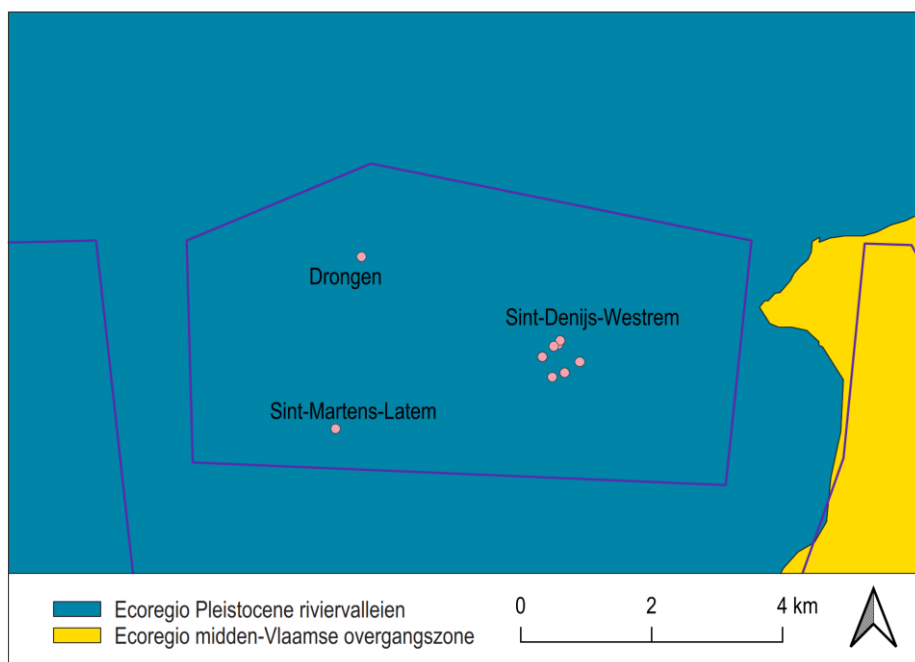
Figuur 98: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Deinze (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).



Figuur 99: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Deinze.

FOCUSREGIO SINT-DENIJS-WESTREM

In Sint-Denijs-Westrem is veel archeologisch onderzoek gedaan bij de ontwikkeling van The Loop (24 spectra). Eén spectrum uit Drongen en één uit Sint-Martens-Latem worden mee opgenomen in de focusregio, wat een totaal geeft van 26 spectra.



Figuur 100: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Sint-Denijs-Westrem.

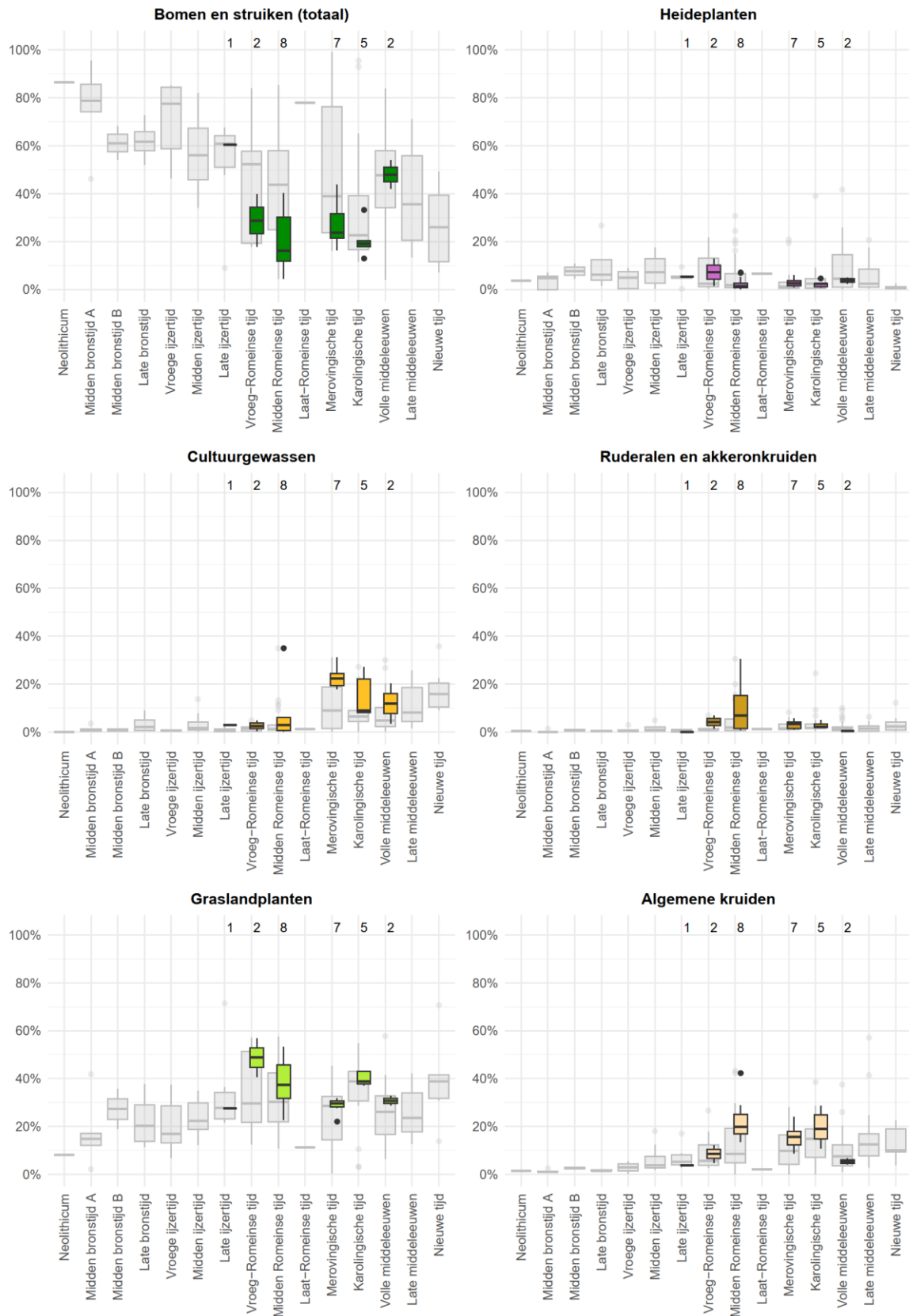
Het spectrum uit de **late ijzertijd** sluit goed aan bij gelijktijdige spectra uit de ecoregio (mediaan 60% AP en enkele procenten heideplanten; nauwelijks cultuurgewassen). In de **vroeg-Romeinse** periode zien we een terugval in AP. In The Loop is dit voornamelijk ten voordele van graslandplanten en ruderalen, terwijl het spectrum uit Sint-Martens-Latem ook veel heideplanten bevat (13%). Tijdens de **midden-Romeinse** tijd blijven de AP-waarden laag tot zeer laag, dalend van 32% naar <10%. In sommige sporen komen veel ruderalen en algemene kruiden voor (The Loop zone 1 en zone 5), in andere gaat het vooral om graslandplanten en heideplanten (Flanders Expo Wegkoffer veld 12-oost). In het staal uit Drongen vinden we zeer veel

cultuurgewassen terug. Het gaat om 35% Cerealia type. Dergelijke hoge waarden zijn potentieel een gevolg van heel lokale factoren (vb. input van mest of dorsafval).

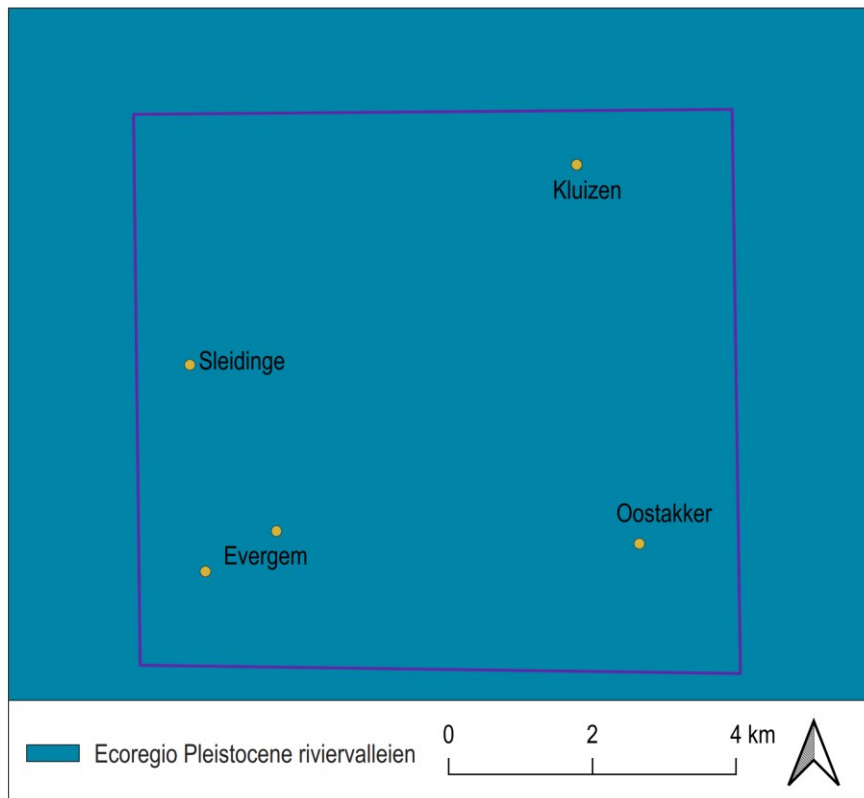
De **Merovingische** spectra, die allemaal afkomstig zijn uit The Loop zone 2, kennen AP-waarden tussen ca. 20% en 40%, met één uitzondering van 55%. Heideplanten zijn steeds aanwezig. Cultuurgewassen zijn meestal schaars, behalve in de waterput uit 667 n. Chr. (21%, waarvan 9% *Secale cereale*). Voor de **Karolingische periode** zijn er spectra uit The Loop zone 2 en zone. Deze liggen in dezelfde lijn als de Merovingische spectra, met AP-waarden tussen ca. 20% en 40%. In beide deelperiodes van de vroege middeleeuwen liggen de AP-waarden onder de mediaan voor de volledige ecoregio.

De spectra uit de **volle middeleeuwen** bevatten opnieuw veel meer boompollen (>50%) en sluiten daarmee nauw aan bij de rest van de ecoregio.

Boxplots Focusregio Sint-Denijs-Westrem



Figuur 101: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Sint-Denijs-Westrem (kleur), tegenover de eco regio Pleistocene riviervalleien (grijs).



Figuur 103: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Evergem.

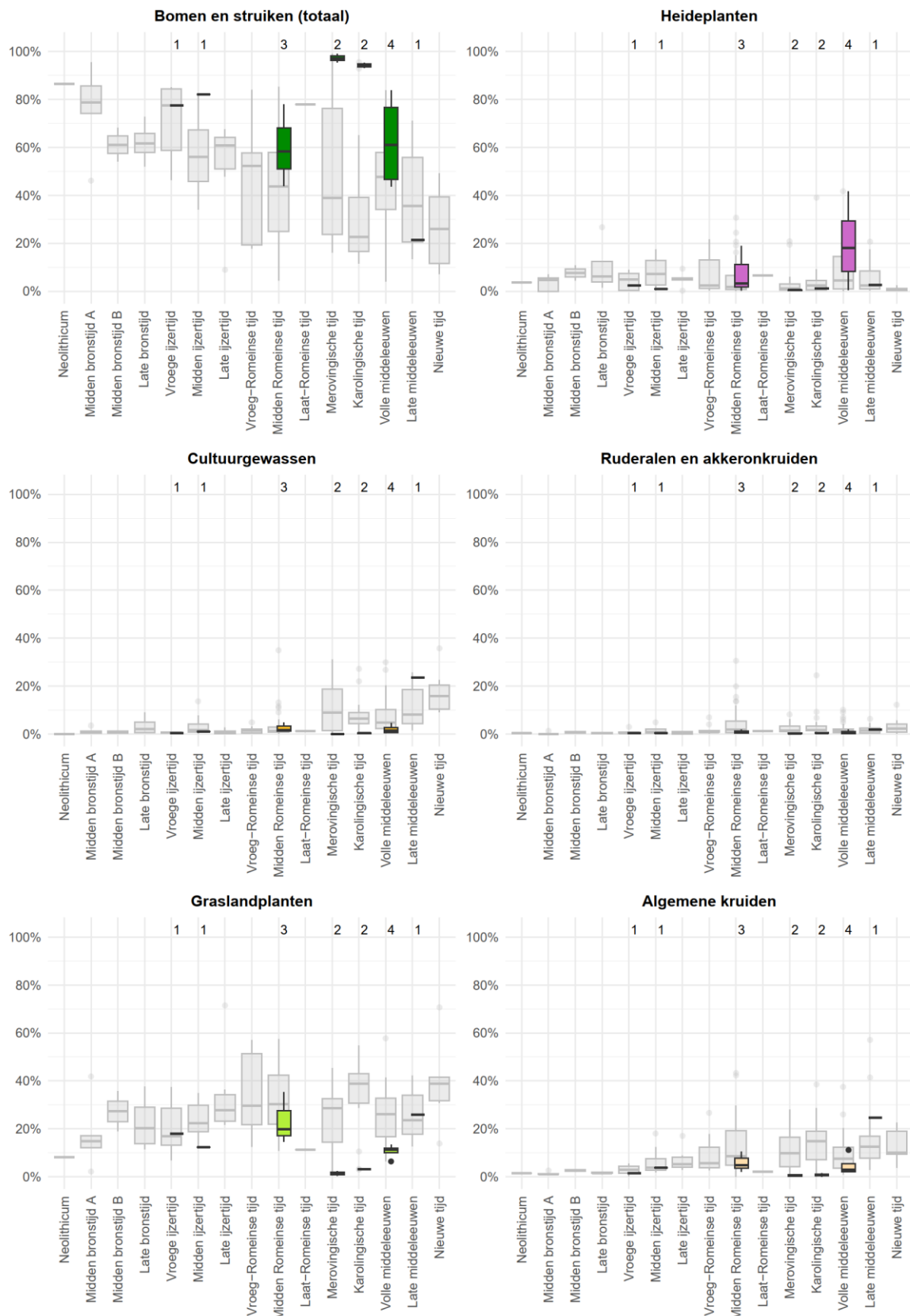
Beide spectra uit de **ijzertijd** tonen een zeer hoog AP (ca. 80%), met daarnaast vooral graslandplanten en weinig heideplanten. De **midden-Romeinse** spectra verschillen onderling, waarbij het ene qua AP-percentage nauw aansluit bij de ijzertijdspectra en het andere eerder bij de overige Romeinse spectra, met ca. 50% AP en meer heideplanten. Alle AP-waarden voor de ijzertijd en de midden-Romeinse tijd liggen op of boven de mediaan van de Pleistocene riviervalleien, wat erop wijst dat deze regio vóór de middeleeuwen sterker bebost was dan elders in de ecoregio.

Zowel de **Merovingische** als de **Karolingische** spectra van Kluizen bevatten ruim 90% boompollen, wat wijst op een zeer dichte bebossing. Drie van de vier spectra bevatten bovendien opvallend veel *Fagus* en *Ilex* (vooral LDTW242), taxa die wijzen op laat-succesie bos. Deze vier spectra vertegenwoordigen de vegetatie van een dicht en oud bos, ver van alle bewoning en zijn dus niet te vergelijken met on-site pollenspectra (Deforce et al., 2020).

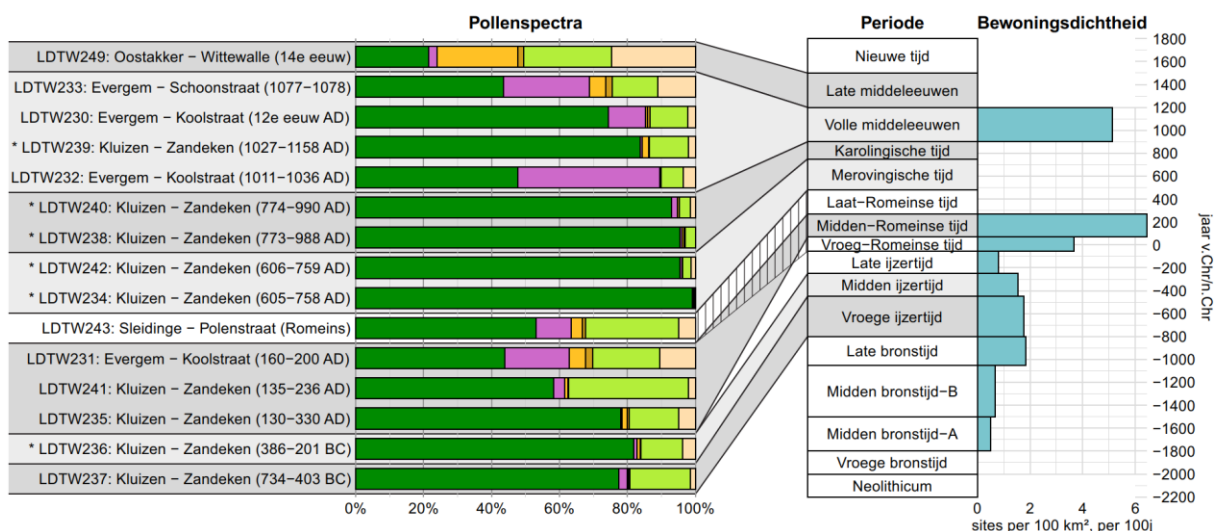
Van de vier **volmiddeleeuwse** spectra is er opnieuw één uit Kluizen, die uit de hogere vulling van een oudere waterput komt en dus een off-site locatie vertegenwoordigt. Hier is het AP nog steeds zeer hoog (ca. 85%). De overige volmiddeleeuwse spectra zijn afkomstig uit Evergem en variëren tussen 44 en 74% AP en hebben ook hoge percentages heideplanten gemeenschappelijk (11-42%). Dit wijst op meer bos en heide dan over het algemeen in de volle middeleeuwen in de Pleistocene riviervalleien, niet alleen in Kluizen, maar ook rondom de bewoning in Evergem.

Het **laatmiddeleeuwse** spectrum uit Oostakker contrasteert sterk met de volmiddeleeuwse spectra. Het bevat 21% boompollen, 24% cultuurgewassen (incl. 12% Cannabaceae en 6% Secale cereale) en weinig heideplanten. Dergelijke hoge percentages van cultuurgewassen wijzen mogelijk op een afwijkende tafonomie van de opvulling van het spoor.

Boxplots Focusregio Evergem



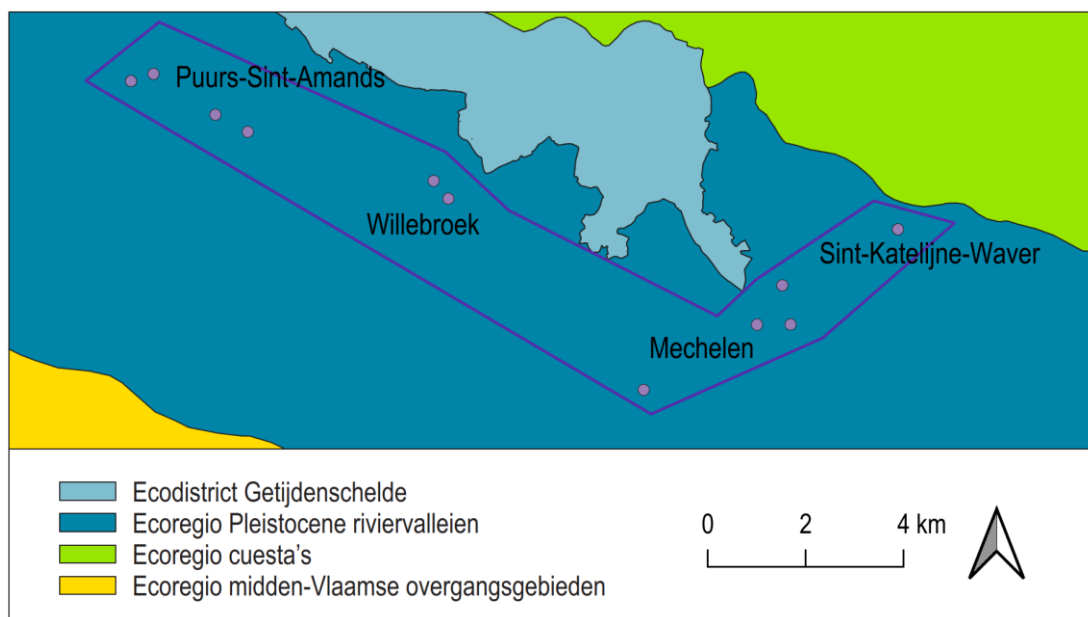
Figuur 104: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Evergem (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).



Figuur 105: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Evergem.

FOCUSREGIO MECHELEN-PUURS

De focusregio Mechelen-Puurs ligt ten zuiden van de Rupel en de Nete en loopt deels parallel met de meest oostelijke arm van het ecodistrict 'Getijdenschelde'. Het omvat 19 spectra, van de late bronstijd tot en met de nieuwe tijd.



Figuur 106: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Mechelen-Puurs.

Het spectrum uit de **late bronstijd** in Puurs bevat 63% AP en 8% heideplanten. Dit zijn vrij gewone waarden voor deze periode in de ecoregio Pleistocene riviervalleien.

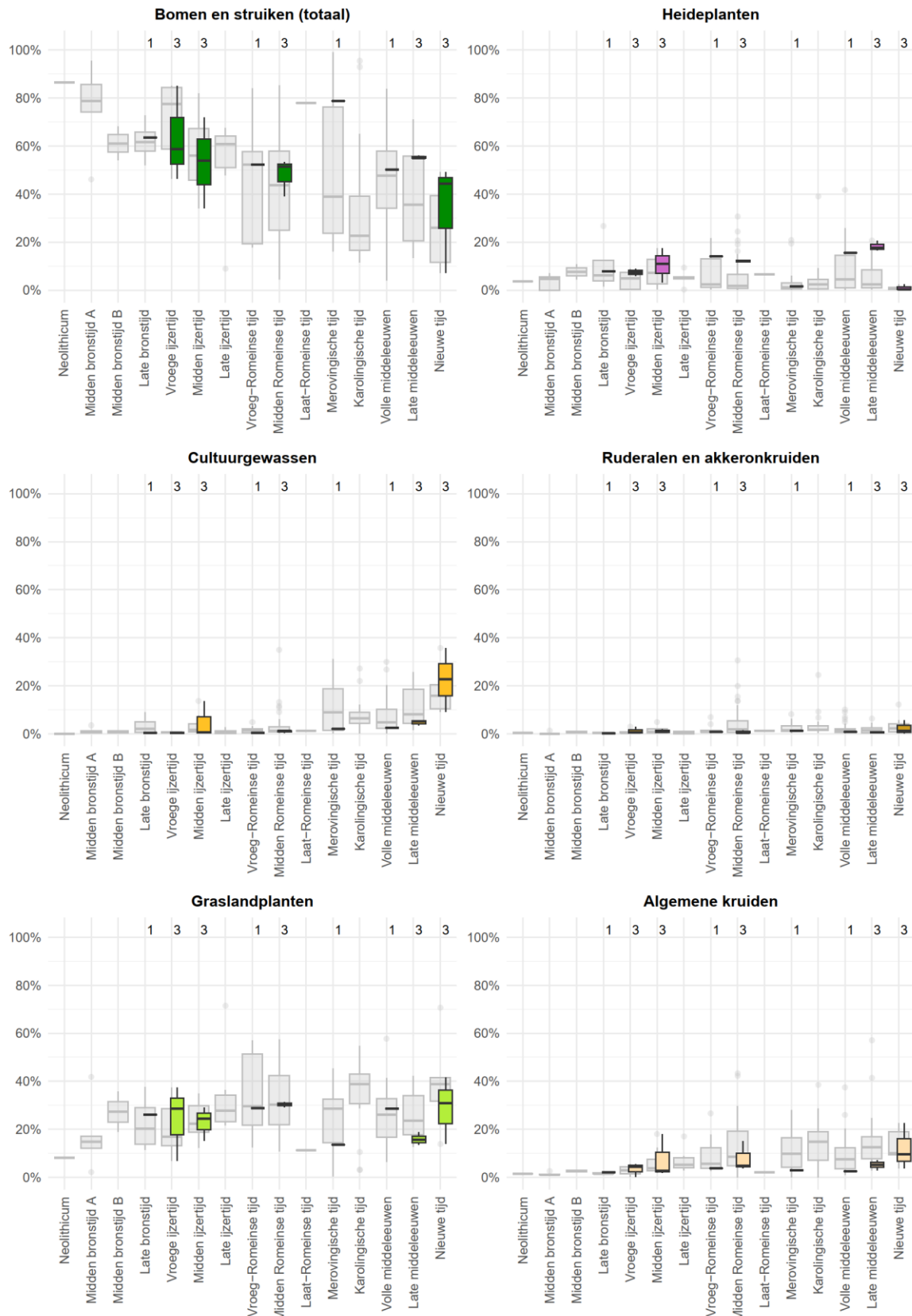
Voor de **vroege en midden-ijzertijd** hebben we data uit de beide uithoeken van de ecoregio: Puurs en Sint-Katelijne-Waver. De spectra uit Puurs vertonen een daling van ca. 85% AP in de vroege ijzertijd naar 34% AP in de midden-ijzertijd. Dit laatste staal bevat ook 14% cultuurgewassen. In Sint-Katelijne-Waver zien we een omgekeerde evolutie, van 46% naar 72% AP. Heideplanten zijn steeds goed vertegenwoordigd. Over het algemeen liggen de AP-waarden in deze focusregio tijdens de ijzertijd iets lager dan in de rest van de ecoregio.

De spectra uit de **vroeg- en midden Romeinse periode** uit Willebroek en Liezele (Puurs-Sint-Amands) kennen een vrij stabiele samenstelling met iets meer dan 50% AP (40% in het staal dat tussen 168 en 300 n.Chr. dateert). Het percentage heideplanten is steeds hoog (11-14%) en cultuurgewassen zijn zo goed als afwezig.

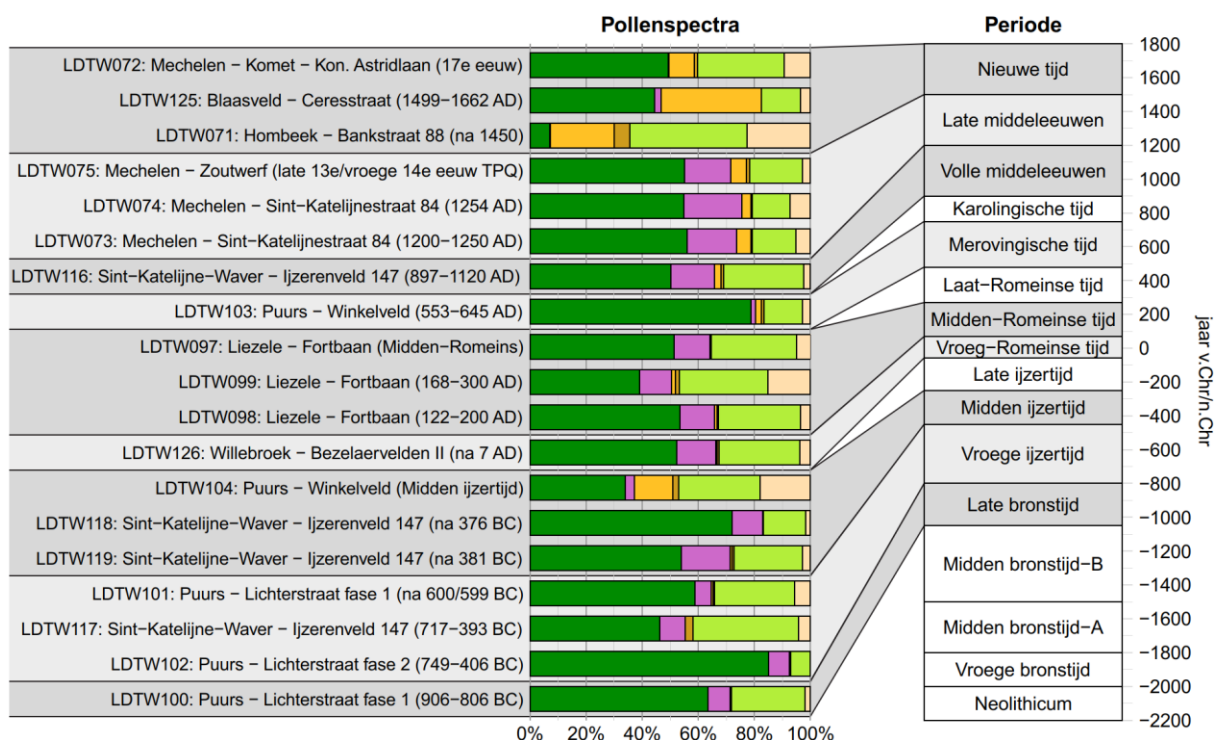
Het **Merovingische** spectrum uit Puurs verschilt van de voorgaande, met bijna 80% AP en nauwelijks heideplanten. Het **volmiddeleeuwse** spectrum uit Sint-Katelijne-Waver en de **laatmiddeleeuwse** spectra uit Mechelen lijken qua samenstelling goed op deze uit de Romeinse periode, met 50-55% AP en veel heideplanten (15-20%). Cultuurgewassen bereiken nu wel enkele procenten. Vooral voor de late middeleeuwen liggen de waarden voor AP en heideplanten een stuk hoger dan over het algemeen in de ecoregio.

In de **nieuwe tijd** bedraagt het AP slechts 7% in de 2e helft van de 15e eeuw in Hombeek (Mechelen), waarna het wederom sterk toeneemt naar AP-waarden van 45-50% in de 16e-17e eeuw in Blaasveld (Willebroek) en Mechelen. Heideplanten zijn dan weer quasi volledig verdwenen, terwijl cultuurgewassen een (zeer) groot aandeel van de pollenspectra vormen. Dit zijn mogelijk zeer lokale fenomenen, aangezien ze gebaseerd zijn op weinig datapunten.

Boxplots Focusregio Mechelen – Puurs



Figuur 107: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Mechelen-Puurs (kleur), tegenover de ecoregio Pleistocene riviervalleien (grijs).

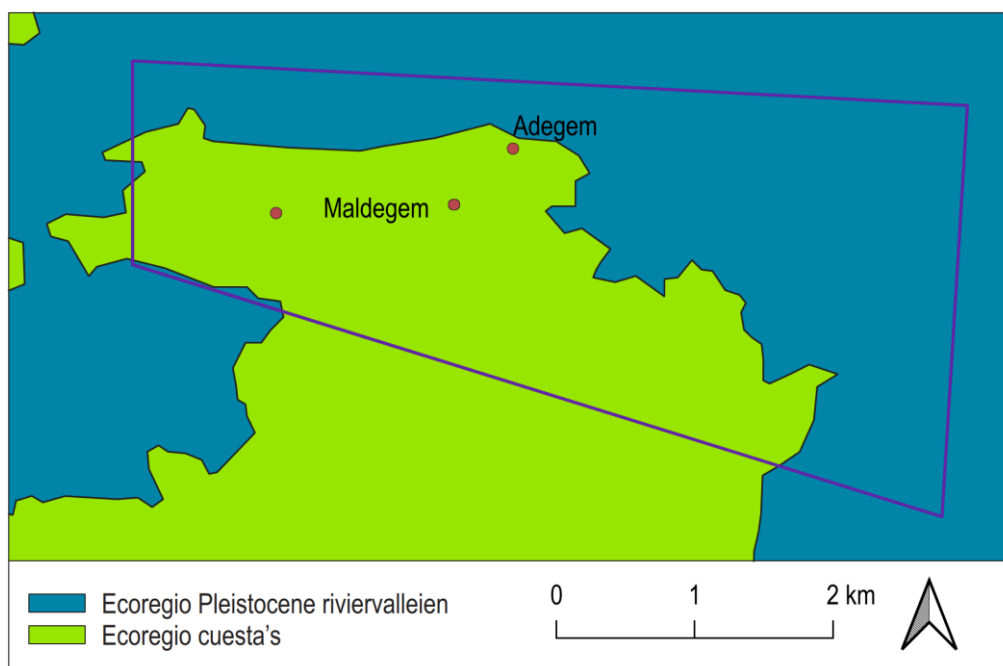


Figuur 108: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Mechelen-Puurs.

4.1.4.2 Zandstreek – Ecoregio cuesta's

FOCUSREGIO MALDEGEM

In deze focusregio zijn de meeste van de 30 spectra afkomstig van één site (Maldegem Ringbaan). Alle drie de sites bevinden zich aan de noordrand van de ecoregio 'cuesta's', net ten zuiden van de ecoregio Pleistocene riviervalleien.



Figuur 109: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Maldegem.

Het staal uit de **late bronstijd** in Adegem bevat 55% boompollen, hetgeen eerder laag is voor deze periode in beide ecoregio's. Het percentage pollen van heideplanten is juist relatief hoog (13%).

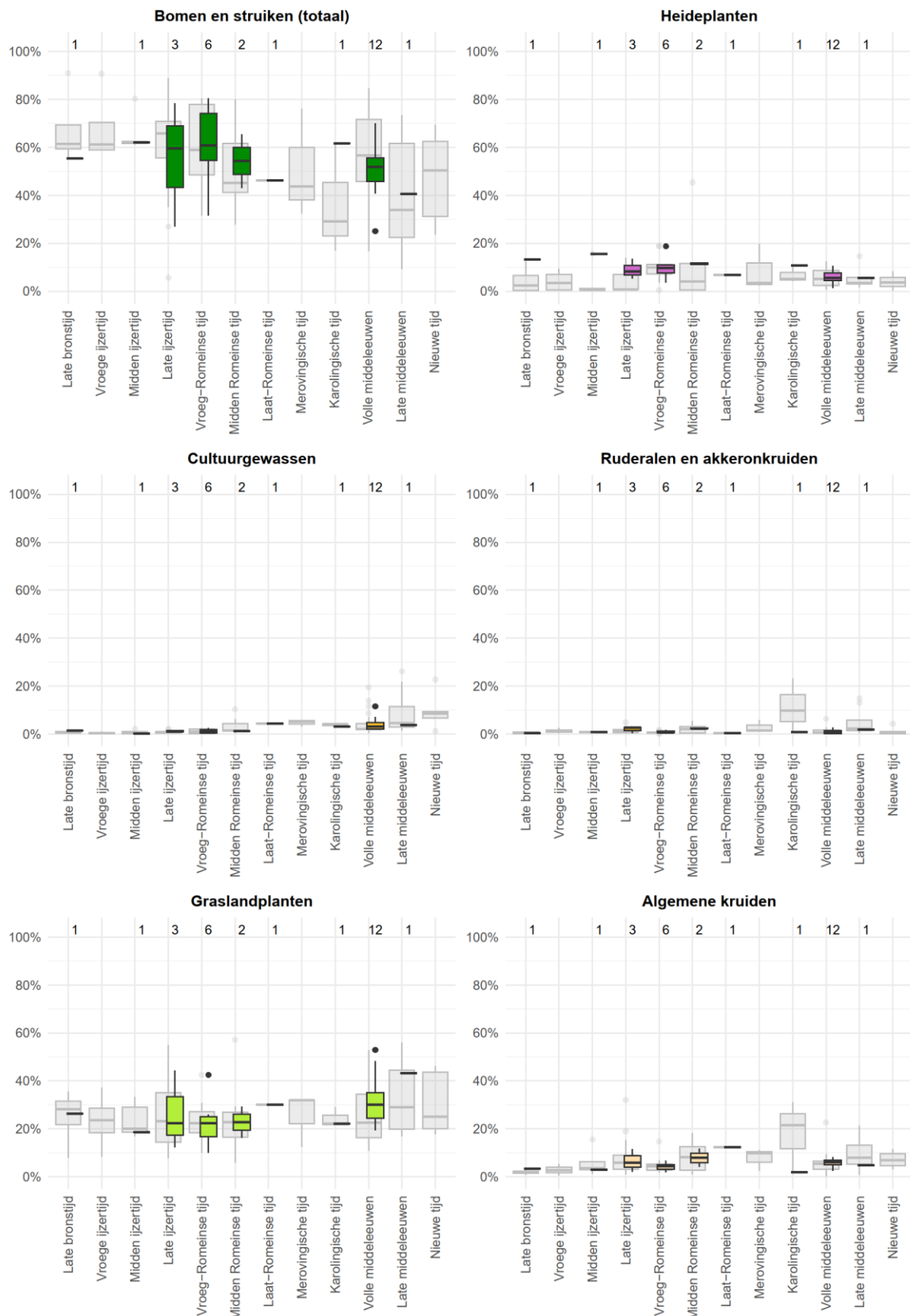
De stalen uit de **ijzertijd** vertonen meestal iets hogere AP-waarden (60% en hoger, wat overeenkomt met het algemene beeld voor de ecoregio), behalve het staal op de overgang van late ijzertijd naar de vroeg-Romeinse tijd, dat slechts 27% AP bevat en een outlier vormt binnen de ecoregio van de cuesta's. De percentages voor heideplanten zijn steeds vrij hoog – hoger dan elders in de ecoregio.

In de **vroeg-Romeinse tijd** bedraagt het AP meestal >50%, uitgezonderd in Adegem (32% AP). De Romeinse AP-waarden sluiten goed aan bij de waarden uit de volledige ecoregio, met licht dalende mediaan, van ca. 60% in de vroeg-Romeinse tijd naar ca. 55% in de **midden-Romeinse tijd** en net onder de 50% in de **laat-Romeinse tijd**. Net als in de voorgaande periodes, is pollen van heideplanten nog altijd duidelijk aanwezig.

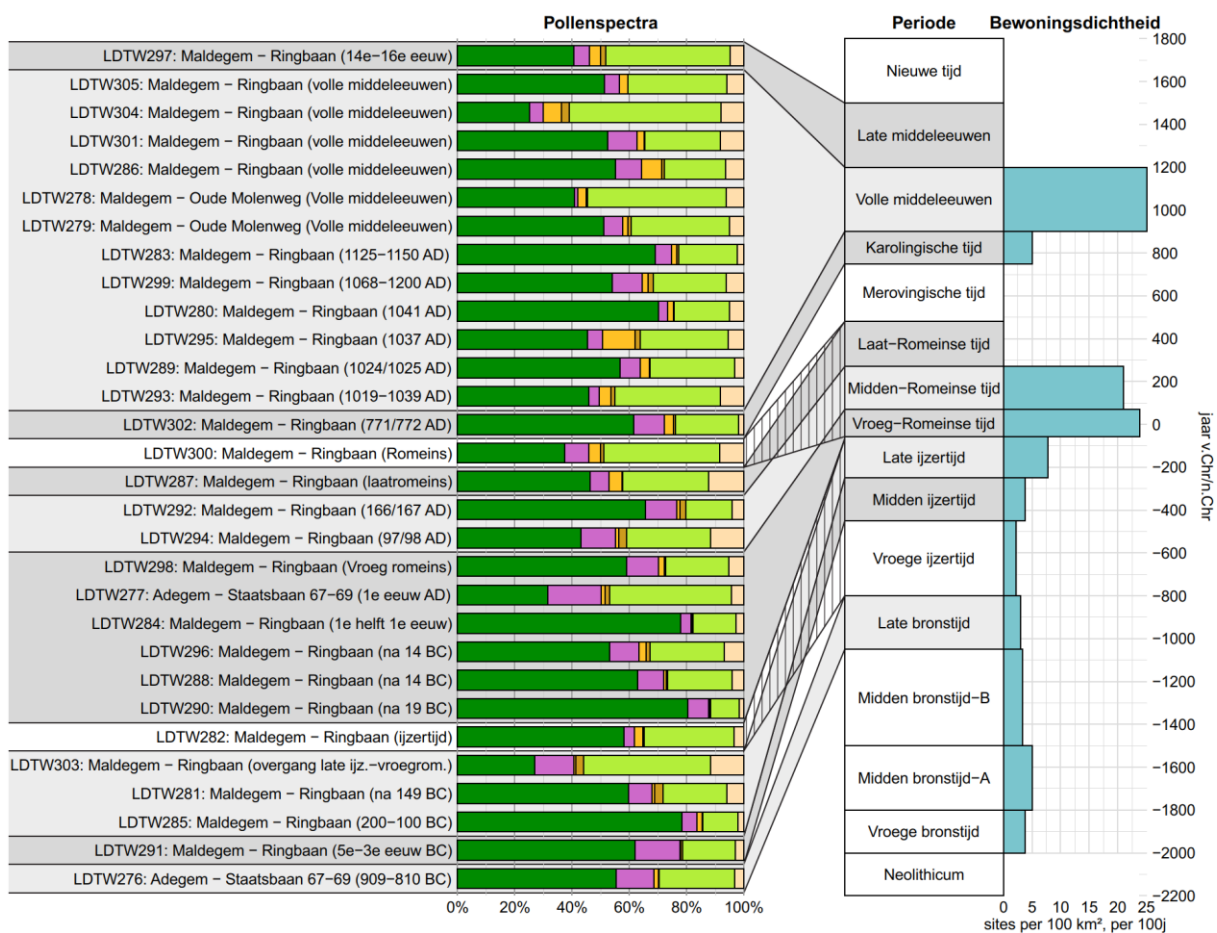
De vroege middeleeuwen zijn slechts vertegenwoordigd door één staal uit het begin van de **Karolingische** periode. Dit spectrum sluit goed aan bij de mediaan van de vroeg-Romeinse spectra uit Maldegem, met een AP van ruim 60% en opnieuw veel heideplanten.

De **volle middeleeuwen** zijn hier goed vertegenwoordigd en tonen meestal AP-waarden boven 40%, uitgezonderd één staal (LDTW304) met ca. 25% AP. Enkele stalen uit de volle middeleeuwen bevatten meer dan 5% cultuurgewassen. Het staal uit de **late middeleeuwen** lijkt qua samenstelling goed op de stalen met iets lager AP uit de volle middeleeuwen.

Boxplots Focusregio Maldegem



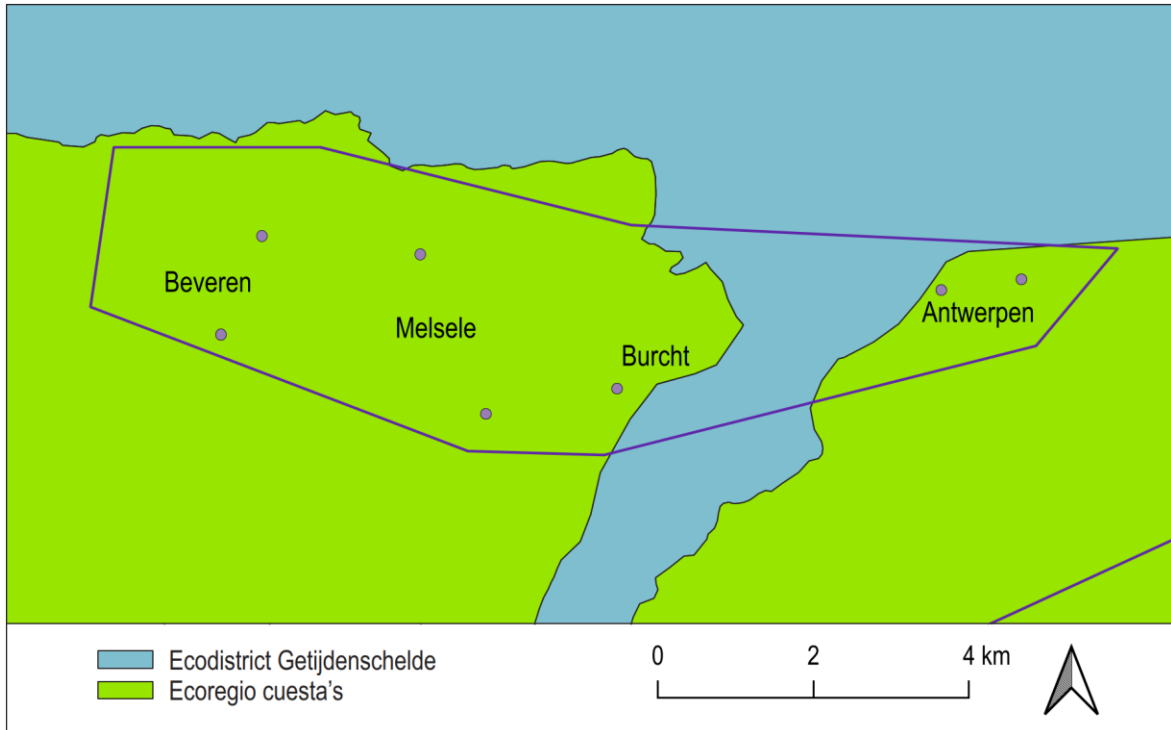
Figuur 110: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Maldegem (kleur), tegenover de ecoregio Cuesta's (grijs).



Figuur 111: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Maldegem.

FOCUSREGIO ANTWERPEN

Deze focusregio omvat 12 spectra uit sites op de noordrand van de cuesta, waar deze bij Antwerpen door de Schelde wordt doorsneden. De regio loopt van Beveren (Beveren-Kruikeke-Zwijndrecht) in het westen tot Antwerpen in het oosten, net ten zuiden van de polders van het ecodistrict van de Getijdenschelde.



Figuur 112: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Antwerpen.

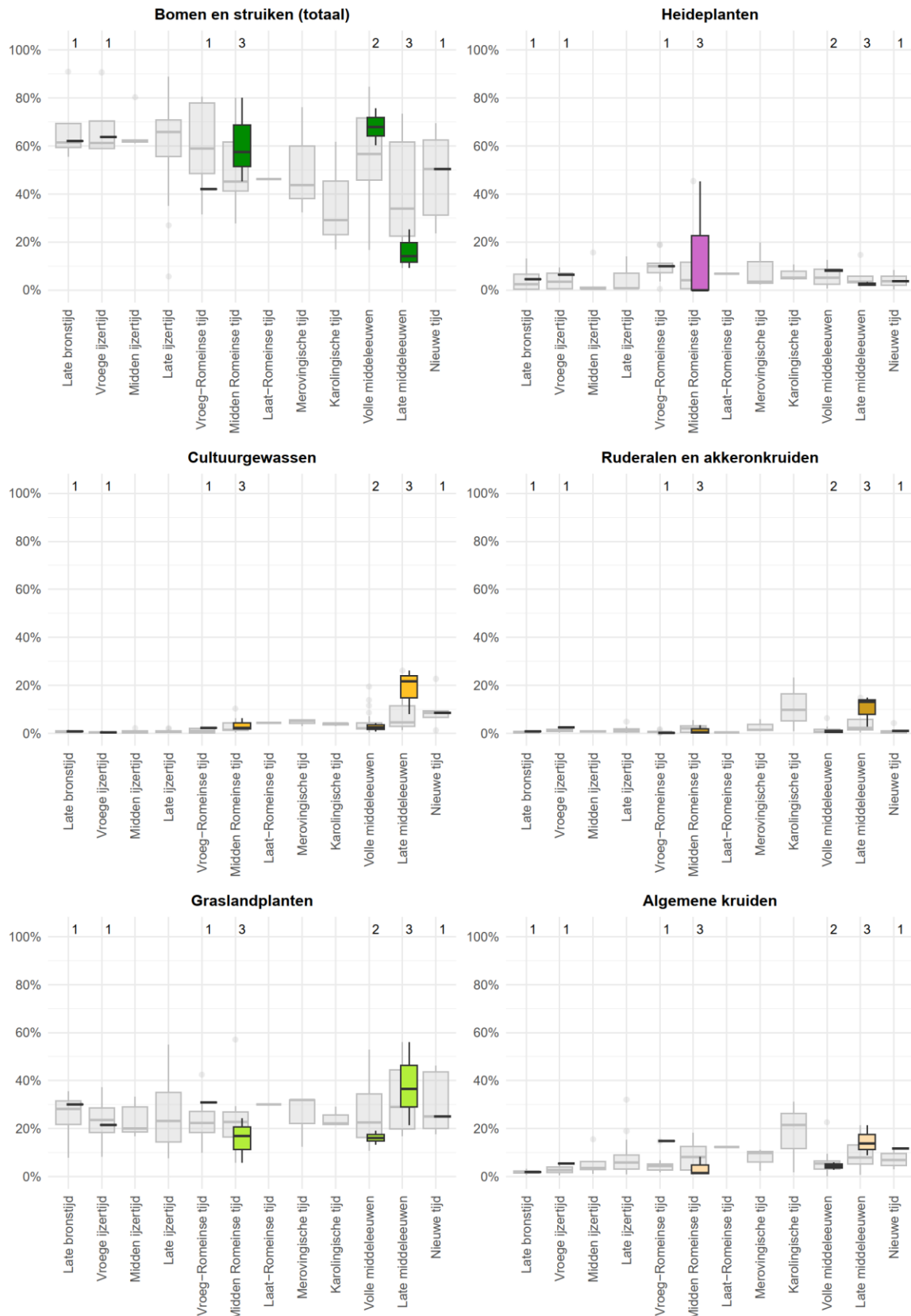
De spectra uit de **late bronstijd** en **vroege ijzertijd** in Beveren zijn onderling zeer vergelijkbaar, met ruim 60% boompollen en 4-6% heidepollen.

Het staal uit de **vroeg-Romeinse tijd** uit Melsele bevat 42% boompollen en vrij veel heideplanten en algemene kruiden (10% Dipsacaceae). Het **midden-Romeinse** spectrum uit diezelfde site bevat ongeveer evenveel boompollen, maar veel meer pollen van heideplanten (45%). De andere midden-Romeinse spectra, uit Brucht, bevatten ca. 60-80% AP en helemaal geen heideplanten. Hier zien we dus grote regionale verschillen op korte afstand. Dit is gebaseerd op zeer weinig verschillende datapunten en dus mogelijk een gevolg van zeer lokale factoren of tafonomische processen.

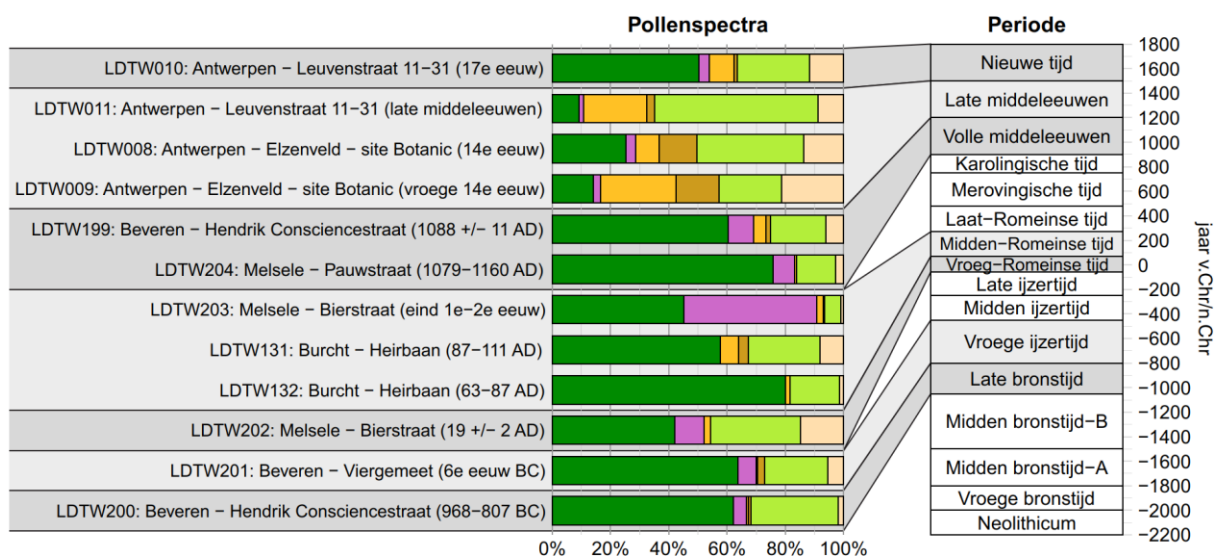
De **volmiddeleeuwse** stalen uit Melsele en Beveren bevatten ca. 60-75% AP, hetgeen vrij hoog is voor deze periode in vergelijking met andere spectra uit de cuesta's. Heideplanten komen hier nog steeds frequent voor. De spectra uit de **late middeleeuwen** contrasteren sterk met deze uit de volle middeleeuwen in Antwerpen: het AP daalt drastisch naar ca. 10-25%, cultuurgewassen (incl. Cannabaceae en *Secale cereale*) worden veel talrijker en ook andere kruiden (bv. Anagallis type, Brassicaceae) komen frequent voor. Vermoedelijk gaat het hier niet om een regionale trend, maar om een contrast tussen rurale en stedelijke contexten.

Ten slotte zien we in de **nieuwe tijd** opnieuw een stijging in AP in Antwerpen (50%), tot op het niveau van de mediaan van de ecoregio.

Boxplots Focusregio Antwerpen



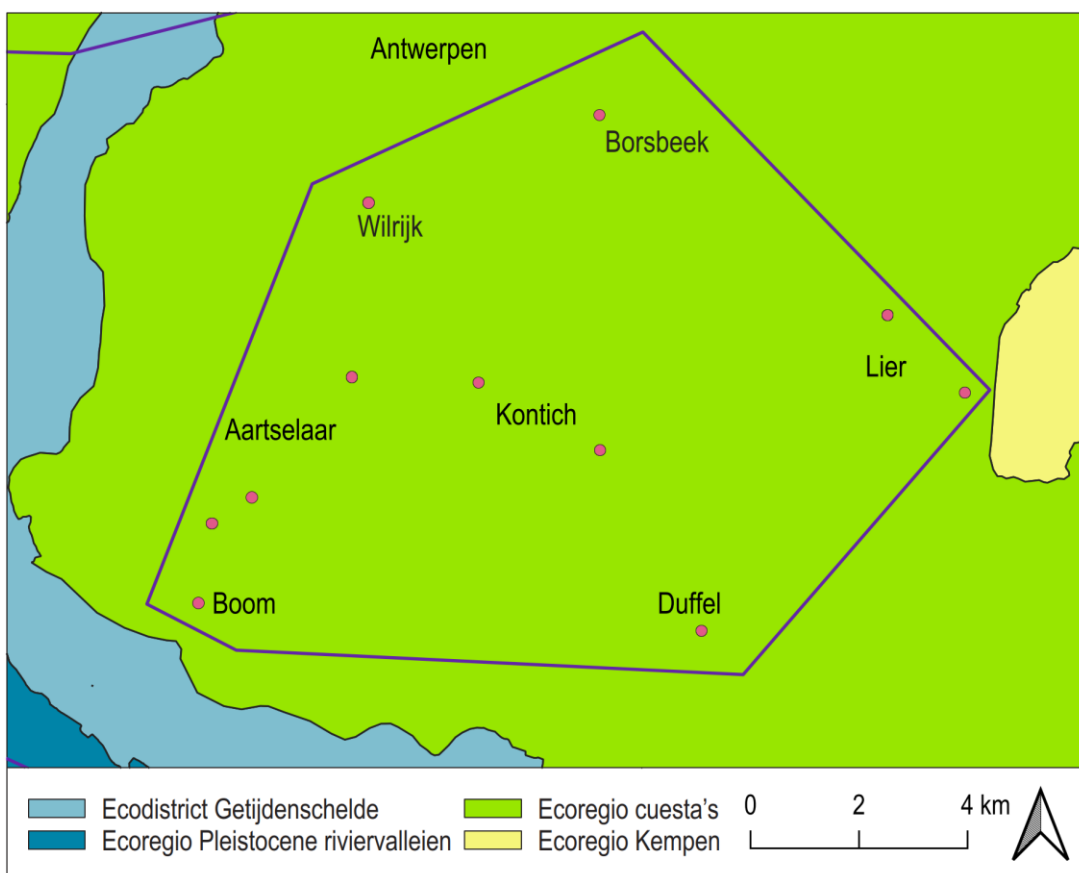
Figuur 113: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Antwerpen (kleur), tegenover de ecoregio cuesta's (grijs).



Figuur 114: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Antwerpen.

FOCUSREGIO BOOM-LIER

Deze focusregio is de meest oostelijke in de ecoregio van de cuesta's. Ze wordt in het zuiden en het westen begrensd door de vallei van de Rupel en de Schelde en omvat 32 spectra uit sites in de vierhoek tussen Boom, het zuiden van Antwerpen (Wilrijk, Borsbeek), Lier en Duffel.



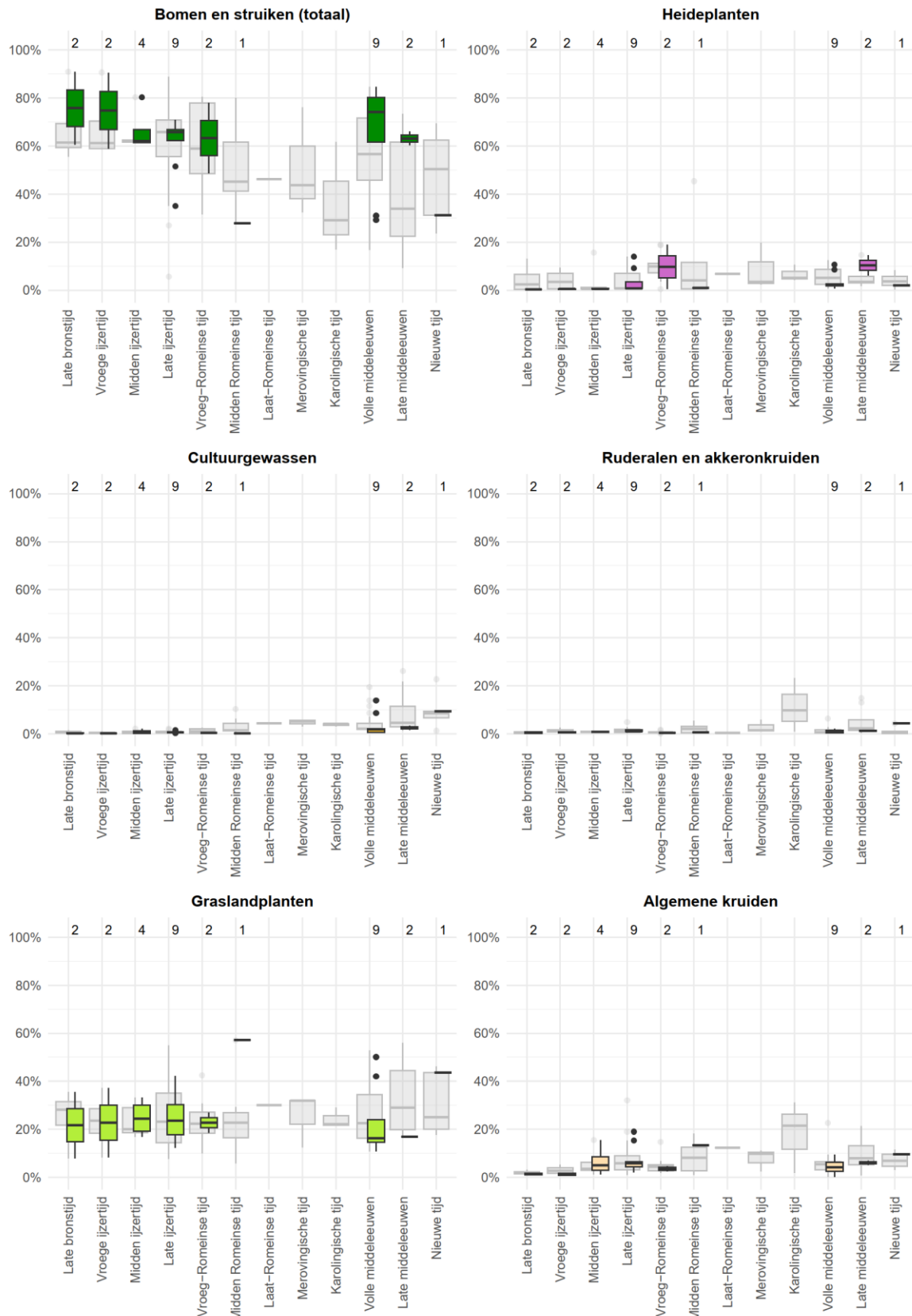
Figuur 115: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Boom-Lier.

De meeste spectra uit de **late bronstijd** en de **ijzertijd** schommelen in deze regio rond 60% AP, hetgeen rond of boven de mediaan van alle spectra uit de cuesta's is. Uitzonderingen zijn de spectra uit Kontich met ruim 90% AP en nauwelijks andere kruiden dan graslandplanten en het spectrum uit Borsbeek met slechts 35% AP. De talrijke spectra uit de midden- en late ijzertijd in Lier liggen dicht bij de 60% AP, al zien we enkele stalen met 70-80% AP, maar ook één met niet veel meer dan 50% AP. Kruidentaxa bestaan er vooral uit graslandplanten en algemene kruiden.

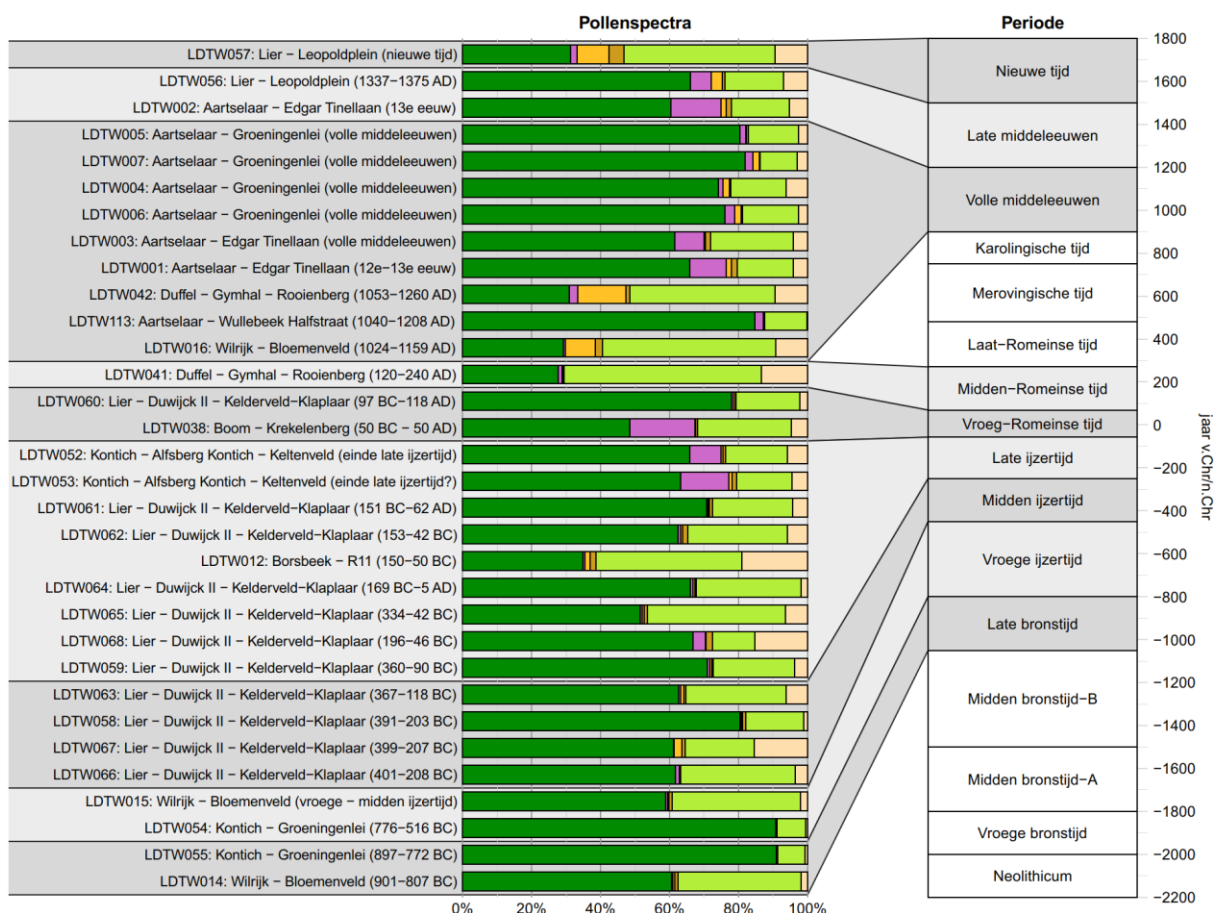
De **jongste ijzertijdspectra** (einde late ijzertijd uit Kontich) sluiten meer aan bij het **vroeg-Romeinse** spectrum uit Boom, met ca. 10-20% heideplanten, naast 50-65% AP. Het jongere vroeg-Romeinse spectrum uit Lier lijkt dan weer meer op de ijzertijdspectra uit diezelfde site. Voor de late bronstijd tot vroeg-Romeinse tijd blijkt de vegetatie dus eerder gelinkt met de locatie dan met de periode: halfopen bos met grasland in Lier en een evolutie van dicht bos naar een meer open landschap met heide in Kontich (en Boom).

Het staal uit de **midden-Romeinse periode** in Duffel vertoont een sterk contrast, met <30% AP en daarnaast vooral graslandplanten. Voor de **laat-Romeinse tijd** en de **vroeg-middeleeuwen** hebben we geen data in deze focusregio. De **volmiddeleeuwse** spectra uit Wilrijk en Duffel sluiten qua openheid goed aan bij het midden-Romeinse staal, en bevatten daarnaast ook heel wat cultuurgewassen. De spectra uit dezelfde periode in drie verschillende sites uit Aartselaar vertellen een heel ander verhaal, met hoge AP-waarden (60-85%) en in sommige stalen ook veel heideplanten. Ook tijdens de **late middeleeuwen** zien we in Aartselaar en Lier hoge waarden voor bomen en heideplanten, die aansluiten bij de volmiddeleeuwse situatie in Aartselaar. Het spectrum uit de **nieuwe tijd** in Lier staat in sterk contrast met het volmiddeleeuwse staal uit dezelfde site en bevat slechts 31% AP en vrij veel cultuurgewassen.

Boxplots Focusregio Boom – Lier



Figuur 116: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Boom-Lier (kleur), tegenover de ecoregio cuesta's (grijs).

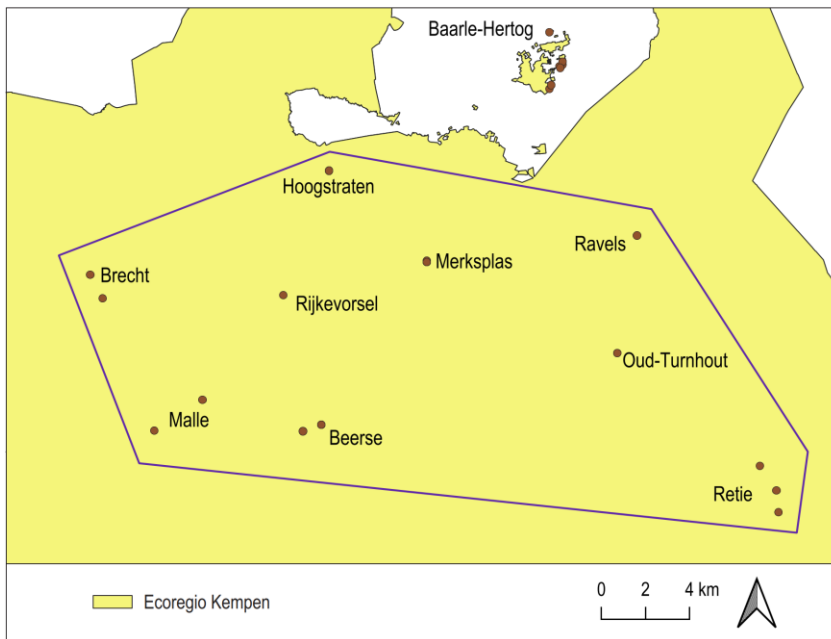


Figuur 117: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Boom-Lier.

4.1.4.3 Zandstreek – Ecoregio Kempen

FOCUSREGIO NOORDERKEMPEN

Deze focusregio omvat een vrij groot gebied in de Noorderkempen, van Brecht in het westen tot Retie in het oosten en inclusief Baarle-Hertog in het noorden. De regio bevat 40 pollenspectra. Voor de berekening van de bewoningsdichtheid (Figuur 120) is Baarle-Hertog buiten beschouwing gelaten omdat er in het tussenliggende Nederlandse gebied geen data zijn voor de aanwezigheid van sites (Figuur 121).



Figuur 118: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Noorderkempen.

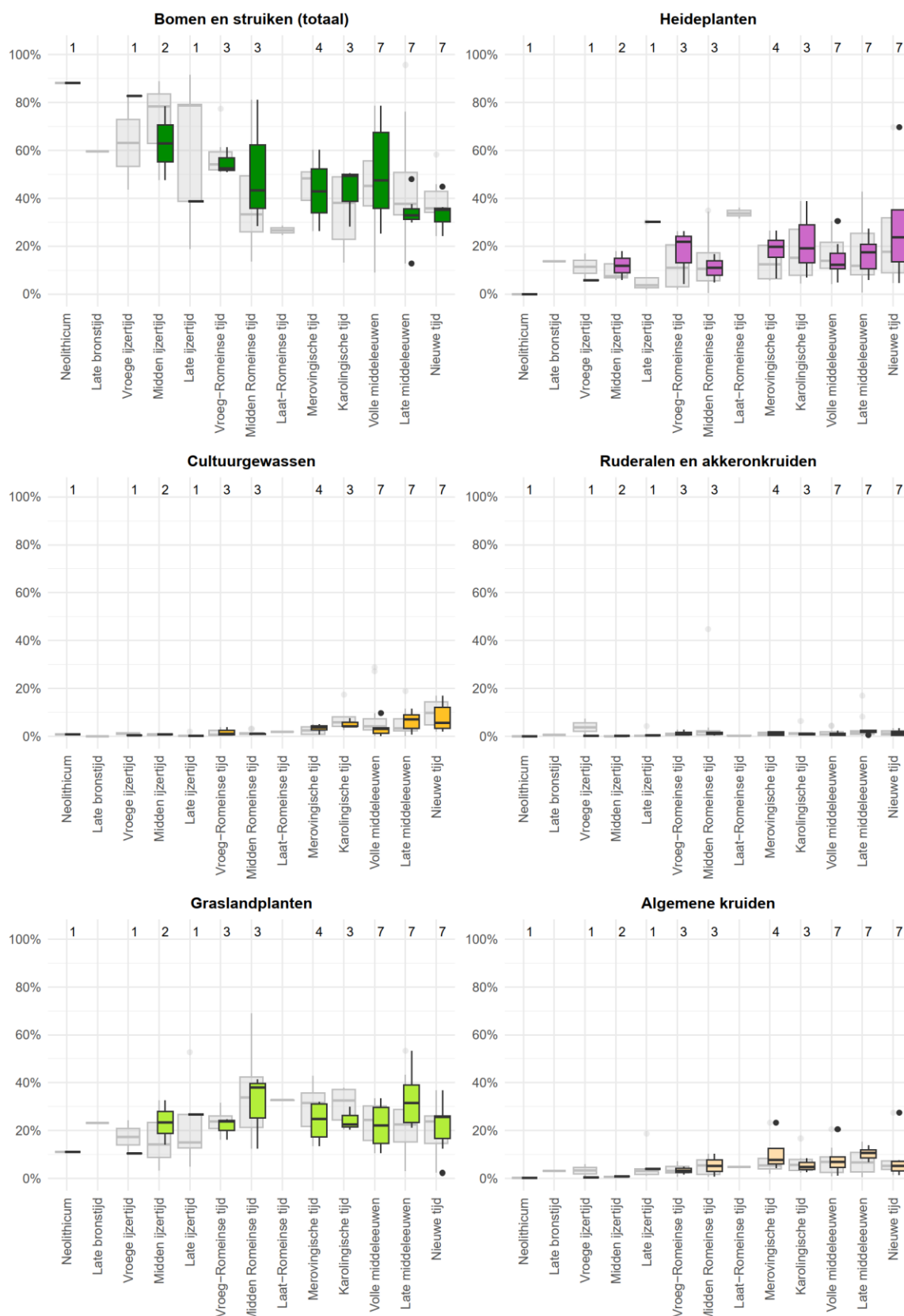
Het staal uit het **neolithicum** in Baarle-Hertog vertoont een hoge AP-waarde (bijna 90%) en verder uitsluitend Poaceae en een zeer kleine hoeveelheid Cerealia type. Voor de bronstijd zijn er geen gegevens. De spectra uit de **ijzertijd** in Merksplas en Baarle-Hertog vertonen flink wat variatie in AP (ca. 40% vs. ca. 80%), maar hebben wel gemeenschappelijk dat er overal een belangrijk aandeel heideplanten voorkomt. Dit laatste geldt trouwens voor alle volgende periodes in deze focusregio.

Tijdens de vroeg-Romeinse periode zien we AP-waarden van ca. 50%, aangevuld met ca. 25% heidepollen in Wortel (Hoogstraten) en Vlimmeren (Beerse), terwijl het spectrum uit Baarle-Hertog meer AP (ca. 60%), minder heideplanten en meer cultuurgewassen bevat. Tijdens de midden-Romeinse periode liggen de AP-waarden lager (ca. 30-40%) en zijn heideplanten belangrijk, zowel in Baarle-Hertog als Vlimmeren (Beerse). Een ander midden-Romeins spectrum uit Baarle-Hertog vertoont dan weer ruim 80% AP. De variatie kan dus op korte afstand erg groot zijn.

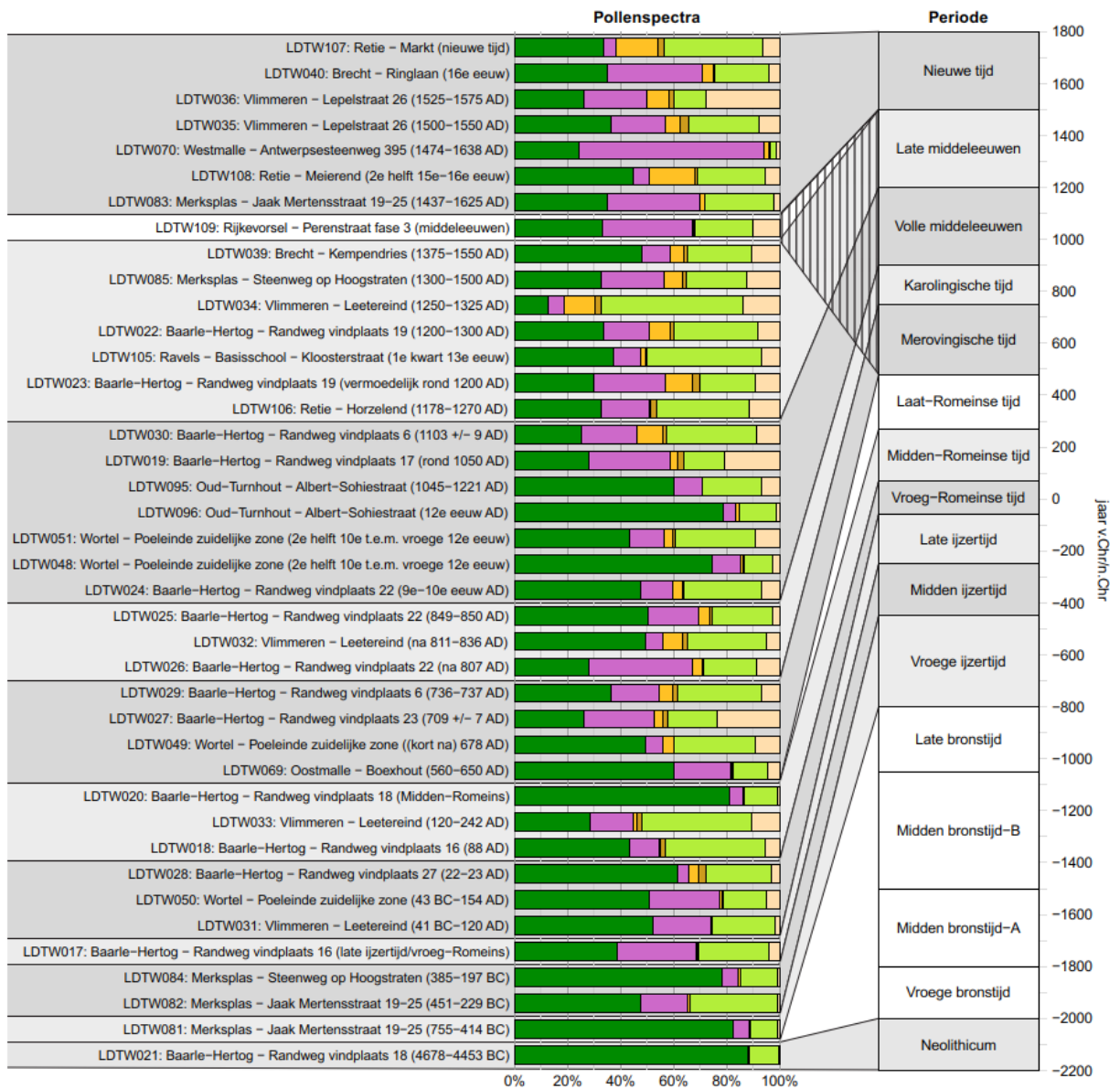
De **vroegmiddeleeuwse** spectra bevatten meestal ca. 30-50% AP, een flink aandeel heideplanten en ca. 5% cultuurgewassen. De **volmiddeleeuwse** spectra kennen over het algemeen een zeer gelijkaardige samenstelling. Enkele uitzonderingen komen voor met 60-80% AP en nauwelijks cultuurgewassen, namelijk in het oudste Merovingische staal, uit Oostmalle (Malle) en enkele spectra in Wortel (Hoogstraten) en Oud-Turnhout. Ook deze meer AP-rijke spectra bevatten steeds een zeker aandeel heideplanten. Zowel in de vroege als in de volle middeleeuwen zijn de spectra met de laagste AP-waarden afkomstig uit Baarle-Hertog.

Tijdens de **late middeleeuwen** zien we ook lagere AP-waarden buiten Baarle-Hertog, telkens aangevuld met vrij hoge waarden voor heideplanten en cultuurgewassen. In de **nieuwe tijd** blijven de AP-waarden stabiel tussen 25 en 45% en stijgen de waarden voor heideplanten nog verder, met soms extreme waarden van enkele tientallen procenten. De spectra met iets lagere waarden voor heideplanten (<10%) vertonen dan weer zeer hoge waarden voor cultuurgewassen (ca. 15%).

Boxplots Focusregio Noorderkempen



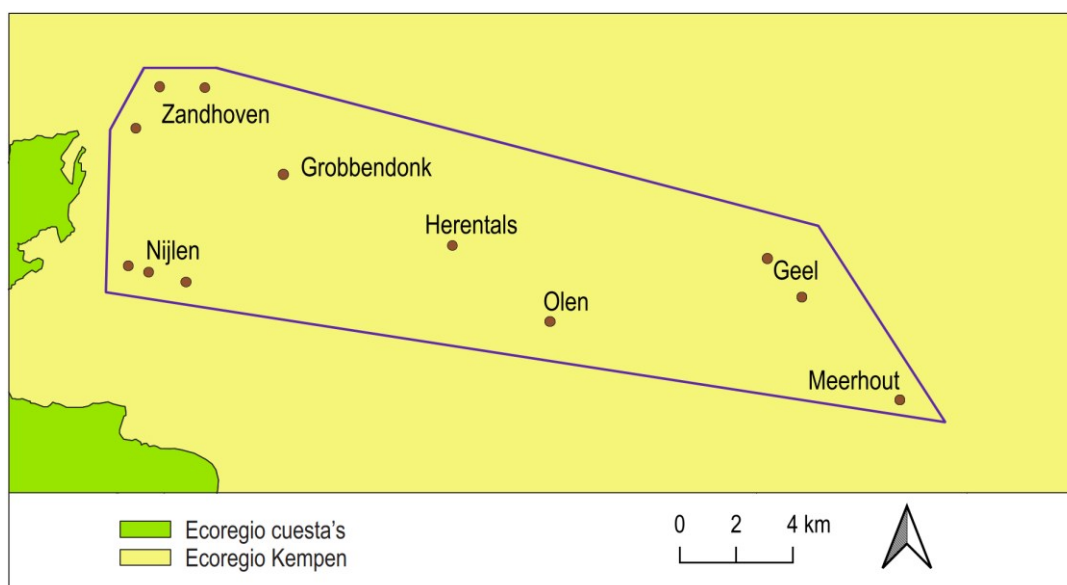
Figuur 119: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Noorderkempen (kleur), tegenover de ecoregio Kempen (grijs).



Figuur 120: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Noorderkempen.

FOCUSREGIO CENTRALE KEMPEN

Deze focusregio bundelt 28 spectra uit het gebied tussen Zandhoven en Nijlen in het westen en Geel en Meerhout in het oosten.



Figuur 121: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Centrale Kempen.

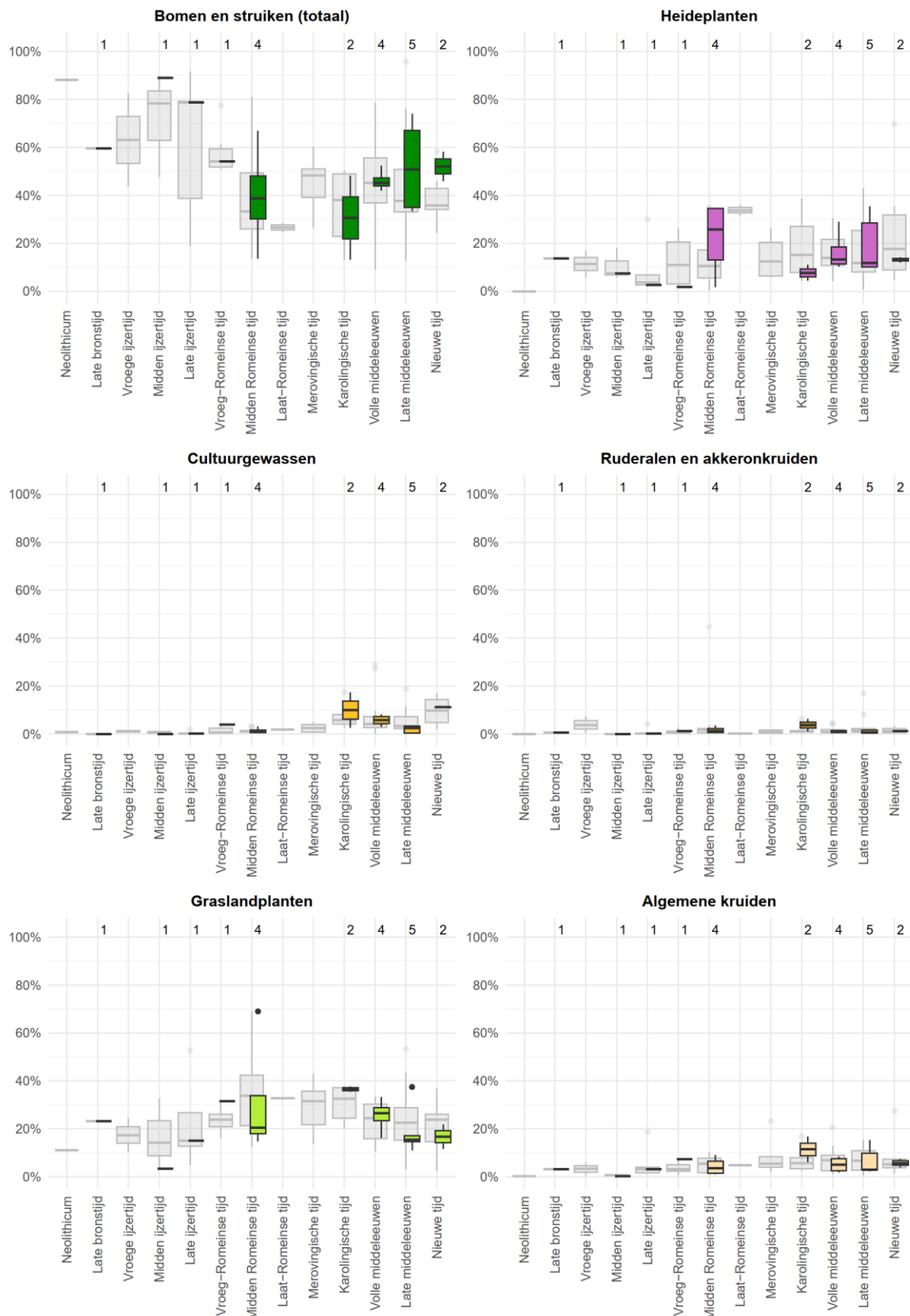
Het spectrum uit de late bronstijd in Pulderbos (Zandhoven) bevat ca. 60% boompollen en bijna 15% heidepollen. De spectra uit de midden- en late ijzertijd in Herentals en Meerhout vertonen hogere AP-waarden (ca. 80-90%) en minder heideplanten. De ijzertijdspectra van onbepaalde deelperiode uit Olen en Geel kennen lagere AP-waarden (ca. 45-65%). Vooral graslandplanten vullen de spectra aan, maar ook heideplanten blijven aanwezig.

Het **vroeg-Romeinse** staal uit Grobbendonk ligt in lijn van deze laatste ijzertijdspectra wat betreft AP-waarde (54%), maar bevat weinig heideplanten en wat meer cultuurgewassen (4%). In de **midden-Romeinse** periode zien we twee groepen: enerzijds het staal uit Grobbendonk met lage AP-waarde (14%), enkele procenten cultuurgewassen en vooral veel graslandplanten en anderzijds de stalen uit Nijlen en Zandhoven met ca. 40% tot bijna 70% boompollen en zeer hoge waarden voor heideplanten (17-35%). Grobbendonk was in die tijd een vicus (Reyns & Bruggeman, 2019) wat mogelijk de sterkere mate van ontbossing kan verklaren.

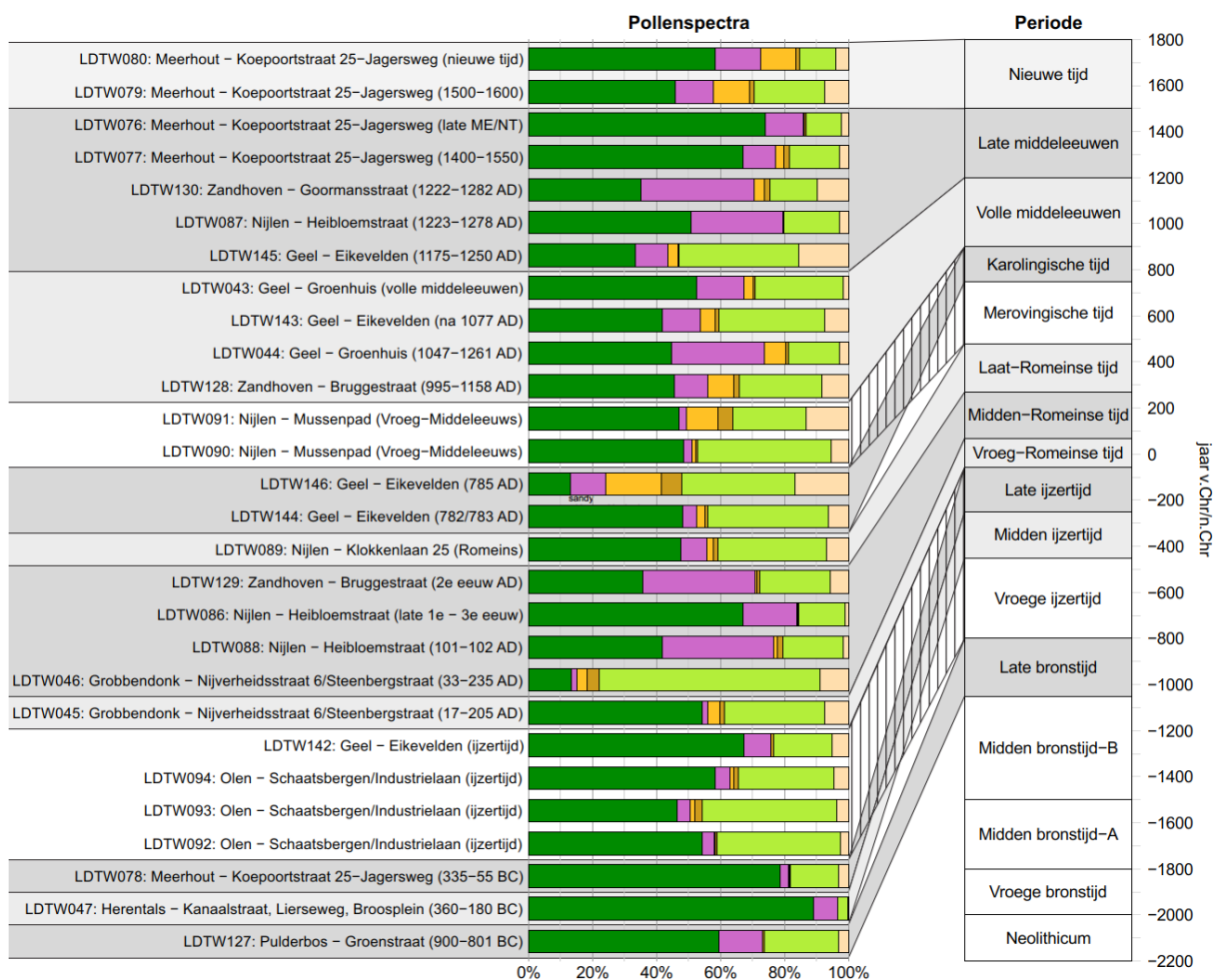
De **vroegmiddeleeuwse** spectra bevatten meestal net geen 50% boompollen en kleine hoeveelheden heideplanten, cultuurgewassen en ruderalen. Eén van de laat 8^e-eeuwse stalen uit Geel bevat slechts 13% boompollen en veel hogere percentages voor elk van de overige groepen. Een ander min of meer gelijktijdig staal uit dezelfde site ligt meer in lijn met de spectra uit de omgeving, wat doet vermoeden dat het spectrum met lage AP een zeer lokaal fenomeen is, of het gevolg is van menselijke toevoegingen (bijv. afval of mest) in de waterput.

De AP-waarden blijven zeer stabiel tussen ca. 40 en 50% in de **volle middeleeuwen**, maar met opvallend hoge percentages voor heideplanten en cultuurgewassen. Tijdens de **late middeleeuwen** liggen de AP-waarden wat verder uiteen, met lagere waarden in de oudere stalen uit Geel en Zandhoven (ca. 35%, 13^e eeuw) en hogere waarden in de jongere stalen uit Meerhout (ca. 70%, 15^e eeuw). Het is niet duidelijk of dit een regionaal patroon is, of een verschuiving doorheen de tijd. De stalen uit de **nieuwe tijd** in Meerhout laten opnieuw lagere waarden in boompollen zien, maar bevatten dan wel weer veel cultuurgewassen (ruim 10%). Zowel in de late middeleeuwen als de nieuwe tijd blijven heideplanten belangrijk.

Boxplots Focusregio Centrale Kempen



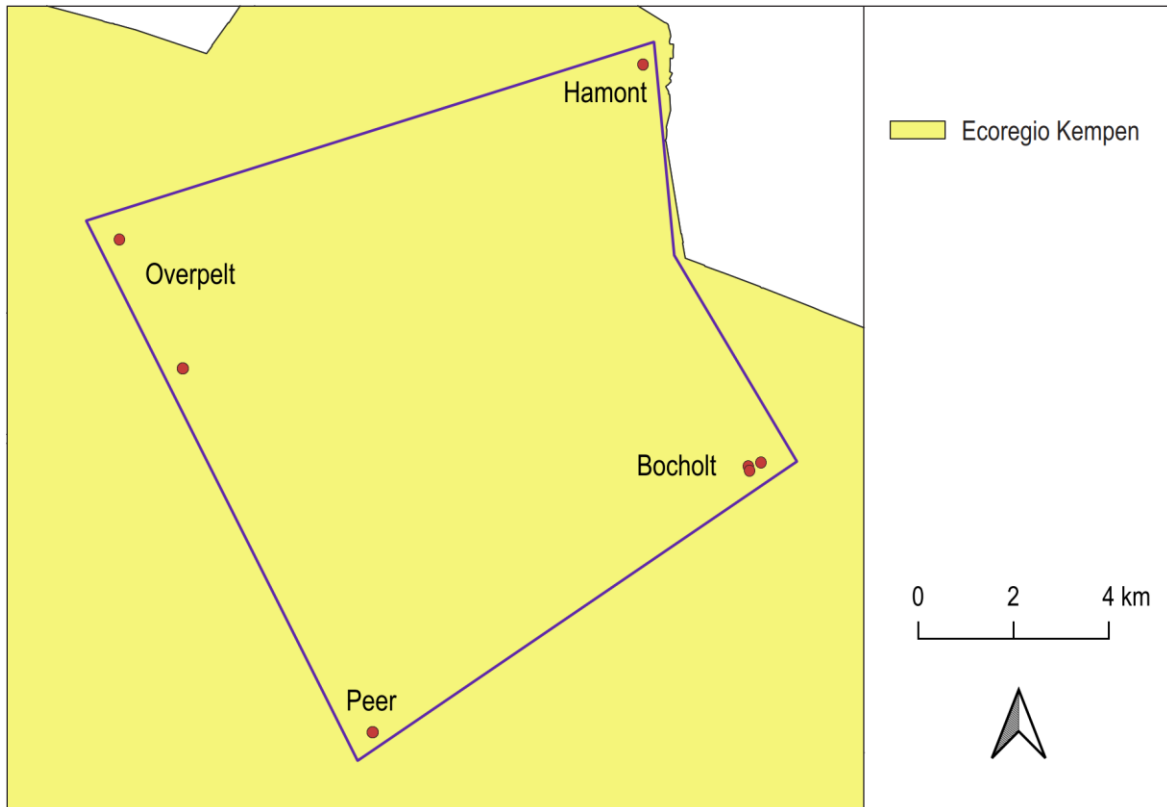
Figuur 122: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Centrale Kempen (kleur), tegenover de ecoregio Kempen (grijs).



Figuur 123: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Centrale Kempen.

FOCUSREGIO NOORD-LIMBURG

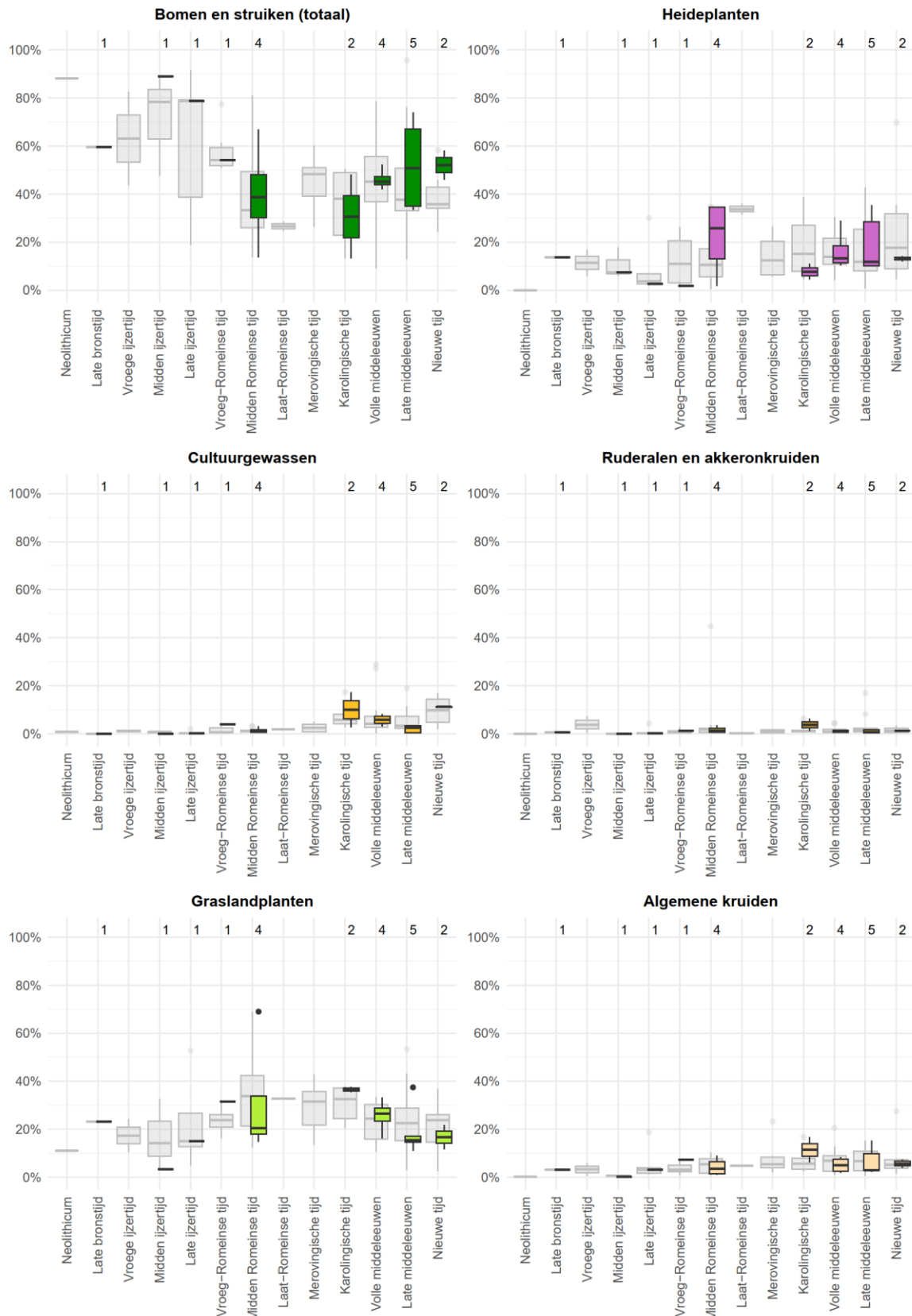
De focusregio Noord-Limburg omvat 12 spectra uit sites in Overpelt, Hamont, Bocholt en Peer.



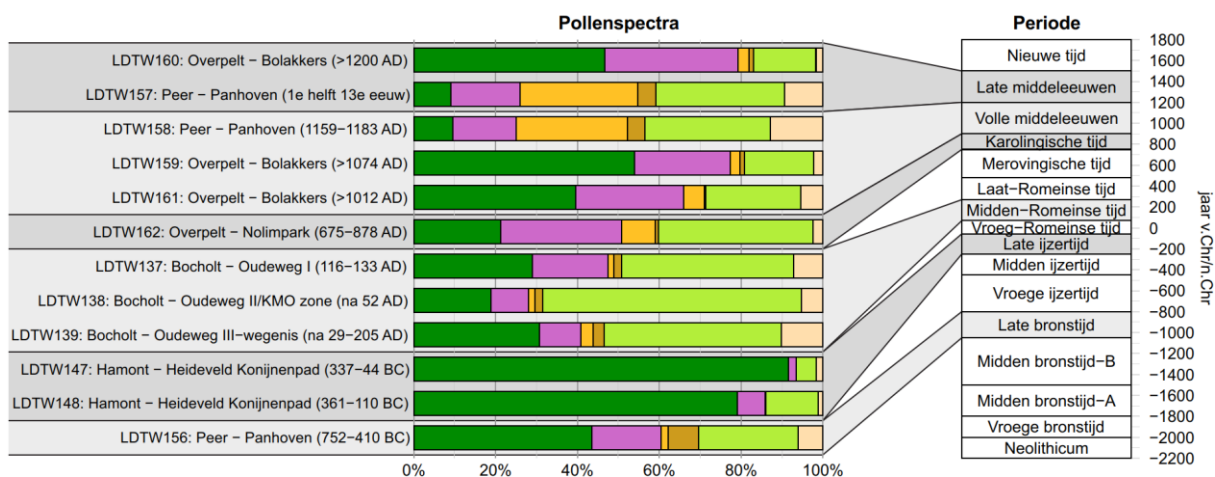
Figuur 124: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Noord-Limburg.

Het spectrum uit de **vroege ijzertijd** in Peer vertoont met 44% een lage AP-waarde voor die periode. Heideplanten en ruderalen komen veelvuldig voor. Spectra uit de **midden-ijzertijd** zijn in deze focusregio niet aanwezig. Voor de **late ijzertijd** hebben we twee spectra uit Hamont, die dan weer uitzonderlijk hoge AP-waarden vertonen voor die periode (ca. 80-90%). Tijdens de **midden-Romeinse tijd** liggen de AP-waarden in Bocholt een heel stuk lager (ca. 20-30%). Heideplanten zijn belangrijk en cultuurgewassen zijn aanwezig met enkele procenten. Tijdens de **middeleeuwen** zien we in Overpelt een stijging van ca. 20% AP naar ca. 55% AP van de Karolingische periode naar de 11^e eeuw, gevolgd door een lichte daling naar 47% in het begin van de nieuwe tijd. Heideplanten zijn met 23-33% heel sterk vertegenwoordigd. In de volle en late middeleeuwen, tijdens de 12^e en 13^e eeuw, zien we in Peer spectra met zeer laag AP (ca. 10%) en zeer hoge waarden voor cultuurgewassen (27-29%). Het contrast tussen de spectra uit Peer en Overpelt doet vermoeden dat de bebossing tijdens de middeleeuwen lokaal sterk verschilde in de regio, of dat het materiaal in de waterputten uit Peer sterk bepaald is door menselijke input van afval en/of mest.

Boxplots Focusregio Noord-Limburg



Figuur 125: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Noord-Limburg (kleur), tegenover de ecoregio Kempen (grijs).

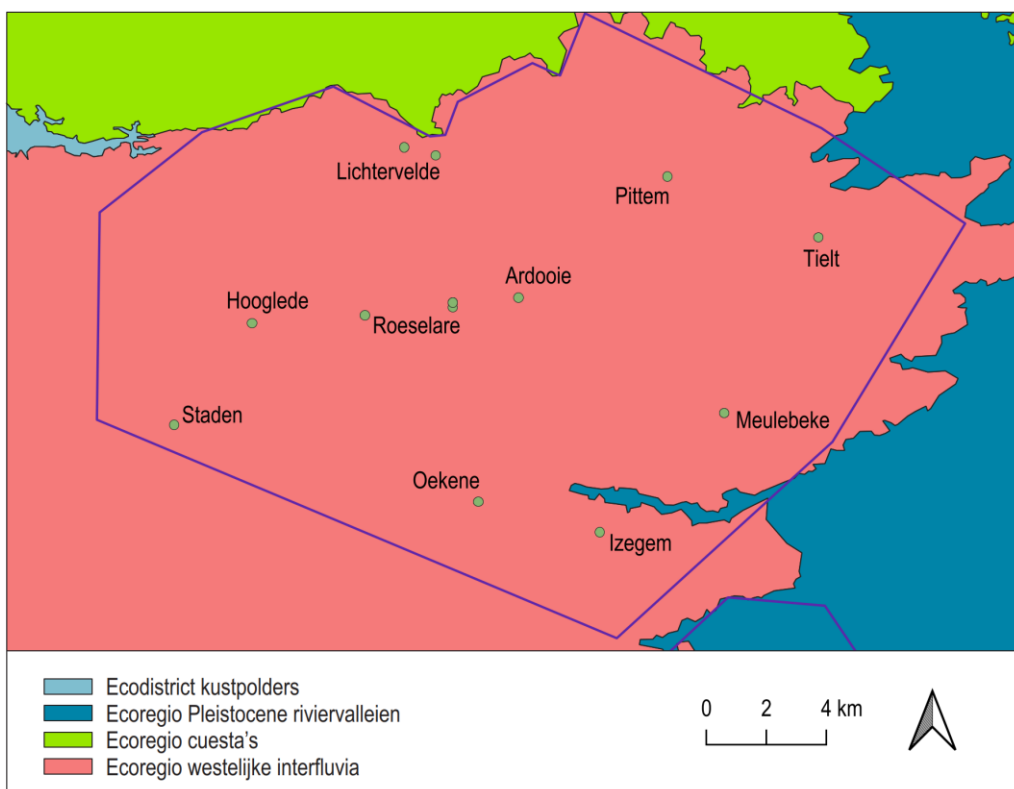


Figuur 126: Staafdiagram van de pollenspectra in de focusregio Noord-Limburg.

4.1.4.4 Zandleemstreek – Ecoregio westelijke interfluvia

FOCUSREGIO ROESELARE-TIELT

Deze focusregio omvat de wijde regio rond Roeselare en ligt tussen de ecoregio van de cuesta's in het noorden en de ecoregio van de Pleistocene riviervalleien in het (zuid)oosten. Ze bevat 19 spectra, maar geen van deze stalen is ouder dan de Karolingische periode.



Figuur 127: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Roeselare-Tielt.

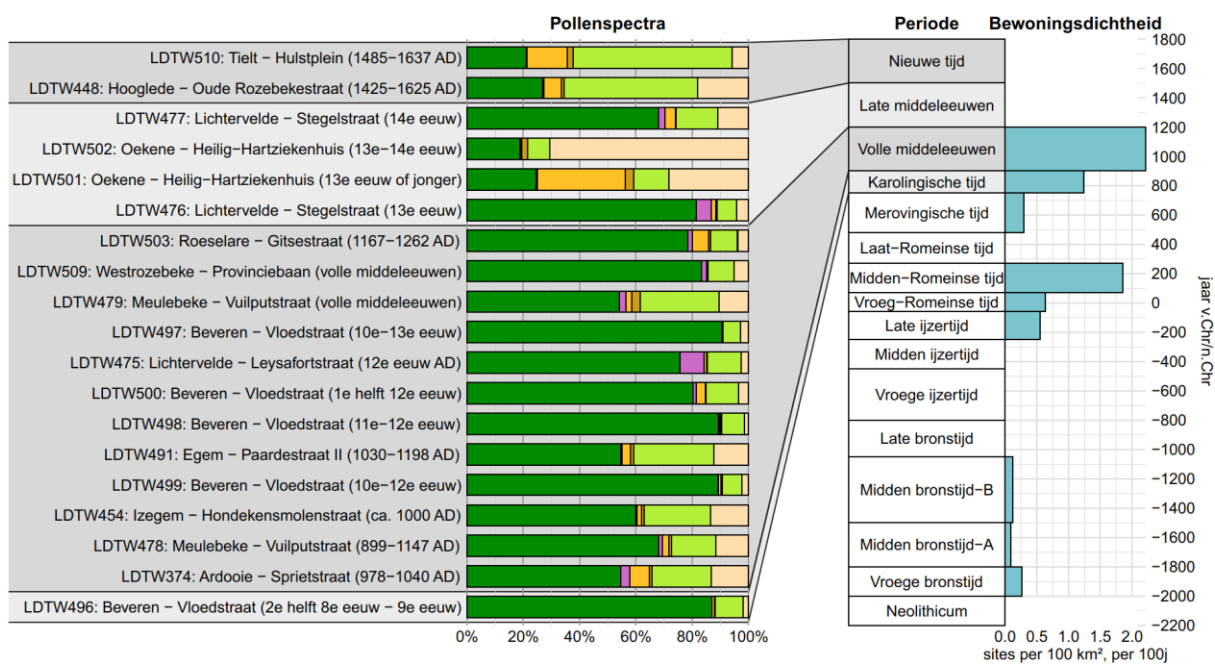
Er is geen palynologische informatie voorhanden tot en met de Merovingische periode. Nochtans is er wel (beperkte) bewoning in de late ijzertijd tot en met de midden-Romeinse tijd (Figuur 129). De vroegste pollendata dateren uit de **Karolingische periode** in Beveren (Roeselare) en vertonen een zeer hoog AP-percentages

(87%). Tijdens de **volle middeleeuwen** zien we grofweg twee clusters van spectra: één groep kent AP-waarden rond 60% en bevat daarnaast ook kleine hoeveelheden heideplanten en cultuurgewassen. Deze spectra vinden we in Ardooie, Meulebeke, Izegem en Egem (Pittem). Ze dateren vooral uit het begin van de volle middeleeuwen. Een tweede groep vertoont hogere AP-waarden (ca. 80-90%), vergelijkbaar met het Karolingische staal. Deze spectra zijn vooral afkomstig uit Beveren (meestal met nauwelijks andere kruiden dan grassen), maar ook uit Lichtervelde en Westrozebeke (met iets meer heideplanten). Een drietal spectra uit de late middeleeuwen (Roeselare, Lichtervelde) toont vergelijkbare hoge AP-waarden, met enkele procenten heideplanten en/of cultuurgewassen. De **laاتمیددەلەووسە** spectra uit Oekene bevatten echter veel minder boompollen (ca. 20-25%), maar wel veel Cerealia type (incl. Secale) en/of algemene kruiden (vooral Asteraceae-Liguliflorae, Brassicaceae). Heideplanten zijn hier zo goed als afwezig. De spectra uit de **nieuwe tijd** bevatten 21-27% AP, met daarnaast vooral graslandplanten en vrij veel cultuurgewassen. Ook hier vinden we geen heideplanten terug. Voor de volledige middeleeuwen geldt dat de spectra in deze focusregio over het algemeen beduidend rijker zijn aan boompollen dan de mediaan voor de focusregio van de westelijke interfluvia. In de nieuwe tijd loopt dit zeer gelijk met de rest van de ecoregio.

Boxplots Focusregio Roeselare – Tielt



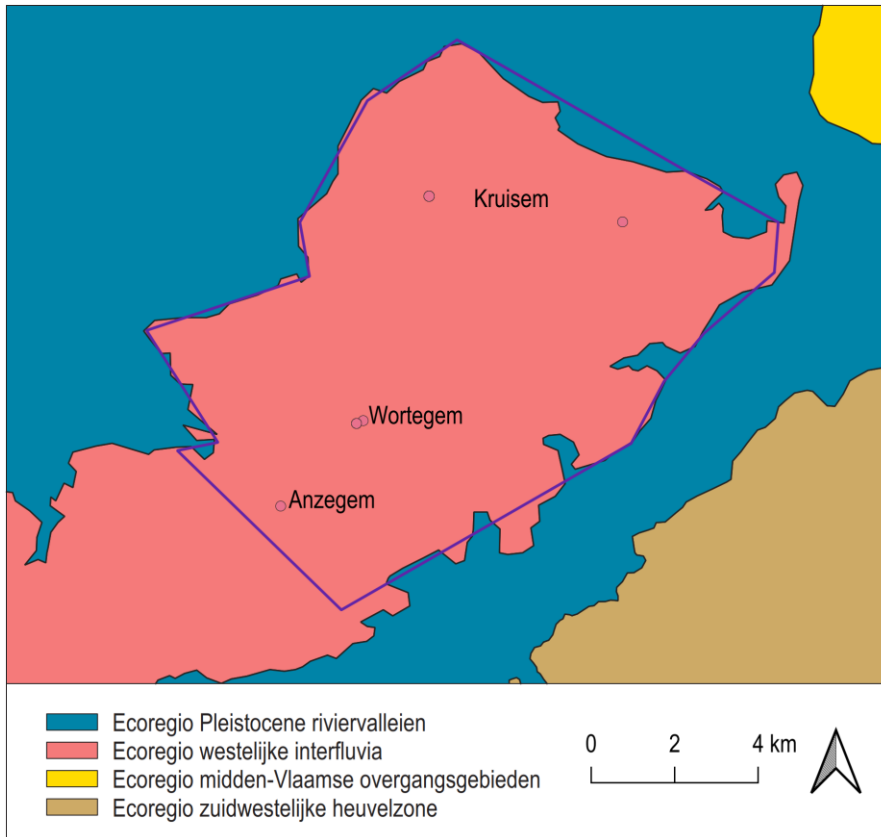
Figuur 128: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Roeselare-Tielt (kleur), tegenover de ecoregio westelijke interfluvia (grijs).



Figuur 129: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Roeselare-Tielt.

FOCUSREGIO KRUISEM-WORTEGEM

Deze focusregio omvat 11 spectra uit het interfluvium tussen de Leie- en de Scheldevallei.

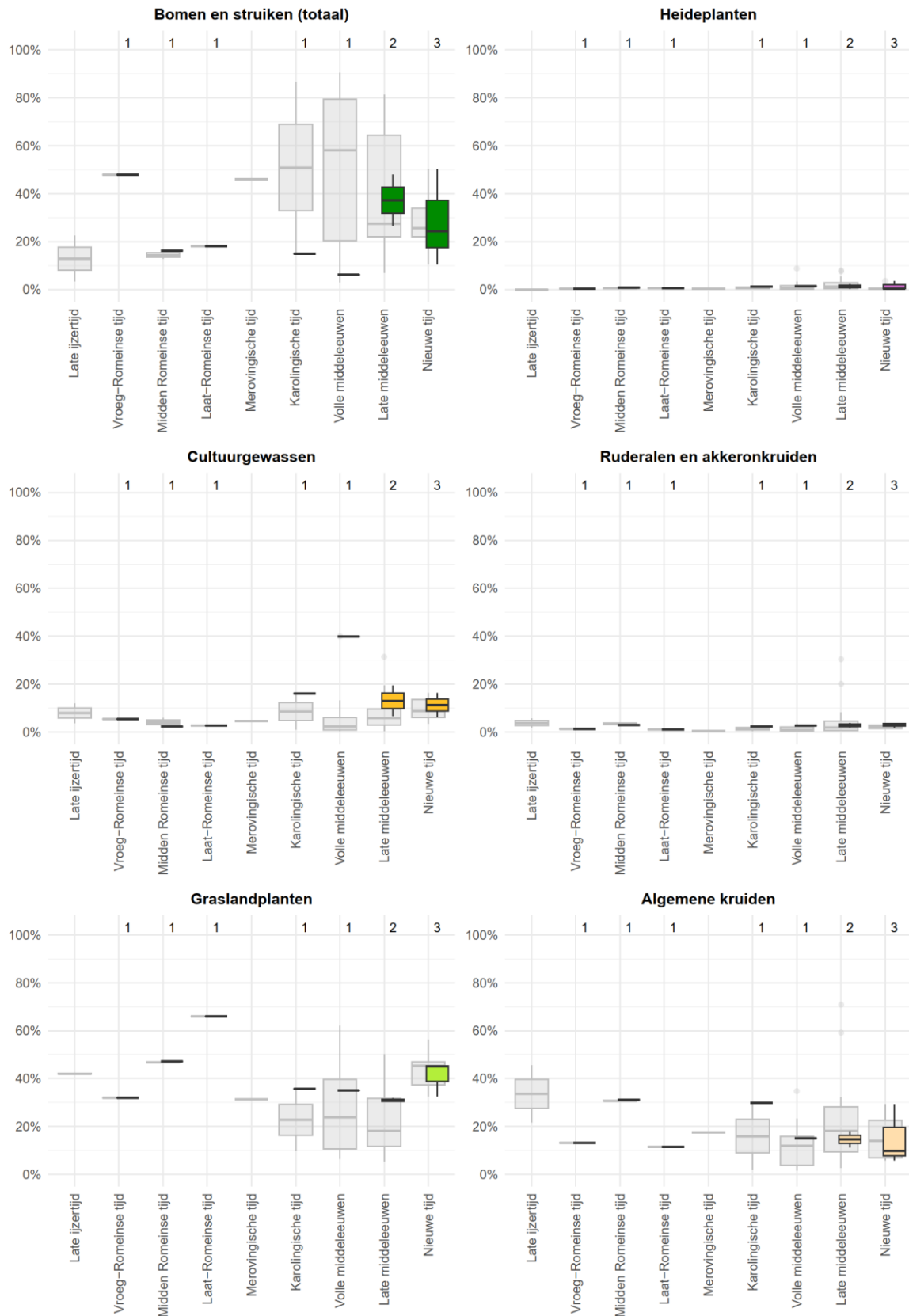


Figuur 130: Locatie van de pollenspectra binnen de focusregio Kruisem-Wortegem.

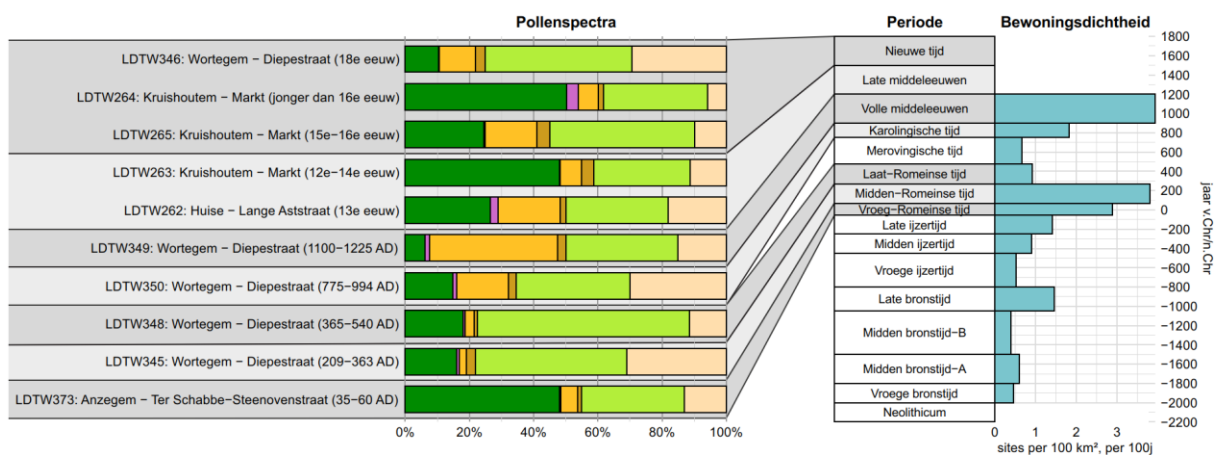
Een pollenspectrum uit de **vroeg-Romeinse periode** in Anzegem toont bijna 50% AP en de aanwezigheid van 5% cultuurgewassen. In de **midden- en laat-Romeinse tijd** daalt het AP in Wortegem naar <20%. Hier zijn vooral graslandplanten en algemene kruiden belangrijk. Dit stemt overeen met een hogere bewoningsdichtheid tijdens de midden-Romeinse periode.

Voor de **Merovingische periode** zijn er geen data. De **Karolingische periode** en de **volle middeleeuwen** zijn opnieuw vertegenwoordigd in Wortegem. De AP-waarden zijn opnieuw laag (of blijven laag?), met 15% AP in het Karolingische staal en 6% in het volmiddeleeuwse. Dit is véél lager dan de mediaan voor de ecoregio. Tegelijk stijgen de cultuurgewassen van 16% naar 40%. Heideplanten spelen geen grote rol. Voor de **late middeleeuwen** hebben we data in Huise en Kruishoutem (Kruisem). Het AP (26-48%) is daar hoger dan in de volle middeleeuwen in Wortegem. In de **nieuwe tijd** varieert het AP van 50% tot ca. 10%. De waarden voor cultuurgewassen blijven in de late middeleeuwen en de nieuwe tijd hoog, al zijn ze minder extreem dan in de volle middeleeuwen.

Boxplots Focusregio Kruisem – Wortegem



Figuur 131: Boxplots van de evolutie van de pollengroepen per deelperiode voor de focusregio Kruisem-Wortegem (kleur), tegenover de ecoregio westelijke interfluvia (grijs).



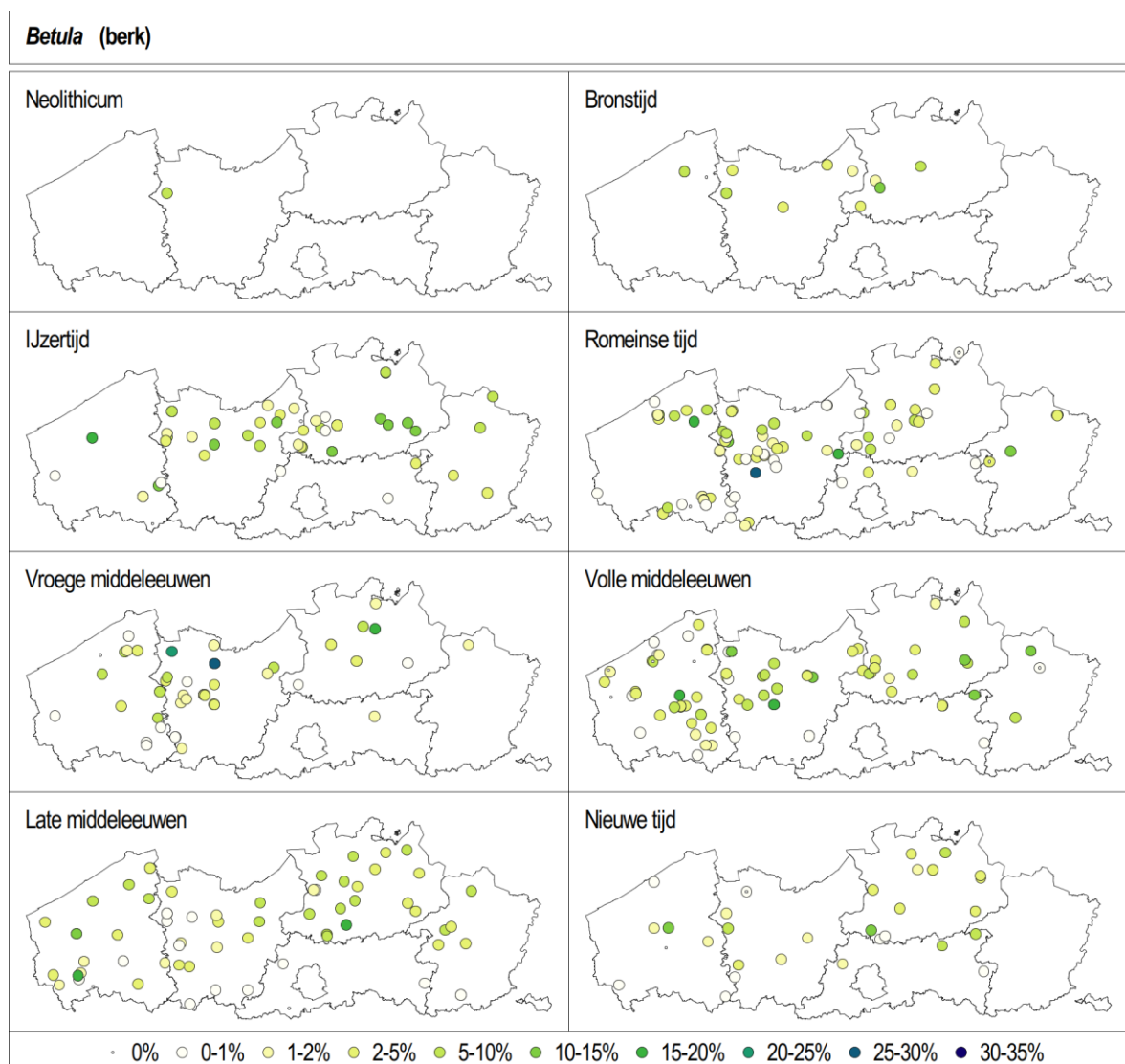
Figuur 132: Staafdiagram van de pollenspectra en de bewoningsdichtheid in de focusregio Kruisem-Wortegem.

4.2 INDIVIDUELE TAXA

4.2.1 BOMEN EN STRUIKEN: VROEG-SUCCESSIE

BETULA (BERK)

Zowel *Betula pendula* (ruwe berk) als *Betula pubescens* (zachte berk), de twee inheemse berkensoorten, zijn pioniersoorten die snel open grond kunnen koloniseren. Ze verschijnen in de vroege stadia van bossuccessie. Het is dan ook niet toevallig dat berken als één van de eerste bomen verschenen na de laatste ijstijd: ze kenmerken de interstadialen van het laatglaciaal (biozone Bølling en Allerød) en de start van het Holoceen (biozone Preboreaal) (Storme et al., 2017; Verbruggen et al., 1996). In de periode waar we in dit onderzoek op focussen is de berk nog steeds onderdeel van de bossen, waar hij vooral voorkomt op eerder open plekken binnen een bos, door menselijke of natuurlijke verstoring, of op voormalige ontgonnen stukken in een eerste fase van bosregeneratie. Daarnaast kan zachte berk ook voorkomen in berkenbroekbossen.



Figuur 133: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Betula* per periode.

In Figuur 133 zien we dat er geen duidelijke trend is doorheen de tijd: *Betula* is in zo goed als alle spectra aanwezig, meestal met enkele procenten, maar soms ook met waarden boven de 10%. Deze hoge waarden liggen verspreid over de zand(leem)streek. De spectra uit de leemstreek vertonen lagere waarden dan elders (meestal 0-1%).

PINUS (DEN)

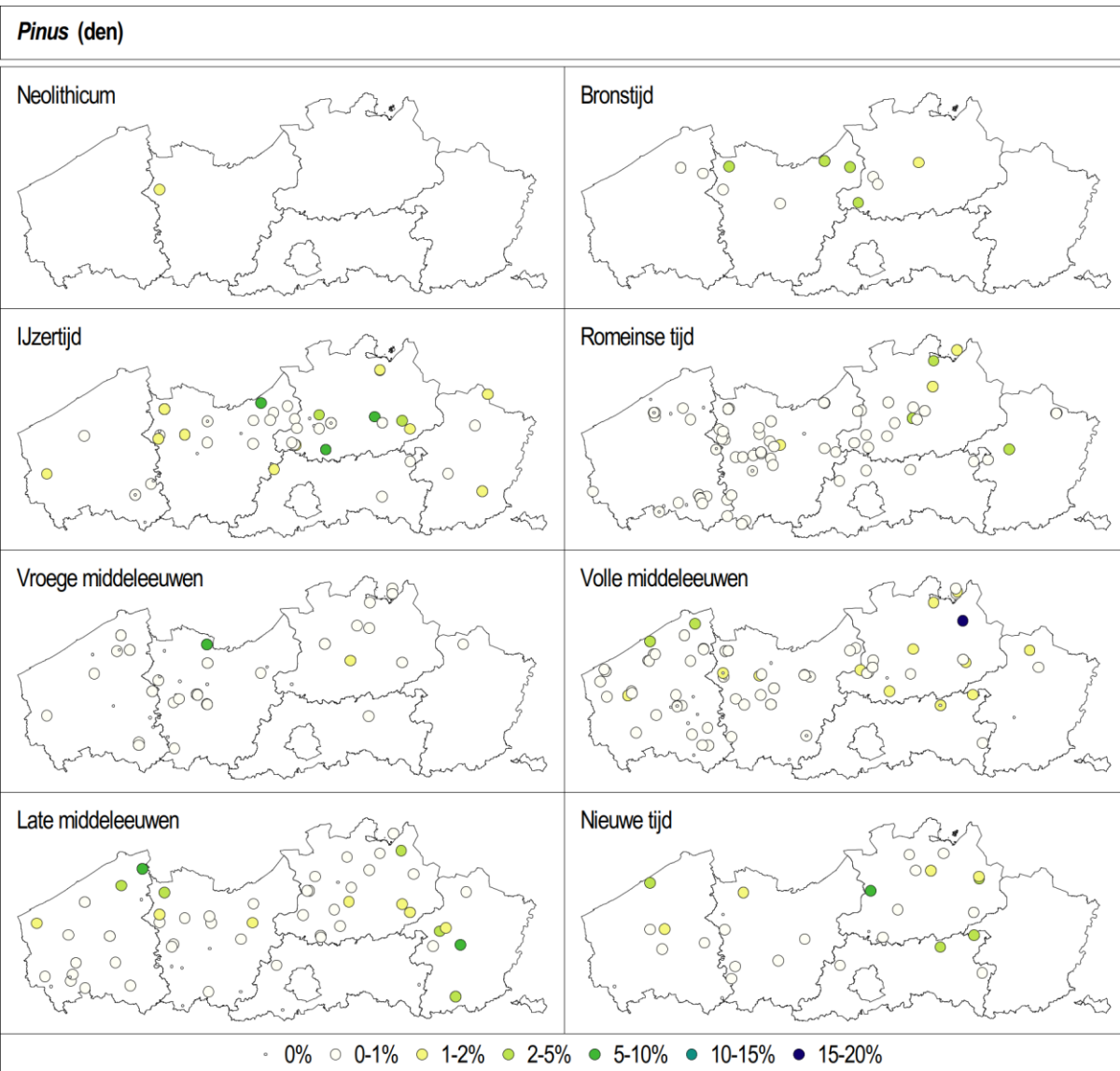
De den, met als enige inheemse soort *Pinus sylvestris* (grove den), is net als berk een pionier die zich al sinds het einde van de laatste ijstijd in onze streken verspreidde. De grove den was na berk de volgende dominante boomsoort in het begin van het Holoceen, van ca. 11 000 tot ca. 8600 cal. BP (Storme et al., 2017; Verbruggen et al., 1996). De dominantie van den duurde langer in de Kempen dan in het oosten van het land (Storme et al., 2024).

Anders dan de berk verdween de den tijdens het Laat-Holoceen vermoedelijk uit de Lage Landen (Maes et al., 2006). Later werden dennen aangeplant, met de vroegste aanplantingen in de buurt van Breda in de 16^e eeuw en later voornamelijk in functie van de mijnbouw (Buis, 1985).

Dat betekent dat de den slechts zéér lokaal of zelfs helemaal niet voorkwam in de periode waar we hier op focussen. Toch zien we bijna overal een (lage) aanwezigheid van *Pinus*: meestal 0-1%, maar zelden ook >5% (Figuur 135). De waarden boven de 1% beperken zich voornamelijk tot de zandstreek. Het feit dat er toch dennenpollen wordt gevonden, kan wijzen op zeer lokaal voorkomen van (individuele?) bomen, maar kan ook verklaard worden doordat het pollen van *Pinus* met zijn luchtzakken (*sacci*) aangepast is aan lange-afstandstransport door de wind (Figuur 134). Het meeste van dit pollen moet dus waarschijnlijk geïnterpreteerd worden als een soort 'achtergrondruis', afkomstig van buiten het studiegebied. De hogere waarden kunnen ook wijzen op herwerking van oudere afzettingen.



Figuur 134: Microscopfoto van een pollenkorrel van *Pinus*, met twee luchtzakken. Foto: Coralie André.



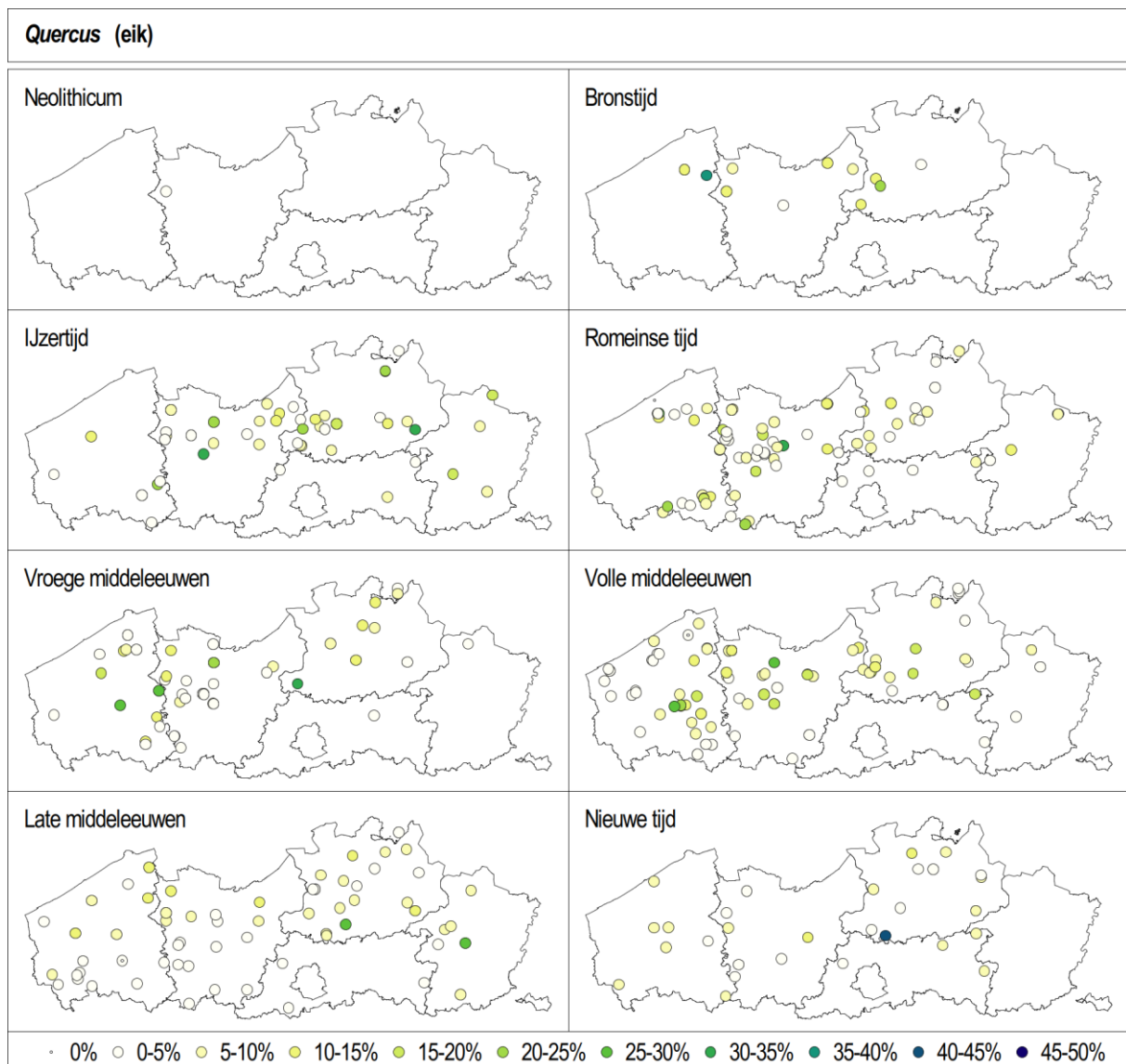
Figuur 135: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Pinus* per periode.

4.2.2 BOMEN EN STRUIKEN: MIDDEN-SUCCESSIE

QUERCUS (EIK)

In de streek komen zowel *Quercus robur* (zomereik) als *Quercus petraea* (wintereik) voor als inheemse soorten. Beide soorten groeien in iets oudere bossen en behoren tot de midden-successie. Ze verspreidden zich in het gebied rond 10 600 cal. BP en bleven sindsdien één van de belangrijkste boomsoorten in de loofbossen over heel Vlaanderen (Storme et al., 2017; Verbruggen et al., 1996).

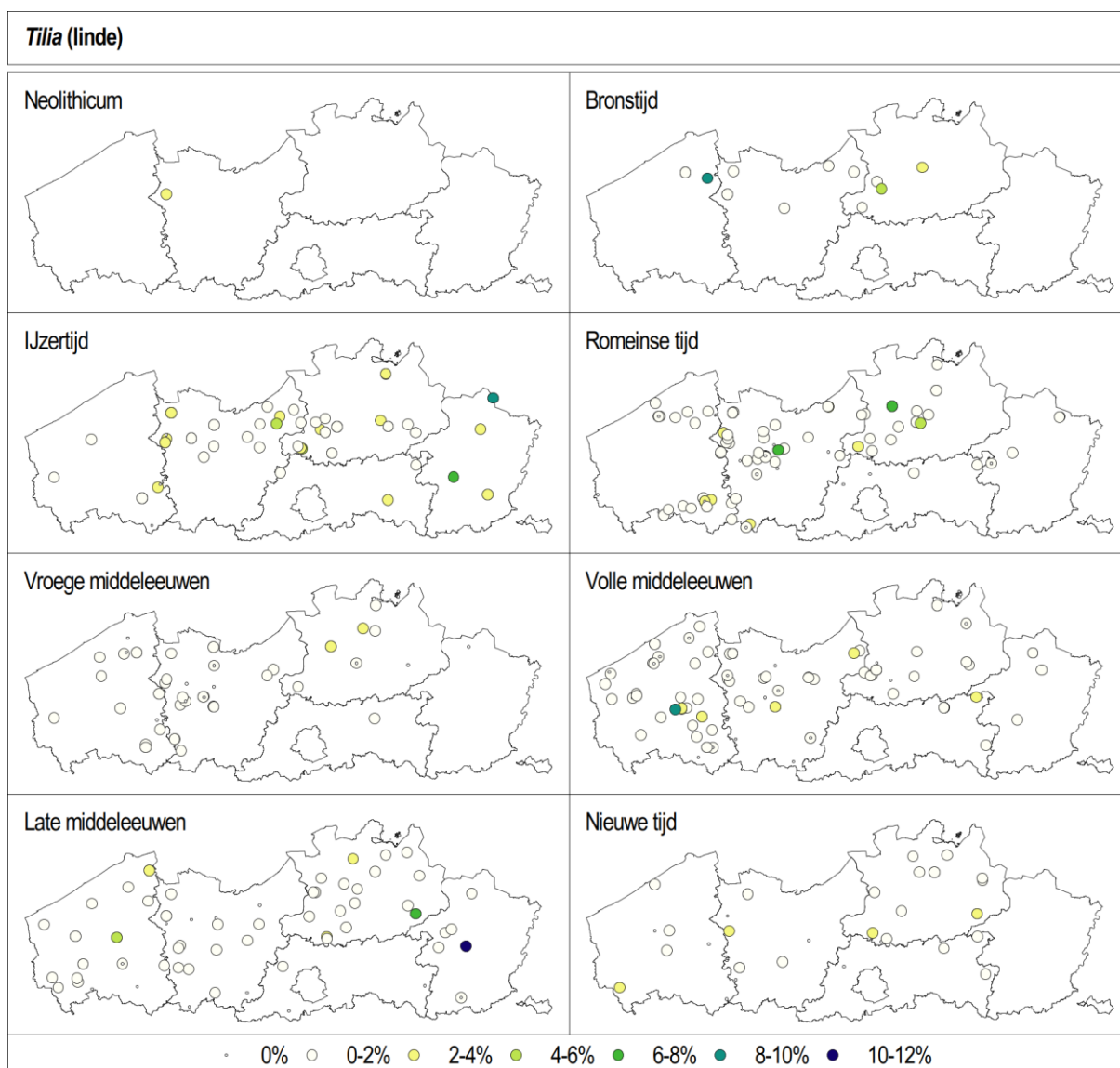
In Figuur 136 zien we dat pollen van *Quercus* zo goed als overal aanwezig is, meestal onder 10%. Op enkele locaties, waar het totale AP hoog is, loopt het *Quercus*-percentage op tot meer dan 25%. Er is geen duidelijke ruimtelijke of chronologische trend te zien, behalve deze die eerder al bij het boompollen-totaal te zien waren.



Figuur 136: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Quercus* per periode.

TILIA (LINDE)

Net als de eik is de linde, met als inheemse vertegenwoordigers *Tilia cordata* (winterlinde) en *Tilia platyphyllos* (zomerlinde), een boom van wat oudere bossen (midden-successie). Ze komen samen met eik voor in de loofbossen van Vlaanderen sinds ca. 8600 cal. BP. Ondanks het feit dat de linde door insecten bestoven wordt, produceert ze toch vrij veel pollen (Moore et al., 1991, tabel 8.1). Tijdens het Midden-Holoceen kwam *Tilia* soms frequent voor (bijv. Deforce et al., 2014), maar rond ca. 4000 cal. BP, wat overeenkomt met het begin van de bronstijd, daalt het aandeel naar zeer lage percentages (Storme et al., 2017). We zien dit ook terug in Figuur 137: voor alle periodes bevatten de meeste spectra slechts 0-2% *Tilia*. Vanaf de Romeinse tijd zien we zelfs regelmatig spectra zonder *Tilia* (0% in Figuur 137). Toch zien we zowel in de zandstreek en als de zandleemstreek in verschillende periodes ook wat hogere waarden, maar nooit boven de 12%. Deze zijn waarschijnlijk eerder het gevolg van het lokaal voorkomen van een lindeboom dicht bij de bewoning, dan van een verhoogd voorkomen in de bossen. Tijdens de nieuwe tijd zijn de waarden voor *Tilia* overal laag (<4%).

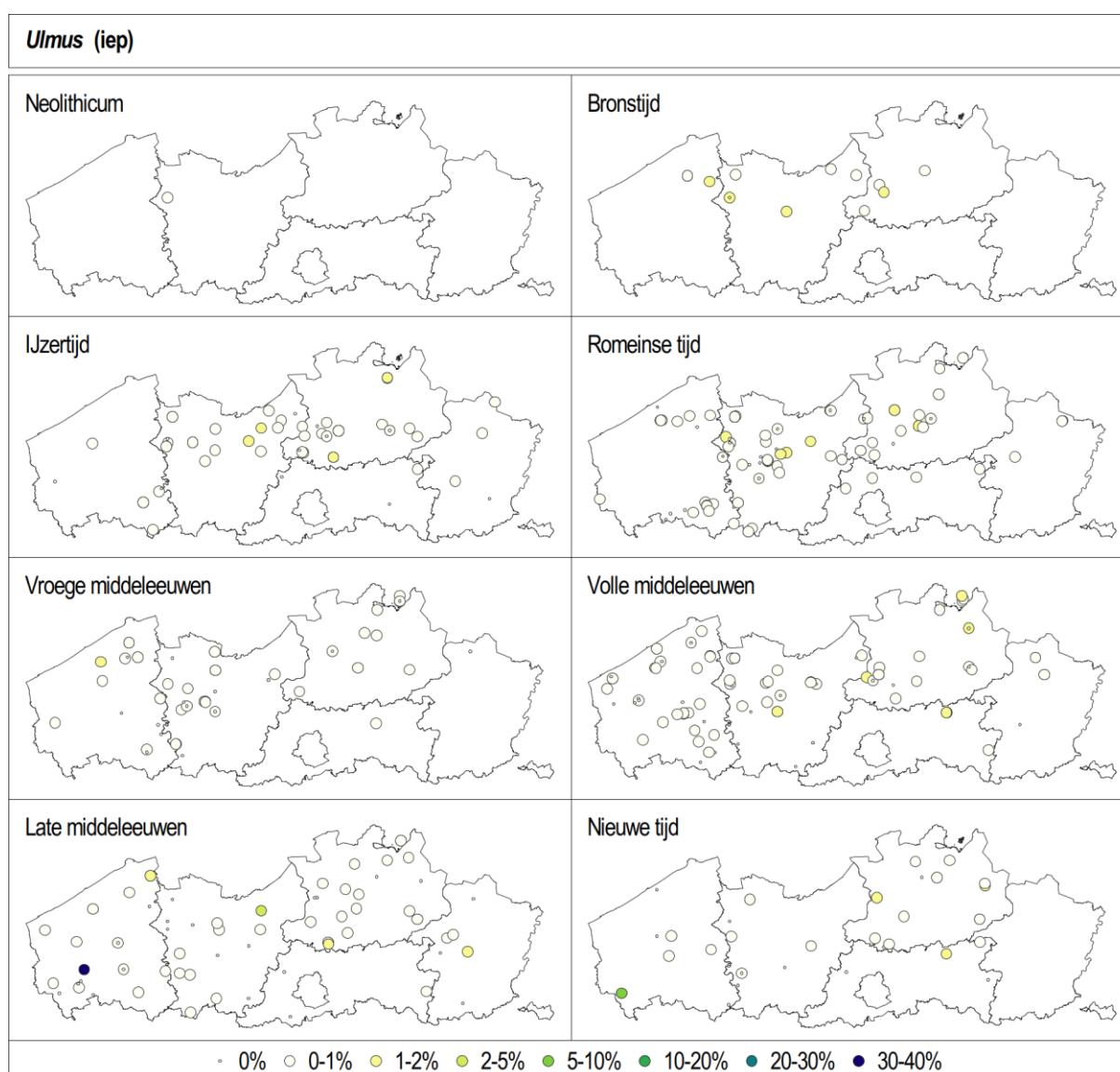


Figuur 137: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Tilia* per periode.

ULMUS (IEP/OLM)

De iep, met in Vlaanderen vooral *Ulmus glabra* (ruwe iep) en *Ulmus minor* (gladde iep), komt samen met eik en linde voor in midden-successie bossen. *Ulmus* verschijnt in Vlaanderen samen met *Quercus* rond 10 600 cal. BP. Rond 4000 cal. BP kent de iep, samen met de linde, een sterke terugval (Storme et al., 2017). De 'iepenval' is geen lokaal fenomeen, maar wordt op veel plekken in Noordwest-Europa waargenomen. De oorzaken zijn tot op de dag van vandaag nog niet opgehelderd. Een veranderend klimaat en daarmee samenhangende veranderende bodemomstandigheden, een iepenziekte en menselijk handelen worden genoemd als mogelijke oorzaken (Batchelor et al., 2014; Grosvenor et al., 2017; Parker et al., 2002; Perry & Moore, 1987; Sturludottir & Turner, 1985). Voor het Scheldebekken is menselijke impact vermoedelijk de oorzaak (Storme et al., 2017).

In Figuur 138 zien we ook na de bronstijd nooit hoge waarden, meestal <1%. Dit suggereert dat de boom de sterke terugval nooit te boven is gekomen. Er zijn enkele uitzonderingen van 5% en meer. Dit blijft nog altijd relatief weinig voor een windbestuiver, dus iep was in het Laat-Holoceen waarschijnlijk nooit echt belangrijk in de vegetatie in Vlaanderen.

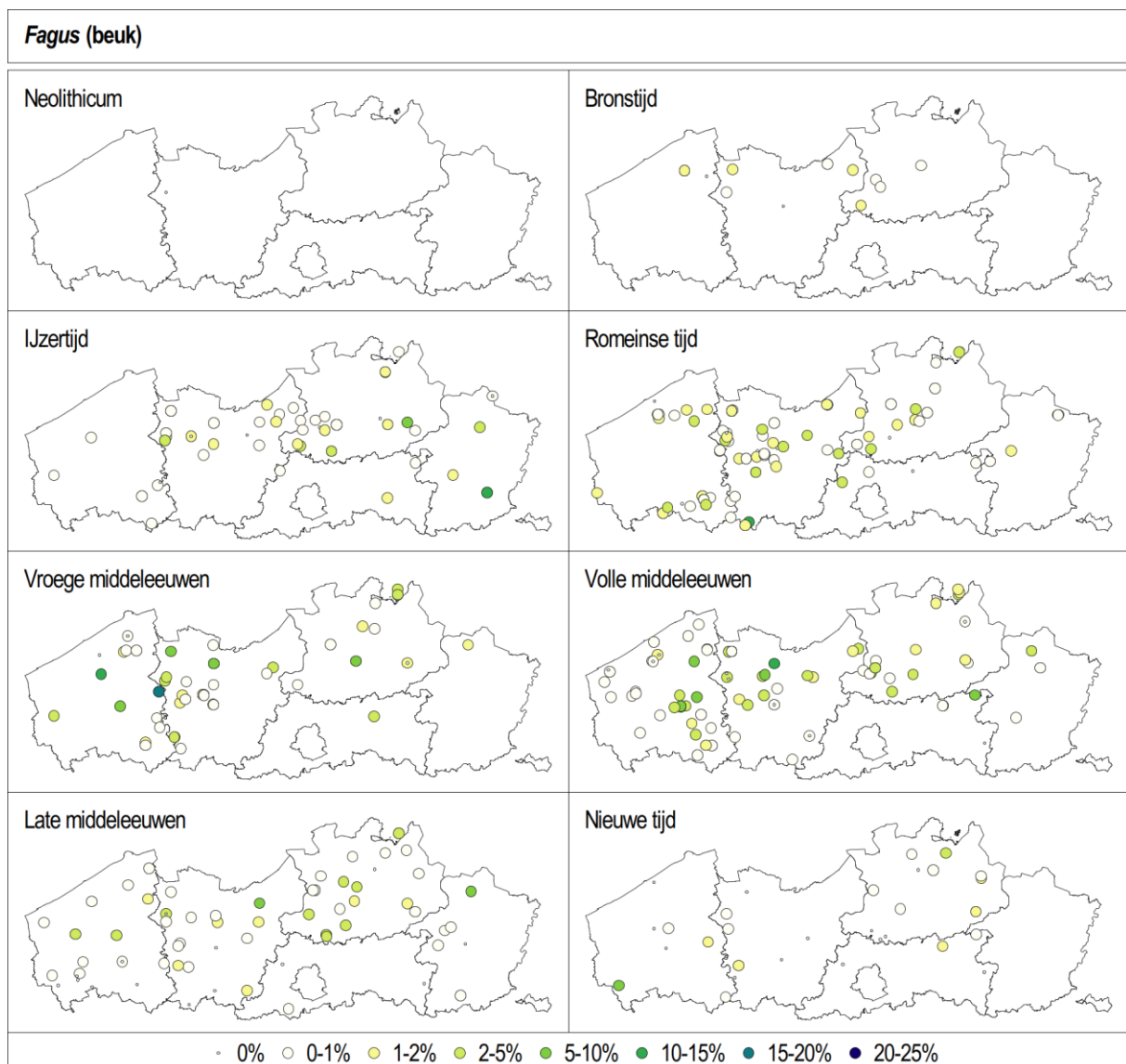


Figuur 138: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Ulmus* per periode.

4.2.3 BOMEN EN STRUIKEN: LAAT-SUCCESSIE

FAGUS (BEUK)

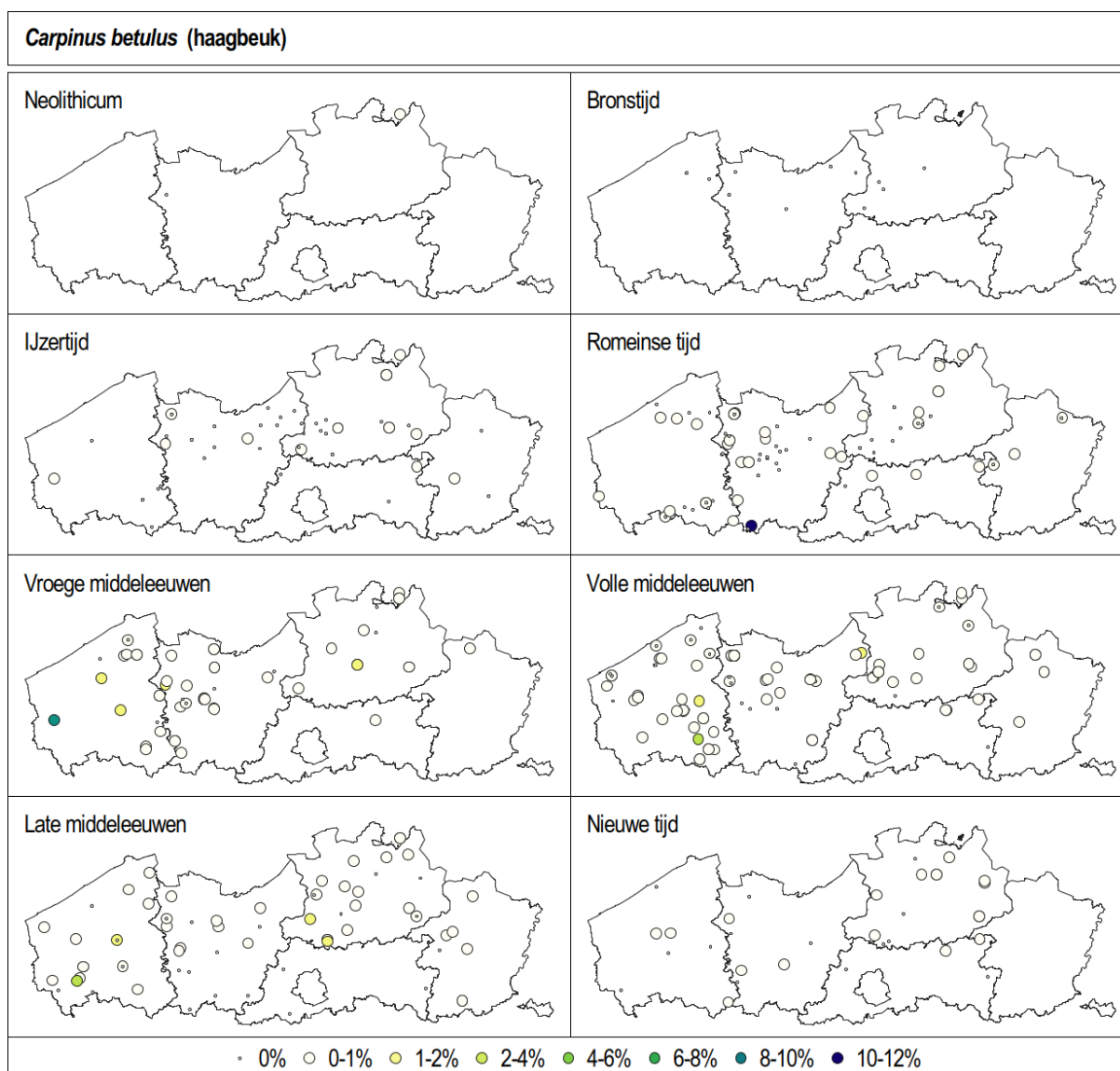
De beuk (*Fagus sylvatica*) is een boom die typisch voorkomt in oude bossen. De beuk verschijnt op het einde van de bos-successiereeks in het Holoceen en is dus een climaxsoort. Deze soort komt sinds ca. 4000 jaar geleden voor in Vlaanderen. In Figuur 139 zien we dat *Fagus* inderdaad afwezig is in het neolithicum (>4000 jaar oud). De oudste spectra met *Fagus* komen uit midden-bronstijd A en B in Brugge en Aalter. Meestal blijven de percentages beperkt tot 1 à 2%, maar vanaf de ijzertijd zijn er ook heel wat niveaus met waarden tussen 2 en 5% en uitzonderlijk zelfs boven de 10% (Bilzen, vroege ijzertijd; Ronse, midden-Romeins). Tijdens de vroege en volle middeleeuwen komen dergelijke hoge waarden frequenter voor, met name vooral in West- en Oost-Vlaanderen. Tijdens de nieuwe tijd zien we vooral veel locaties waar *Fagus* helemaal afwezig is.



Figuur 139: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Fagus* per periode.

CARPINUS BETULUS (HAAGBEUK)

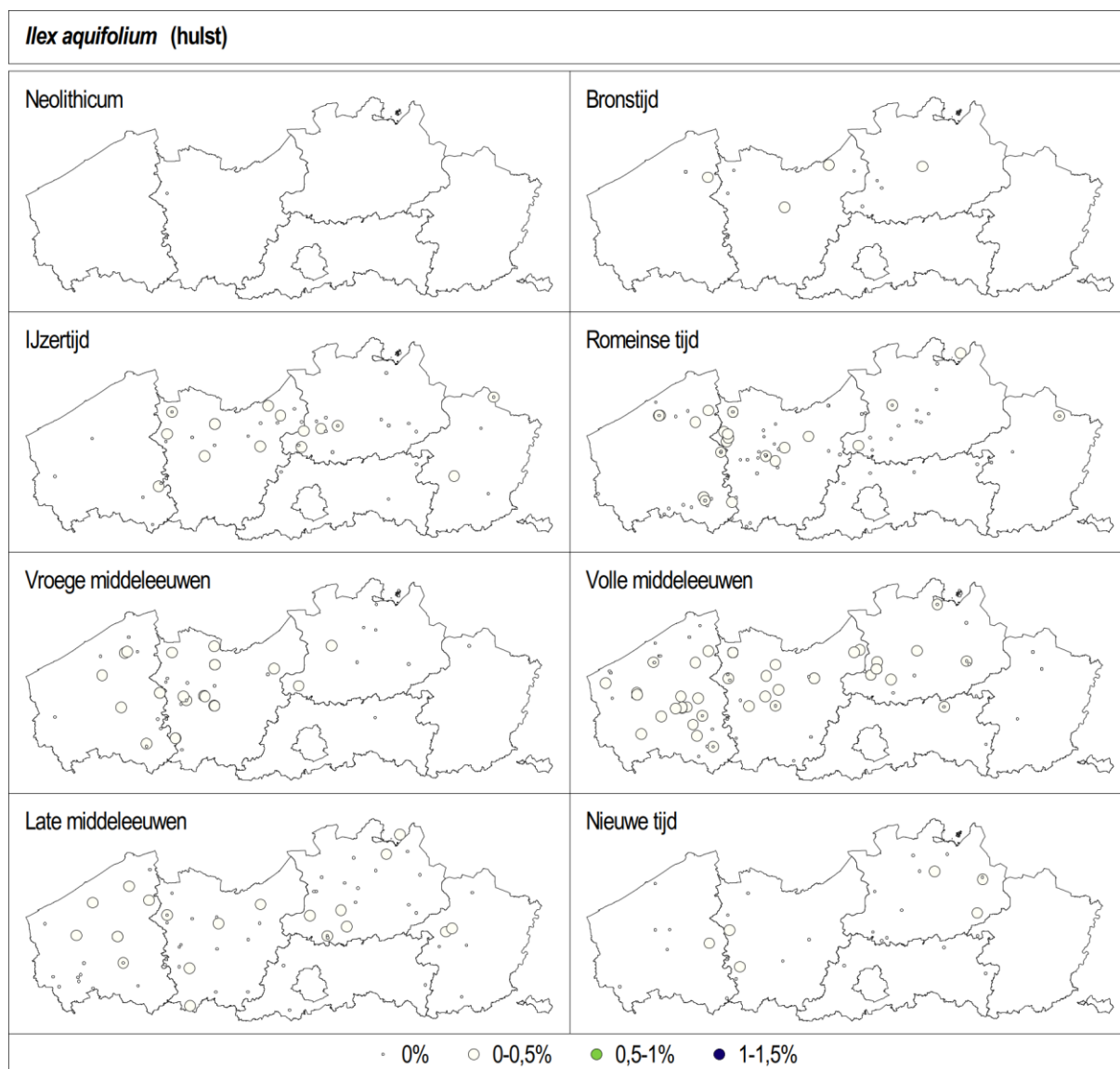
De haagbeuk (*Carpinus betulus*) heeft een voorkeur voor voedselrijke, leemhoudende bodems en komt voor in bossen gedomineerd door eik of beuk. Haagbeuk laat zich bovendien makkelijk als hakhout bewerken en komt dus vaak voor in hakhoutbosjes (Maes et al., 2006). Op basis van pollenonderzoek op natuurlijke afzettingen weten we dat hij in de streek verschijnt rond 800 v.Chr., bij het begin van de ijzertijd (Verbruggen et al., 1996). Onze data lijken dit te bevestigen (Figuur 140): geen van de spectra uit de bronstijd bevatten *Carpinus*. Vanaf de vroege ijzertijd wordt er af en toe een korrel gevonden (<1%). De percentages blijven meestal laag, uitgezonderd een midden-Romeinse site in Ronse (leemstreek, 12%), waar macroresten van haagbeuk zonder meer het lokaal voorkomen van haagbeuk in de late 2^e eeuw bevestigden. Vanaf de Merovingische periode zien we wel vaker wat hogere percentages (3-10%). Deze lijken te clusteren in de westelijke interfluvia (zandleemstreek) en de cuesta's (zandstreek). In de spectra uit de nieuwe tijd bereikt *Carpinus* geen hogere waarden dan 1%.



Figuur 140: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Carpinus* per periode.

***Ilex aquifolium* (HULST)**

Hulst (*Ilex aquifolium*) is een struik die op relatief schaduwrijke plaatsen kan gedijen en daardoor vaak voorkomt in oude bossen, in combinatie met beuk en haagbeuk. Deze soort wordt door insecten bestoven en produceert dus niet veel pollen, dat bovendien rechtstreeks van plant tot plant wordt gebracht door insecten en daarbij nauwelijks de grond bereikt. Dit pollentype wordt dan ook niet vaak aangetroffen, ook al komt hulst sinds het Vroeg-Holoceen voor in Vlaanderen. Ook in de dataset voor dit onderzoek blijkt pollen van hulst zeldzaam: de meerderheid van de spectra bevat geen *Ilex* pollen. Een zeer kleine minderheid bevat meer dan 1%, tot max. 3%. Een uitzondering hierop is de site Kluizen – Zandeken, waar 11% *Ilex* gevonden werd in een vroegmiddeleeuwse laag in de vulling van een Romeinse waterput.

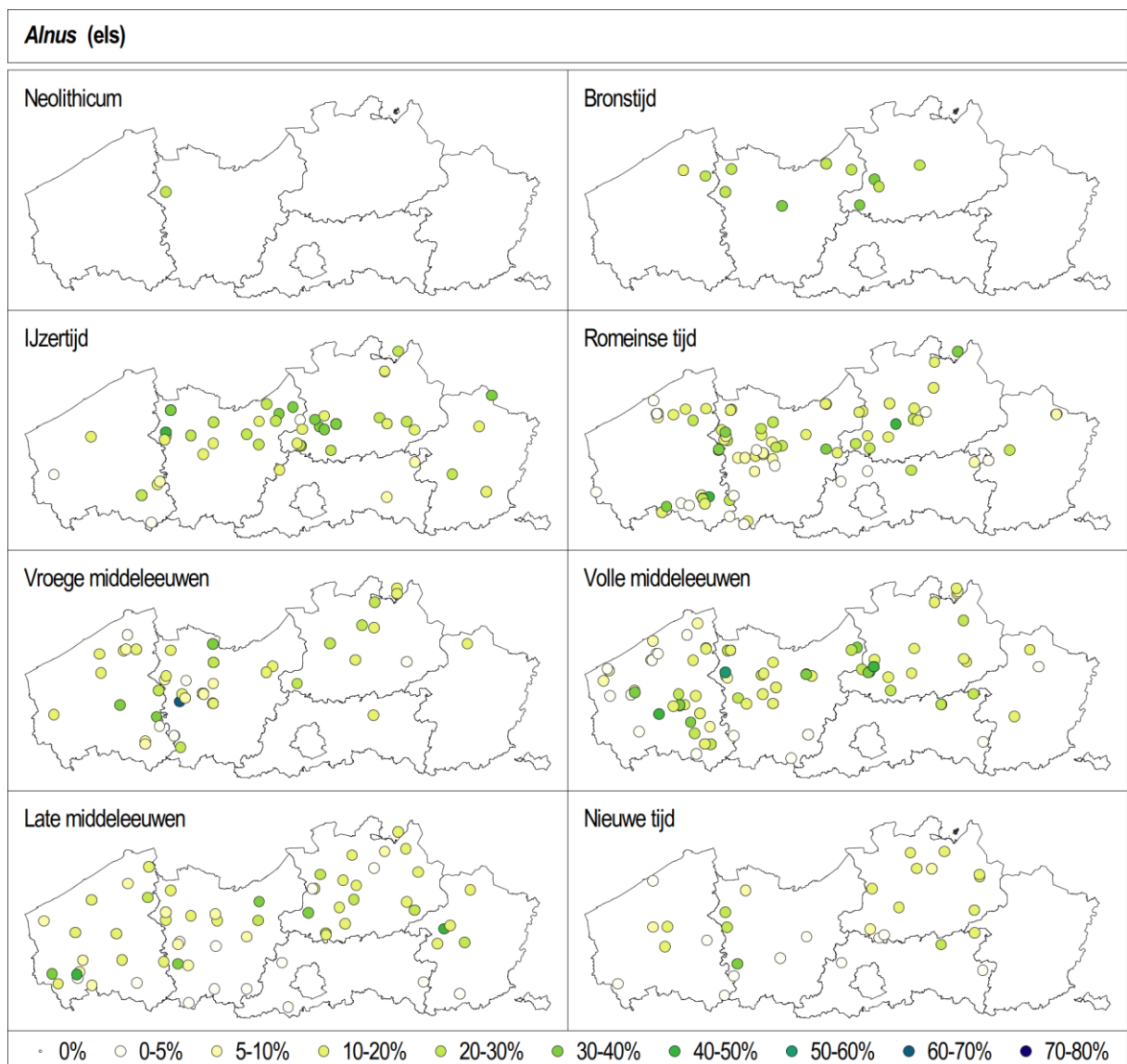


Figuur 141: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Ilex aquifolium* per periode.

4.2.4 BOMEN EN STRUIKEN: NATTE BIOTOPEN

ALNUS (ELS)

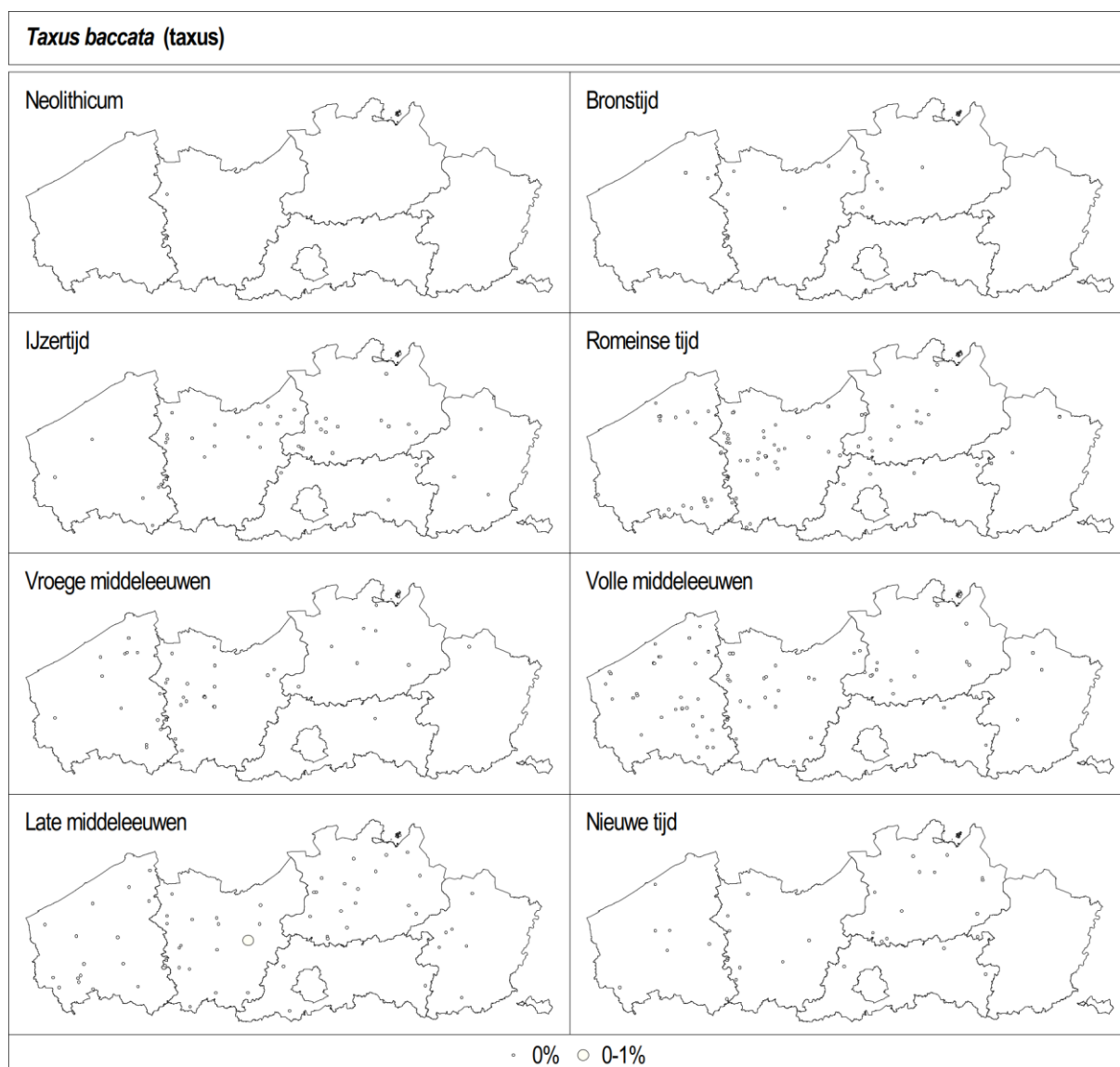
Els, met als inheemse vertegenwoordiger de zwarte els (*Alnus glutinosa*), is een veel voorkomende boom op natte bodems in moerassen en langs waterkanten. De boom komt in grote aantallen voor in de riviervalleien sinds ca. 8600 cal. BP. Deze windbestuiver produceert veel pollen (Moore et al., 1991), waardoor het pollentype vaak hoge percentages bereikt in pollenspectra. Bijna alle spectra bevatten minstens enkele procenten pollen van *Alnus*, vaak enkele tientallen procenten (Figuur 142). Waarden boven 50% zijn eerder zeldzaam in antropogene structuren, met een uitzonderlijk hoog pollenpercentage van 72% *Alnus* in een spectrum uit Kuurne – Steenovenstraat. In de leemstreek zijn de waarden vaak laag (0-5%) en komen ze niet boven ca. 20%.



Figuur 142: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Alnus* per periode.

TAXUS (TAXUS)

Van *Taxus baccata* (taxus of venijnboom) is bekend dat hij tussen 5000 en 3500 cal. BP voorkwam op veen in de kuststreek en de Scheldevallei (Deforce & Bastiaens, 2007). In onze inventaris werd dit pollentype slechts éénmaal aangetroffen (Figuur 143), namelijk in een grachtvulling uit Wichelen – Bergenmeersen, binnen de Scheldevallei. Het gaat om een laatmiddeleeuws staal, maar er kan niet worden uitgesloten dat het om ouder herwerkt materiaal gaat uit het onderliggende veen.



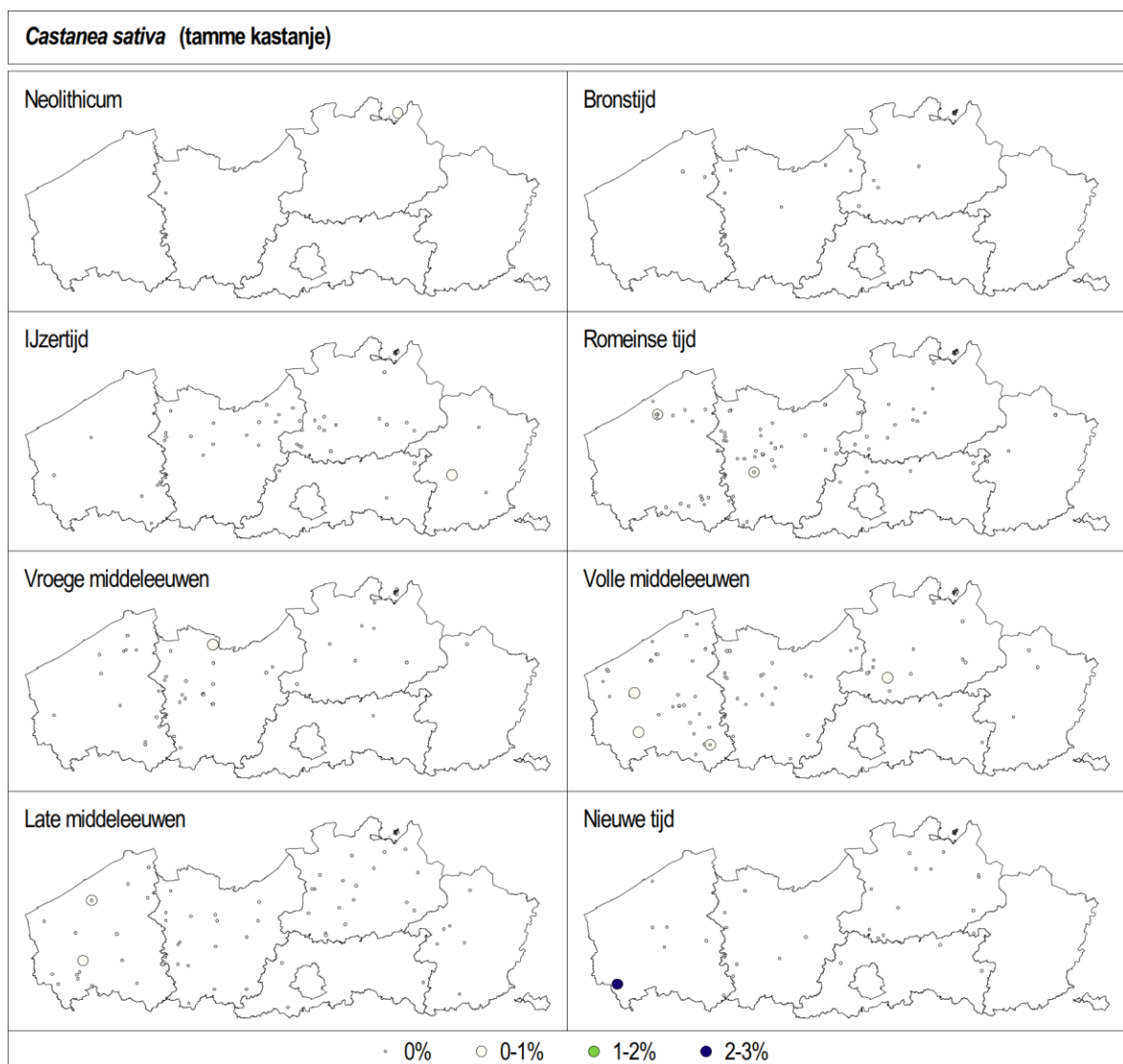
Figuur 143: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Taxus* per periode.

4.2.5 BOMEN EN STRUIKEN: MENSELIJKE INTRODUCTIES

CASTANEA SATIVA (TAMME KASTANJE)

De tamme kastanje (*Castanea sativa*) is een zogenaamde 'archeofyt': een uitheemse soort (afkomstig uit het Middellandse Zeegebied) die al vóór 1500 CE in onze streken werd ingevoerd door de mens (Lambinon et al., 2004). Er zijn in de Lage Landen vondsten van *Castanea* bekend uit de Romeinse tijd (Zeven et al., 1997).

Het pollentype wordt ook teruggevonden in afzettingen uit het Paleogeen (23-66 Ma BP), Neogeen (2.5-23 Ma BP) en de tussenijstijden van het Vroeg-Pleistoceen (2.5-0.8 Ma BP) (Jiménez-Moreno & Suc, 2007; Popescu et al., 2010; Zagwijn & De Jong, 1960).



Figuur 144: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Castanea* per periode.

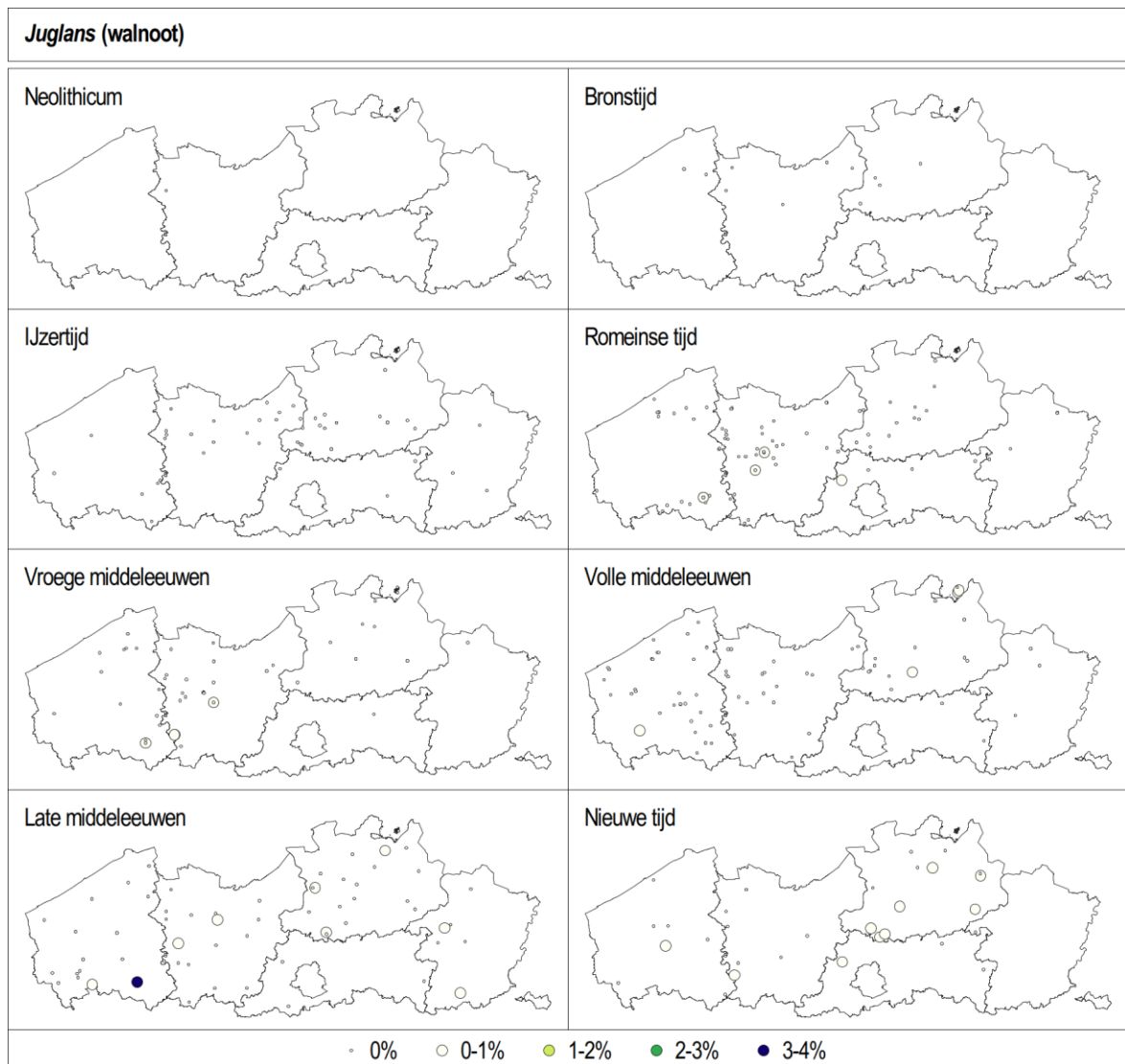
In onze inventaris komt het pollentype zelden voor (in 12 spectra, Figuur 144), wat op zich niet vreemd is voor een insectenbestuiver. De waarden liggen steeds onder de 1%, behalve in een staal uit de nieuwe tijd in Reningelst (2,8%). Het gaat hier vermoedelijk om een aanplant van één of meerdere bomen nabij de bestudeerde gracht. Anderzijds is het ook mogelijk dat we te maken hebben met herwerkt materiaal uit de Formatie van Kortrijk (Paleogeen), waarvan de top zich slechts enkele meters onder het maaiveld bevindt (bodemonkenner DOV).

De oudste vondst van *Castanea* in onze inventaris komt uit een waterput uit Hasselt – Kuringersteenweg en dateert uit de late bronstijd tot midden-ijzertijd. Dit moet heel waarschijnlijk geïnterpreteerd worden als een herwerkte stuifmeelkorrel, afkomstig uit ouderere bodemlagen. De Formatie van Bolderberg (Neogeen) komt hier lokaal voor op 3 à 4 m onder het maaiveld (bodemverkenner DOV).

Vanaf de Romeinse tijd, met vondsten in Eke en Oudenburg, mogen we de korrels van *Castanea* wel als contemporain beschouwen. De top van de Paleogene formaties ligt daar namelijk op meer dan 10 m diepte, waardoor herwerking zo goed als uitgesloten is.

JUGLANS (WALNOOT)

Ook *Juglans* is door de mens geïntroduceerd in onze streken. Het gaat om de okkernoot of walnoot (*Juglans regia*), een exoot die afkomstig is uit Zuid- en Oost-Europa. Volgens de Verspreidingsatlas Floron (NDFF, 2025) komt de walnoot reeds sinds de Romeinse tijd in de lage landen voor en werd hij in de loop der eeuwen frequent aangeplant, maar ging hij pas in de 20^e eeuw verwilderen en spontaan verspreiden. Hier geldt min of meer hetzelfde verhaal als bij *Castanea*, aangezien *Juglans* eveneens deel uitmaakte van de bossen in het Paleogeen en Neogeen (Jiménez-Moreno & Suc, 2007; Popescu et al., 2010).



Figuur 145: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Juglans* per periode.

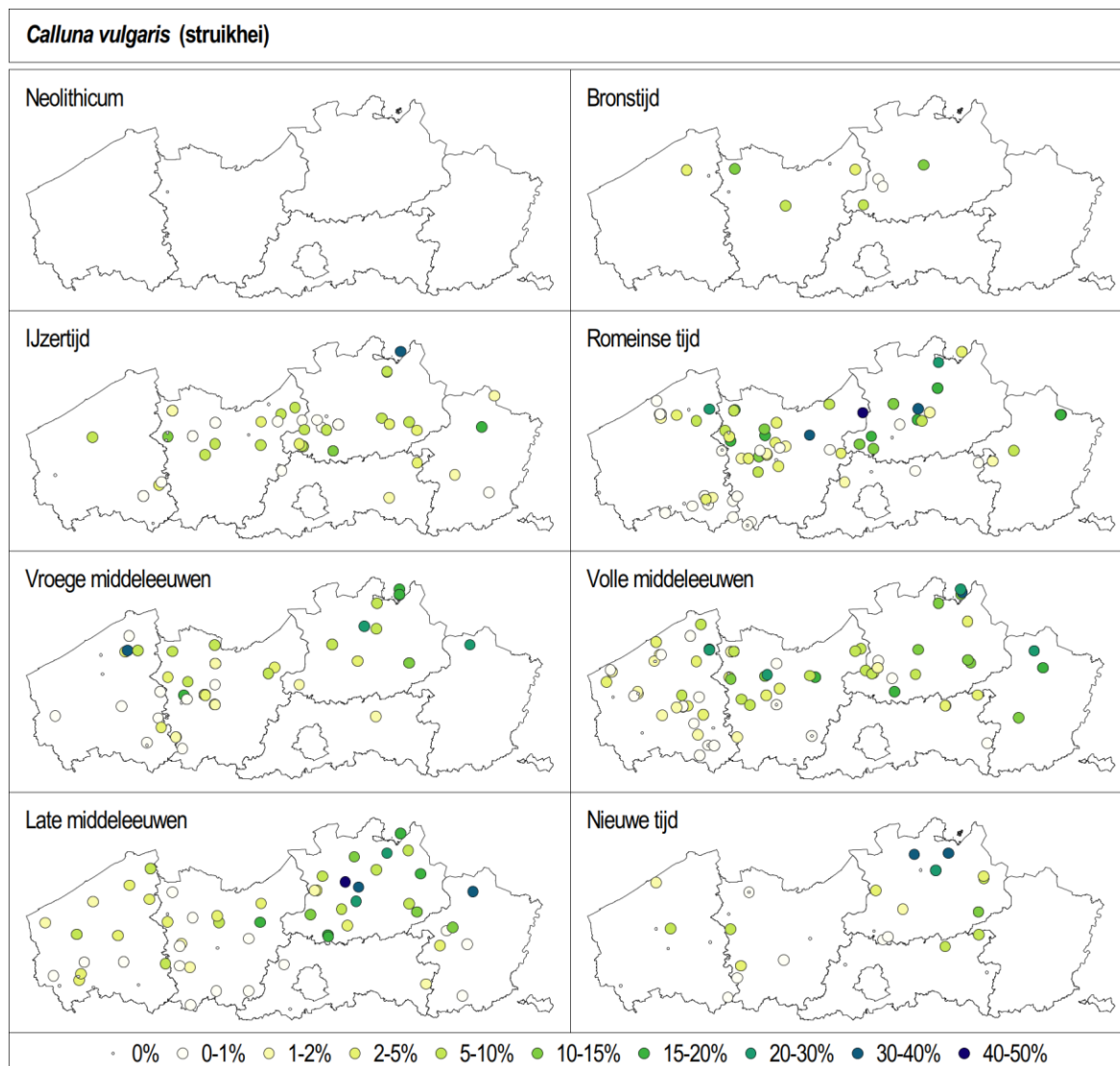
In onze inventaris komt *Juglans* voor vanaf de Romeinse tijd (Figuur 145). Het gaat steeds om kleine aantallen (<1%), behalve in een laatmiddeleeuwse waterput uit Kortrijk – Lekkerbeetstraat, waar *Juglans* 3,4% bereikt. De Paleogene Formatie van Kortrijk ligt hier op ruim 25m diepte (bodemverkenner DOV), waardoor herwerking zo goed als uitgesloten is. Het gaat dus vermoedelijk om een notelaar die vlak bij de waterput stond.

4.2.6 HEIDEPLANTEN

CALLUNA VULGARIS (STRUIKHEI)

Binnen de Ericaceae (heidefamilie) is *Calluna vulgaris* (struikhei) de meest voorkomende soort. Struikhei komt voor op arme zandgrond, maar ook op voedselarm veen. Vaak gaat het om relatief open heidevelden, maar struikhei kan ook tot bloei komen in lichtrijke bossen en op verstoringssplekken, bijvoorbeeld ten gevolge van een windval. In getijdenafzettingen komt het dikwijls voor in de herwerkte component uit geërodeerd (Storme et al., 2020b). Vaak is *Calluna* bij pollenonderzoek ook het enige pollentype dat onderscheiden wordt van de overige Ericaceae. Bij slechtere bewaring zijn de specifieke kenmerken soms niet zichtbaar en zijn korrels van *Calluna vulgaris* (deels) opgenomen onder het taxon Ericaceae undiff. De percentages van *Calluna vulgaris*

hangen dus niet alleen af van de oorspronkelijke vegetatie, maar ook van bewaringstoestand en van gewoontes van de pollenanalist qua detail van naamgeving. Daarom zijn de totale percentages van Ericaceae (4.1.1.2) betrouwbaarder wanneer we verschillende sites met elkaar willen vergelijken.



Figuur 146: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Calluna vulgaris* per periode.

Kijken we toch enkel naar *Calluna vulgaris*, dan zien we in Figuur 146 dat *Calluna* vanaf de bronstijd in de meeste spectra aanwezig is. Percentages tot ca. 10% komen in alle periodes frequent voor. Hogere percentages (tot ruim 40%) vinden we vooral in de Kempen (in alle periodes), maar af en toe ook in de rest van de zandstreek (tot en met de volle middeleeuwen).

4.2.7 CULTUURGEWASSEN: VOEDSELGEWASSEN

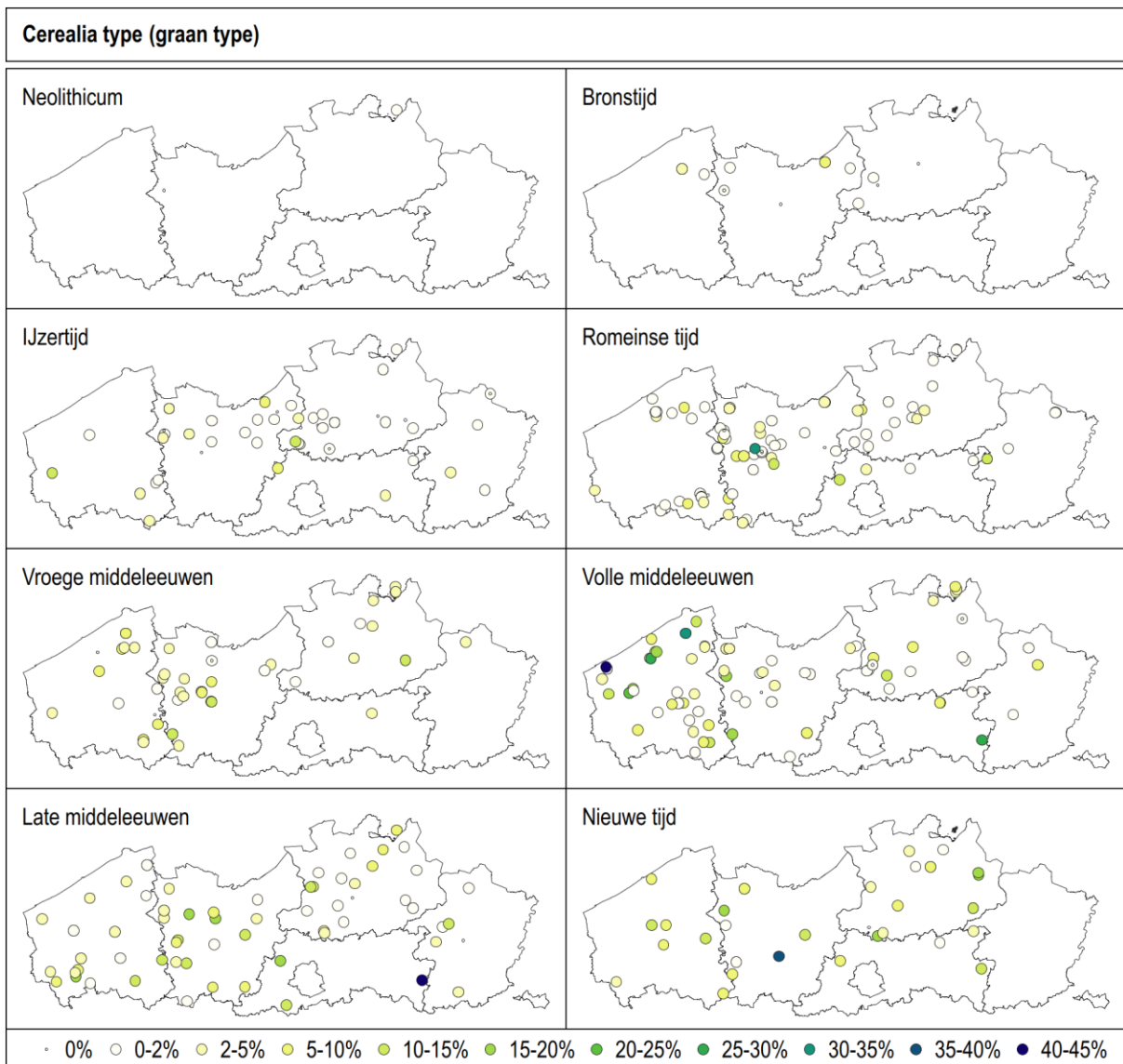
CEREBALIA TYPE (GRAAN TYPE)

Vanaf het neolithicum, met de komst van de landbouw, werden verschillende graansoorten in de loop van de tijd in onze streken geïntroduceerd (Zohary et al., 1993).

Binnen de groep van de cultuurgewassen is pollen van *Cerealia* (graan) type met voorsprong het meest frequent voorkomend. Veel graansoorten zijn zelfbestuivend en verspreiden dus nauwelijks pollen tijdens hun bloei (Jankovská & Kratochvilová, 1988; Robinson & Hubbard, 1977). Bovendien zijn de korrels zwaar en worden ze dus moeilijk meegenomen door de wind. We vinden ze dus in een zeer beperkt gebied rond de akker terug. Toch zijn er andere manieren voor wijdere verspreiding van graanpollen: het pollen komt vrij bij het dorsen van graan. Bovendien overleeft pollen de spijsvertering bij mens en dier, waardoor menselijke of dierlijke uitwerpselen vaak graanpollen bevatten (Deforce, 2016).

Secale cereale (rogge) kan meestal betrouwbaar worden onderscheiden van andere *Cerealia*-taxa. Sommige analisten onderscheiden bij goede bewaring ook geslachten (*Avena* type, *Hordeum* type, *Triticum* type) of groepen van geslachten (*Hordeum/Triticum* type), maar aangezien dit niet altijd mogelijk is, onder andere bij slechtere bewaring, en niet elke analist dit onderscheid maakt, beschouwen we alle graantypes behalve *Secale cereale* hier als één taxon. Het is echter niet uitgesloten dat er stuifmeel van rogge in dit type besloten zit, aangezien rogge niet enkel rechthoekig, maar ook rond pollen produceert en de bewaring het niet altijd toelaat om een betrouwbaar onderscheid te maken tussen rogge en andere granen. De reden waarom 'type' toegevoegd wordt aan de naam van het taxon, is omdat er ook wilde grassen bestaan met pollenkorrels met soms dezelfde kenmerken als graan (grote korrel, dikke *annulus*, (Joly et al., 2007)), bijv. *Spartina* (slijkgras, een plant van brakke grond in getijdenzones) of *Glyceria* (mannagras en liesgras, soorten van zoete natte grond, moerassen en waterkanten). We kunnen dus niet uitsluiten dat deze ook aanwezig zijn in de pollenspectra.

De meeste spectra uit de inventaris bevatten minstens enkele korrels van *Cerealia* type. Van de bronstijd tot de vroeg-Romeinse tijd zien we vooral percentages <2%, met enkele uitzonderingen tot ca. 10%. Tijdens de midden-Romeinse tijd zijn werden boven de 2% meer courant, met een uitschieter van 35% in Drongen. Vanaf de middeleeuwen zijn percentages onder de 2% in de minderheid. Zeer hoge waarden (>15%) komen voor in de vroege middeleeuwen in de Pleistocene riviervalleien rond Gent (Sint-Denijs-Westrem, Ruiselede en Merelbeke). Tijdens de volle middeleeuwen komen hogere waarden verspreid over Vlaanderen voor, maar het valt toch op dat de hoogste waarden zich concentreren in de kustpolders. Dit kan duiden op de aanwezigheid van wilde (schorre)grassen, maar kan zeker ook het gevolg zijn van het feit dat de vruchtbare kleigronden aldaar uitermate geschikt zijn voor akkerbouw. In de late middeleeuwen en de nieuwe tijd is de verdeling van waarden gelijkaardig als in de volle middeleeuwen met meestal waarden tussen de 2 en de 20%.



Figuur 147: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Cerealia type* per periode.

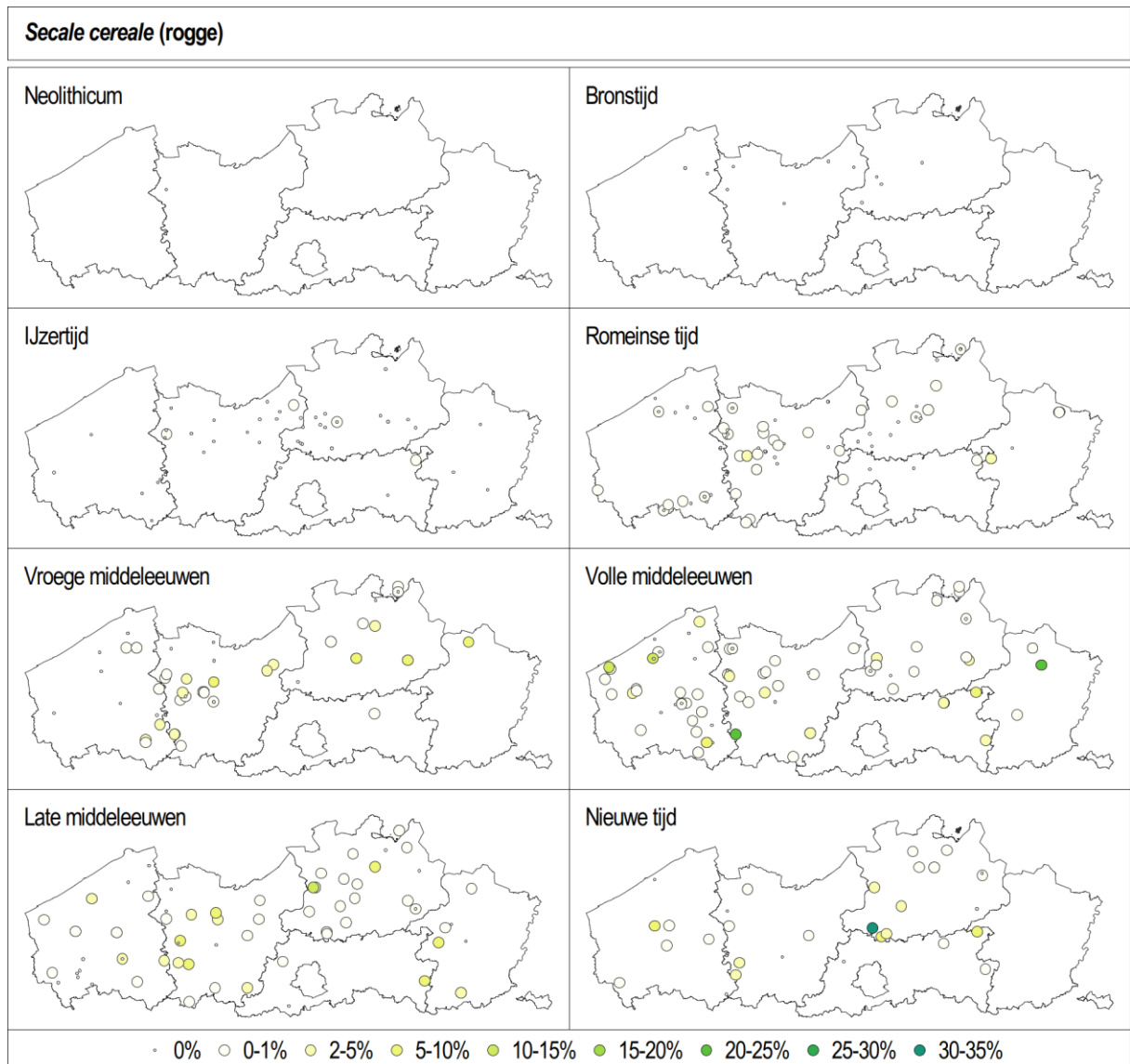
SECALE CEREALE (ROGGE)

Rogge (*Secale cereale*), is een buitenbeentje binnen de graansoorten, aangezien het pollen van deze soort beter via de wind verspreidt (Joosten & van den Brink, 1992). Daardoor wordt dit pollen niet alleen lokaal afgezet, maar maakt het ook deel uit van de regionale pollencomponent.

Zoals vermeld bij 'Cerealia type' wordt het onderscheid met de overige graantypes door de meeste analisten wel gemaakt, maar is dit niet bij elke korrel mogelijk – zeker bij minder goede bewaring, waardoor de vorm van de korrel verloren gaat. Vermoedelijk is een deel van het *Secale* pollen dus opgenomen onder het taxon Cerealia type.

Rogge wordt verondersteld in Europa als akkeronkruid te zijn geïntroduceerd met graan vanuit het Nabije Midden-Oosten. Daarnaast was het voor een groot deel van de late prehistorie een cultuurgewas van secundair belang ((Zohary et al., 1993). In Noordwest-Europa dateren de vroegste vondsten die wijzen op cultivatie uit de late ijzertijd (Behre, 1992). Deze vondsten zijn gelokaliseerd op de zandgronden ten noorden van de Rijn in Nederland en Noord-Duitsland. Vanaf de 3^e eeuw worden ook vondsten van concentraties verkoolde rogge ten

zuiden van de Rijn gevonden (Lauwerier et al., 1999). In onze inventaris (Figuur 148) vinden we geen *Secale* terug tijdens het neolithicum en de bronstijd. In de ijzertijd zijn er enkele sites verspreid over Vlaanderen waar zeer lage aantallen *Secale* pollen werden geregistreerd. Vanaf de vroeg-Romeinse periode zien we frequenter aanwezigheid van *Secale* in lage hoeveelheden (meestal <1%, overal ≤2,5%). Toch blijft *Secale* afwezig in meer dan de helft van de Romeinse stalen. Vanaf de vroege middeleeuwen komt *Secale* in ruim de helft van de spectra voor, steeds vaker met hogere percentages (>5%). Waarden boven de 10% zien we pas vanaf de volle middeleeuwen, onder andere in Koksijde – Ter Weide, de enige site in de inventaris die in de kustduinen gelegen is. De hoogste waarden voor de volle middeleeuwen vinden we in Wortegem – Diepestraat en Peer – Panhoven. De allerhoogste waarde van *Secale* in de inventaris is voor Willebroek – Ceresstraat (34%) in de nieuwe tijd.

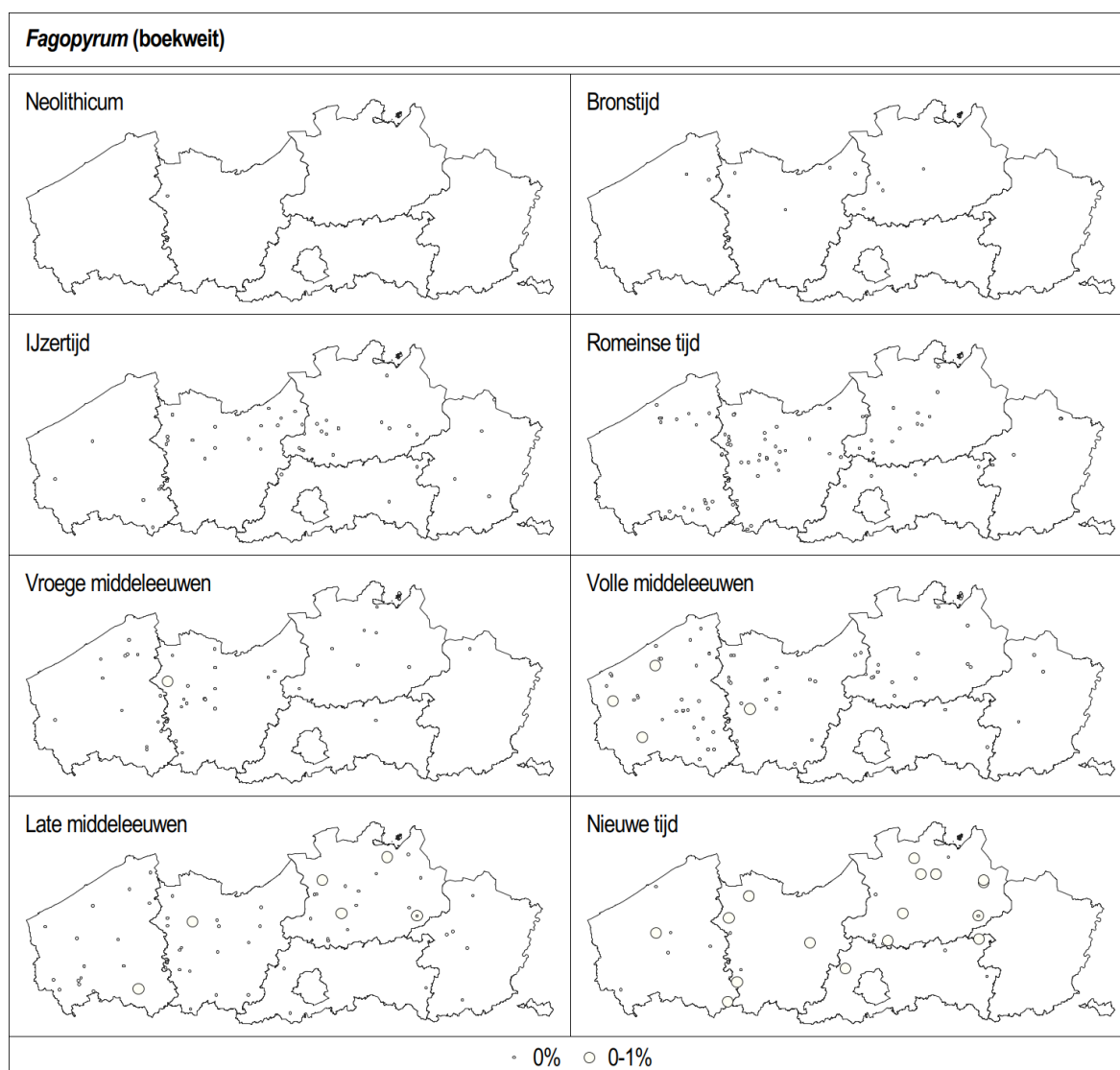


Figuur 148: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Secale cereale* per periode.

FAGOPYRUM (BOEKWEIT)

Boekweit (*Fagopyrum esculentum*), behoort tot de duizendknoopfamilie en is dus strikt genomen geen graan, ook al worden de zaden op dezelfde manier gebruikt. Boekweit werd volgens historische bronnen in de volle middeleeuwen als voedselgewas geïntroduceerd in West-Europa (Mazza, 2000). Er zijn evenwel vondsten van boekweitpollen die ouder zijn gedateerd (de Klerk et al., 2015). Deze plant wordt door insecten bestoven en produceert dus niet zo veel pollen. Aantallen zijn dus zelden hoog in pollenspectra van waterputten.

In onze inventaris (Figuur 149) bedraagt het maximum 1,2%. Het vroegste voorkomen vinden we in de Aalter, waar een vermoedelijke Karolingische ouderdom werd bepaald voor de waterput. Deze datering is onzeker, dus het spoor kan ook jonger zijn. De eerste voorkomens van *Fagopyrum* met duidelijke datering in onze inventaris zijn voor vier sites uit de volle middeleeuwen in het westen van Vlaanderen (zand- en zandleemstreek). De bestudeerde sporen dateren uit het einde van de volle middeleeuwen, meestal vanaf de 12^e eeuw (Alveringem mogelijk iets vroeger, met een gekalibreerde ¹⁴C-datering van 1034-1164 AD). De introductie van boekweit in Vlaanderen lijkt daarom vermoedelijk te hebben plaatsgevonden in de 12^e eeuw. In de late middeleeuwen zien we ook aanwezigheid in de Kempen, maar nog steeds slechts zeer sporadisch. Pas in de nieuwe tijd komt *Fagopyrum* voor in een meerderheid van de spectra, zij het nog steeds met zeer lage aantallen.



Figuur 149: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Fagopyrum* per periode.

VITIS VINIFERA (WIJNSTOK)

Druiven werden reeds in de Romeinse tijd ingevoerd (Zeven et al., 1997), maar wijnstok (*Vitis vinifera*) werd waarschijnlijk pas lokaal geteeld vanaf de middeleeuwen (Ghesquière et al., 2024). Wijnstok wordt door insecten bestoven en produceert heel weinig pollen dat zich bovendien slecht verspreidt, zelfs in de omgeving van wijngaarden (Turner & Brown, 2004). Pollen van wijnstok kan ook afkomstig zijn van consumptie van druiven, rozijnen of wijn waarbij het *Vitis* pollen via menselijke uitwerpselen in archeologische sporen terecht komt. Deze geconsumeerde producten zijn niet noodzakelijk van lokale teelt. De studie van pollen is dus eigenlijk geen goede manier om wijnbouw in Vlaanderen in kaart te brengen.

In de inventaris (Figuur 150) komt pollen van *Vitis* éénmaal voor in de Karolingische periode in Merendree. In de late middeleeuwen komt dit pollentype in drie pollenspectra verspreid over Vlaanderen voor. Het meest opvallend is het spectrum uit Kortrijk met 11% *Vitis*. In dit spoor werden eveneens druivenpitten gevonden. Het gaat dus duidelijk om consumptieafval.



Figuur 150: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Vitis vinifera* per periode.

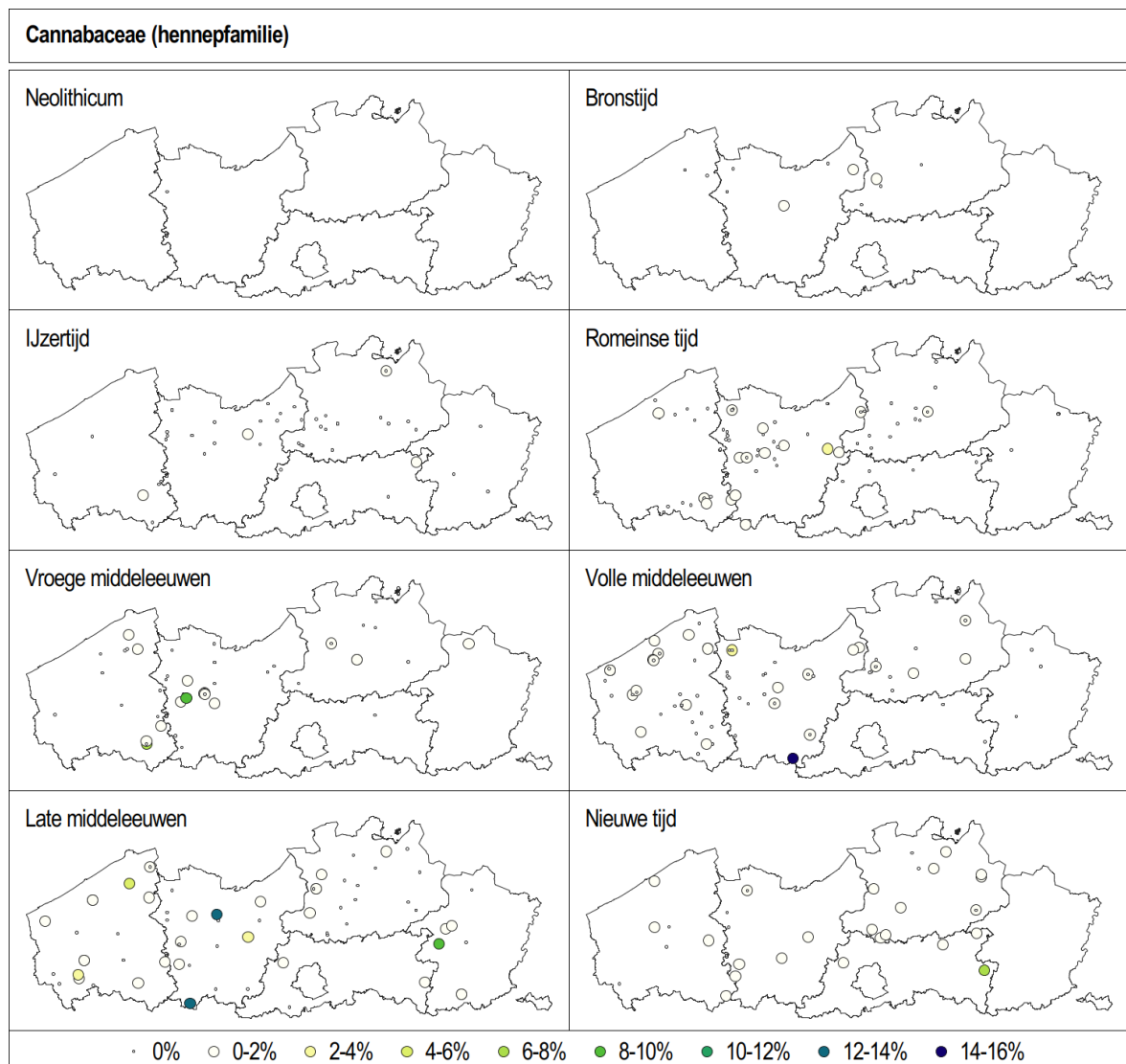
4.2.8 CULTUURGEWASSEN: VEZEL- EN OLIEGEWASSEN

CANNABACEAE (HENNEPFAMILIE)

Onder de hennepfamilie worden alle identificaties van hennep (*Cannabis sativa*) en hop (*Humulus lupulus*) samengenomen. Het onderscheid kan soms gemaakt worden op basis van afmetingen en vorm van de pollenkorrels en de vorm van de *annulus* van het pollen, maar er is een zekere overlap, dus vaak is determinatie enkel mogelijk op familieniveau.

Voor een groot deel van het Holoceen mogen we ervan uitgaan dat pollen van dit type afkomstig is van hop, een inheemse liaan in bossen en struwelen, die ook op nattere bodems kan groeien en langdurige overstromingen verdraagt (NDFF, 2025). Pollen van *Humulus lupulus* zal nooit afkomstig zijn van de kweek van hop voor bierproductie, aangezien daarvoor de onbevuchte vrouwelijke vruchtkegels (hopbellen) gebruikt worden. Mannelijke – stuifmeel producerende – planten worden dus niet gekweekt.

Hennep wordt sinds lang gekweekt voor zijn vezels, gebruikt bij het maken van touw en textiel, maar ook voor zijn zaden waar olie uit geperst kan worden. We mogen ervan uitgaan dat een deel van het pollen van de hennepfamilie, vanaf de historische periodes, afkomstig is van hennep.



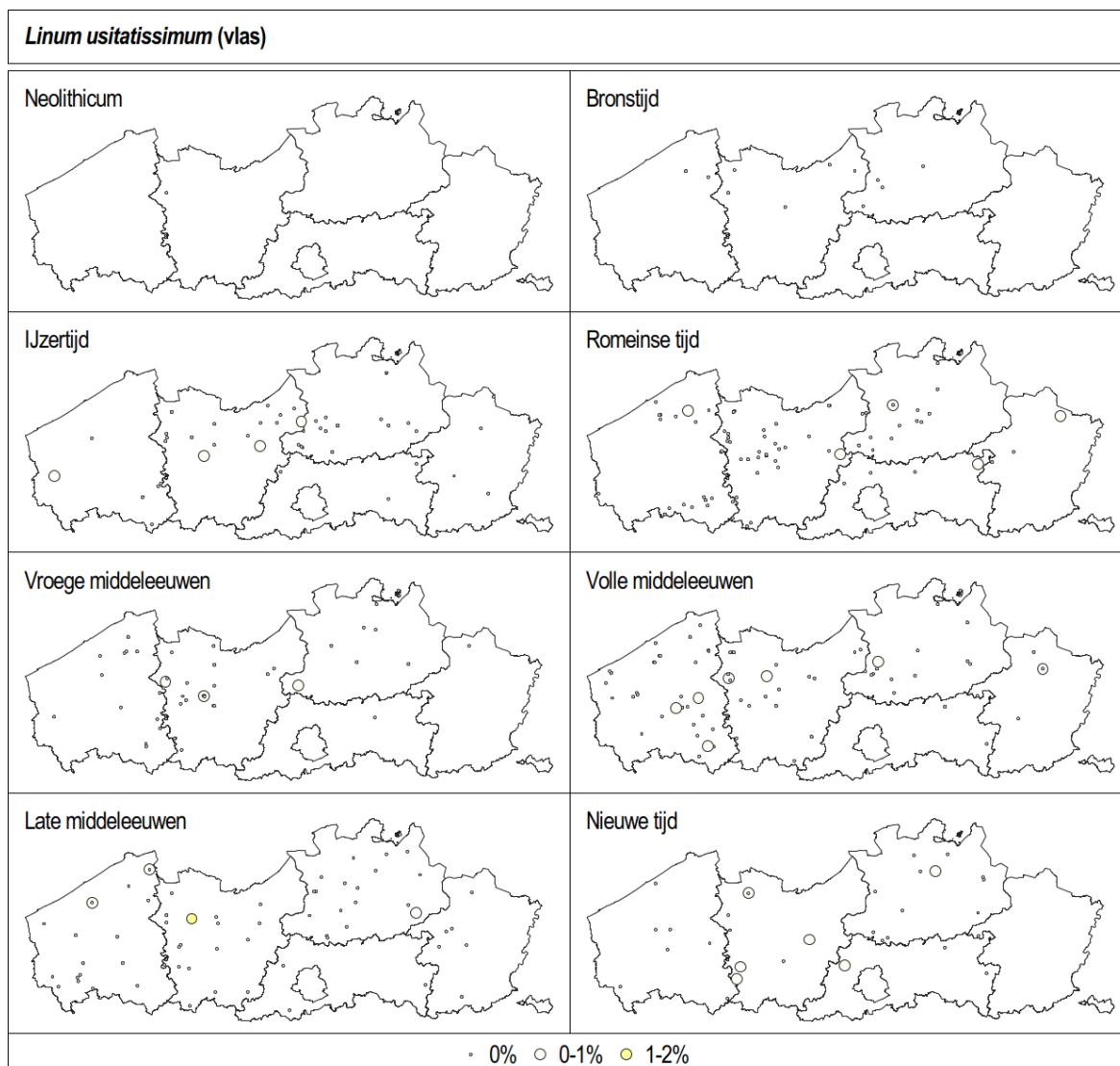
Figuur 151: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor Cannabaceae per periode.

In onze inventaris (Figuur 151) zien we zeer lage waarden in een minderheid van de spectra uit de bronstijd en de ijzertijd. Dit pollen zal door hop zijn geproduceerd, aangezien hennep door de Romeinen is geïntroduceerd. Ook vanaf de Romeinse tijd tot en met de late middeleeuwen blijft dit pollentype afwezig in een meerderheid van de spectra. Waar Cannabaceae pollen wel voorkomt, gaat het meestal om lage waarden (0-2%), maar in elke periode zijn er wel enkele spectra met hogere waarden (tot 15%). Vooral in de late middeleeuwen zijn er meer spectra met hogere waarden. In de nieuwe tijd komt dit pollentype in de meerderheid van de spectra voor, maar zo goed als altijd met lage waarden.

***LINUM USITATISSIMUM* (VLAS)**

De gekweekte vorm van vlas (*Linum usitatissimum*) komt uit het Nabije Midden Oosten (Zohary et al., 1993). Het is één van de oorspronkelijk gecultiveerde gewassen uit de neolithische revolutie. De Lineaire Bandkeramiekcultuur bracht de soort naar België in het neolithicum (Salavert, 2011). Vlas wordt net als hennep gebruikt voor twee doeleinden: van de vezels wordt linnen gemaakt en van de zaden wordt lijnzaadolie geperst. Vlas wordt door insecten bestoven en produceert dus niet veel pollen. Het pollen is bovendien groot en zal dus niet ver verspreid raken door de wind. De bloemen – en dus ook het pollen – zijn niet van nut in de linnen- of olieproductie, maar toch kunnen de gebruikte plantenresten pollen met zich meedragen. Meer dan natuurlijke depositie, zal het pollen van vlas het gevolg zijn van lokale vlasverwerking.

In de inventaris (Figuur 152) komt *Linum* voor vanaf de ijzertijd. Voor alle periodes geldt dat het aantal spectra met *Linum* klein is en dat de percentages zo goed als altijd zeer laag zijn (<1%). Enkel in de late middeleeuwen is er één spectrum met een iets hogere waarde voor *Linum* (2%).



Figuur 152: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Linum usitatissimum* per periode.

4.2.9 RUDERALEN EN AKKERONKRUIDEN

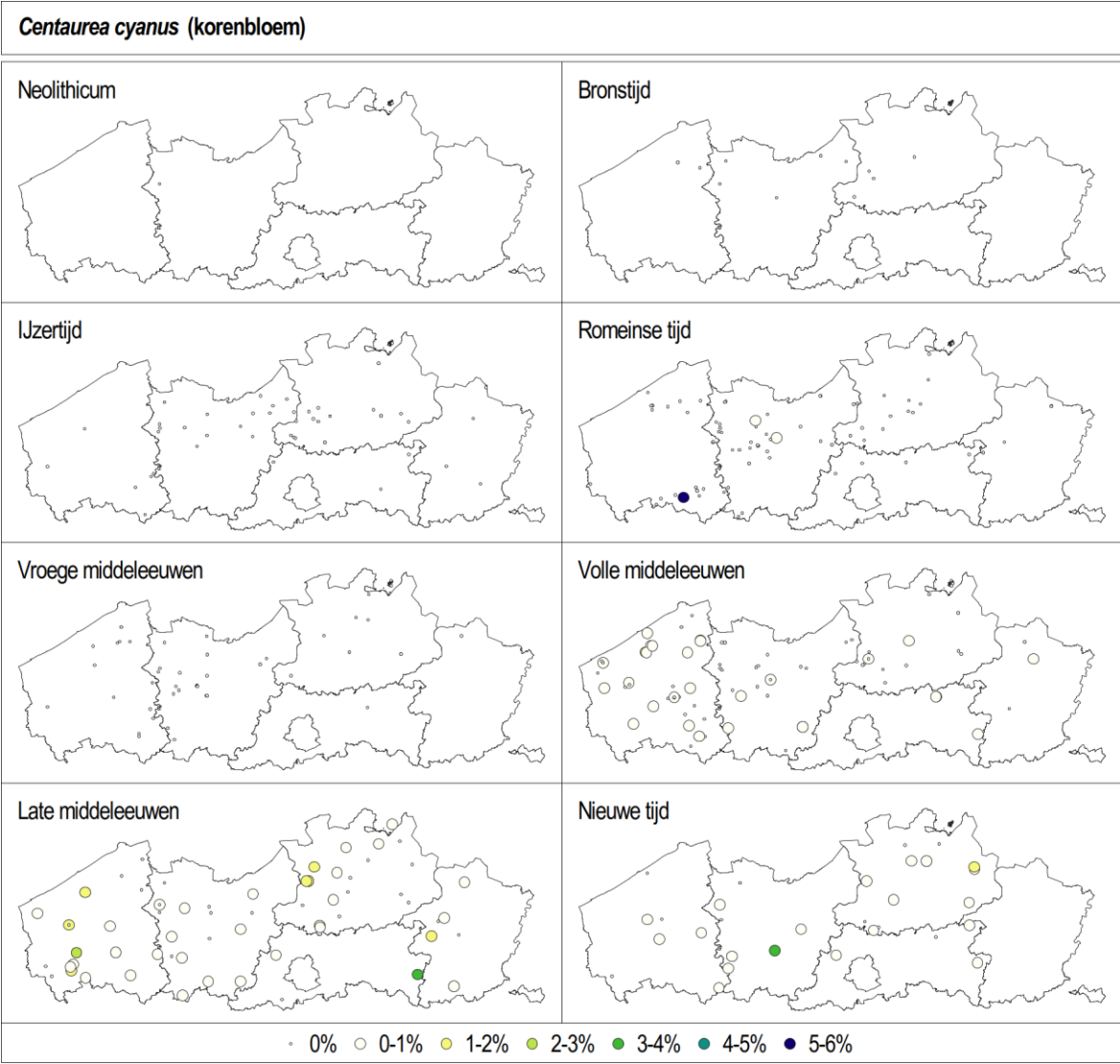
***CENTAUREA CYANUS* (KORENBLOEM)**

De korenbloem (*Centaurea cyanus*) is archeofyt: een soort die niet inheems is, maar reeds vóór 1500 werd ingevoerd (NDFF, 2025). Het is een soort die traditioneel vaak voorkwam in graanakkers, maar sinds de 20^e eeuw sterk achteruit is gegaan door moderne landbouwtechnieken.

Archeobotanisch onderzoek toont aan dat de korenbloem in Nederland aanwezig is vanaf de vroege middeleeuwen en pas in groten getale vanaf de volle of late middeleeuwen (Bakels, 2012). Dit onderzoek vermeldt eveneens enkele zeldzame vondsten uit de laat-Romeinse periode, die allemaal uit het zuiden van Nederland afkomstig zijn. Deze sites situeren zich allen aan de Maas of Rijn, de belangrijkste transportroutes van de Romeinen. Het is dan ook de vraag of deze resten van *Centaurea cyanus* van lokale komaf zijn.

In de inventaris zien we de eerste voorkomens van *Centaurea cyanus* in de midden-Romeinse periode in drie sites binnen de ecoregio Pleistocene riviervalleien (Figuur 153). In het spectrum uit Wevelgem bedraagt het aandeel van *Centaurea cyanus* zelfs 6%, naast hoge percentages graan en verschillende andere

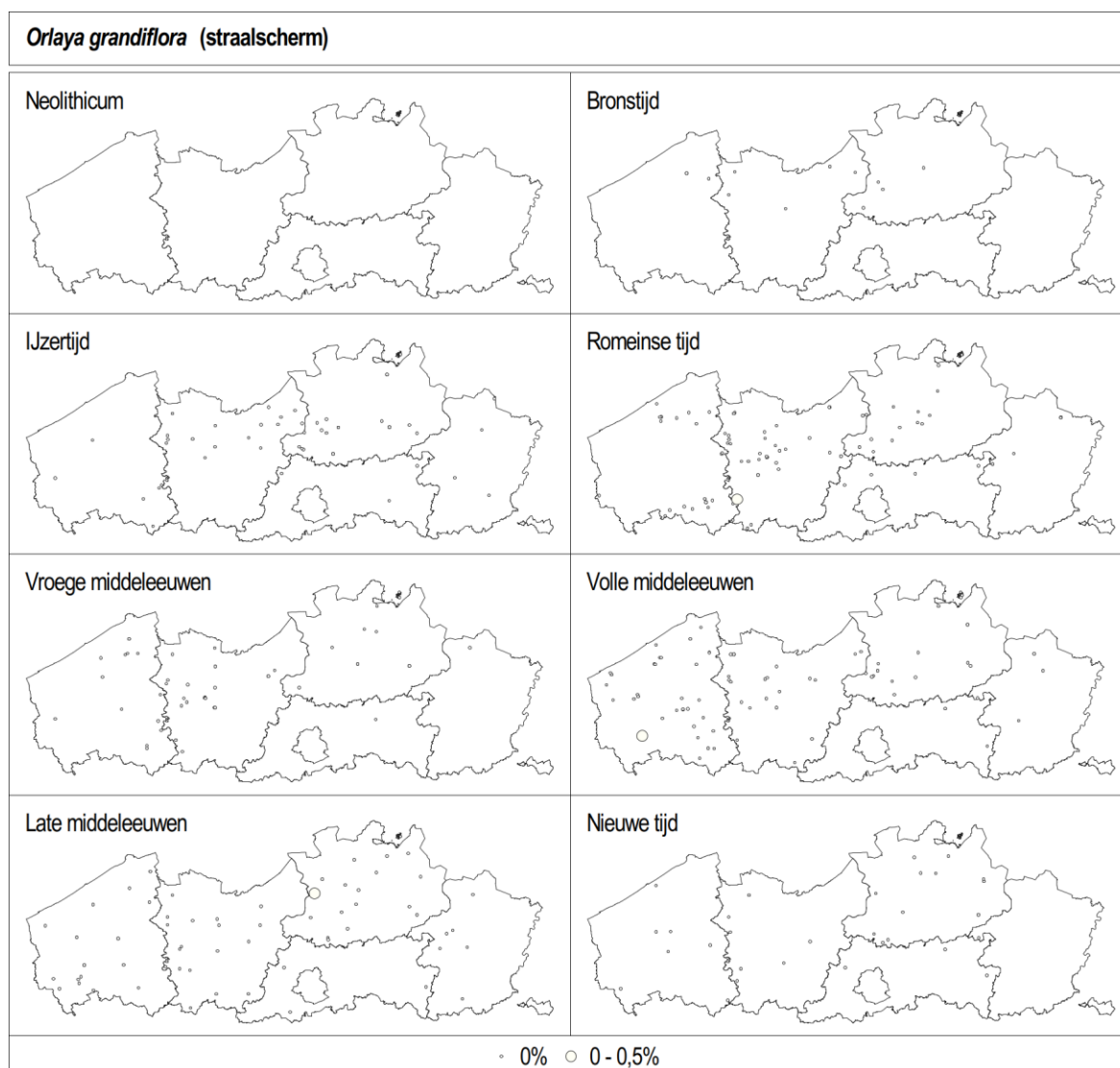
akkeronkruiden. Mogelijk is hier stro of dorsafval in de spoorvulling terechtgekomen. De datering van dit spoor, o.b.v. aardewerk én ¹⁴C-datering wordt betrouwbaar geacht. Tijdens de vroege middeleeuwen komt dit pollentype dan weer niet voor. In de volle middeleeuwen is *Centaurea cyanus* aanwezig in een kwart van de spectra, steeds met waarden lager dan 1%. In de late middeleeuwen en de nieuwe tijd vinden we dit pollentype terug in ruim de helft van de spectra en af en toe ook met iets hogere waarden (1-5%).



Figuur 153: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Centaurea cyanus* per periode.

ORLAYA GRANDIFLORA (STRAALSCHERM)

Net als korenbloem is straaalscherm (*Orlaya grandiflora*), een ingevoerde soort die typisch voorkomt op graanakkers. Deze soort behoort tot de Apiaceae en is één van de pollentypes die bij redelijke bewaring te onderscheiden zijn van andere types uit deze familie. Toch valt niet uit te sluiten dat er korrels van *Orlaya grandiflora* niet verder gedetermineerd zijn dan tot op familieniveau. De inventaris geeft dus mogelijk geen volledig beeld.



Figuur 154: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Orlaya grandiflora* per periode.

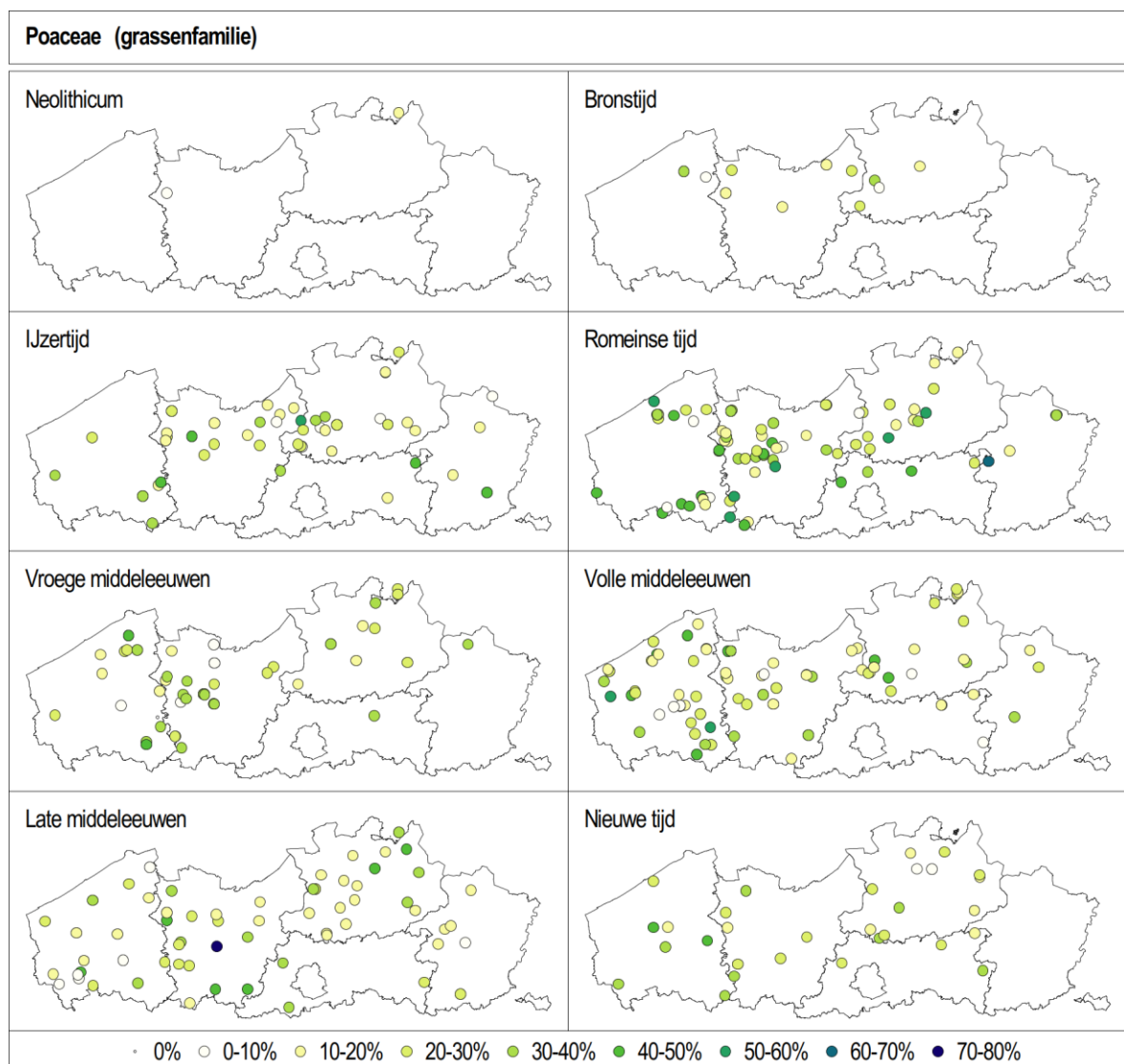
In de inventaris vinden we *Orlaya grandiflora* slechts driemaal terug (Figuur 154): in de laat-Romeinse periode, de volle en de late middeleeuwen. Het gaat steeds om zéér lage waarden (<0,5%). Dit pollentype wordt regelmatig aangetroffen in middeleeuwse beerputten. In dergelijke gevallen wordt het geïnterpreteerd als onbedoeld mee-geoogst en geconsumeerd met het graan (Eichhorn & Brinkkemper, 2018), maar in dergelijke gevallen kan niet worden uitgesloten dat het graan betreft dat van elders is ingevoerd. Deze vondsten uit waterputten tonen mogelijk aan dat de soort effectief in Vlaanderen voorkwam, al is het ook mogelijk dat het pollen met mest is meegekomen.

4.2.10 GRASLANDPLANTEN

POACEAE (GRASSENFAMILIE)

Grassen (Poaceae) zijn windbestuivers en produceren zeer veel pollen, waardoor ze in pollenspectra meestal het dominante pollentype zijn binnen het NAP. We nemen in dit pollentype alle korrels op die kleiner zijn dan $37\mu\text{m}$, waardoor naast graan ook sommige natuurlijke grassoorten worden uitgesloten (cf. Cerealia type, 0). Grassen komen voor in vrijwel alle soorten milieus, van brak tot zoet, van nat tot droog, van voedselarm tot voedselrijk, in zowel natuurlijke als antropogene vegetaties. Aangezien het om een grote familie gaat, is de ecologische betekenis eerder klein. Grassen kunnen wel gezien worden als een indicator van openheid, aangezien ze vooral talrijk aanwezig zijn in open vegetaties.

In de inventaris zien we lage waarden in de bronstijd, stijgend naar de Romeinse periode. In de middeleeuwen zien we een zeer divers beeld, met hoge en lage waarden verspreid over het gehele gebied. We verwijzen naar de bespreking van de evolutie van graslandplanten (4.1.1.5), aangezien Poaceae veruit het grootste aandeel vormen in deze groep en de trends dus sterk gelijklopend zijn.



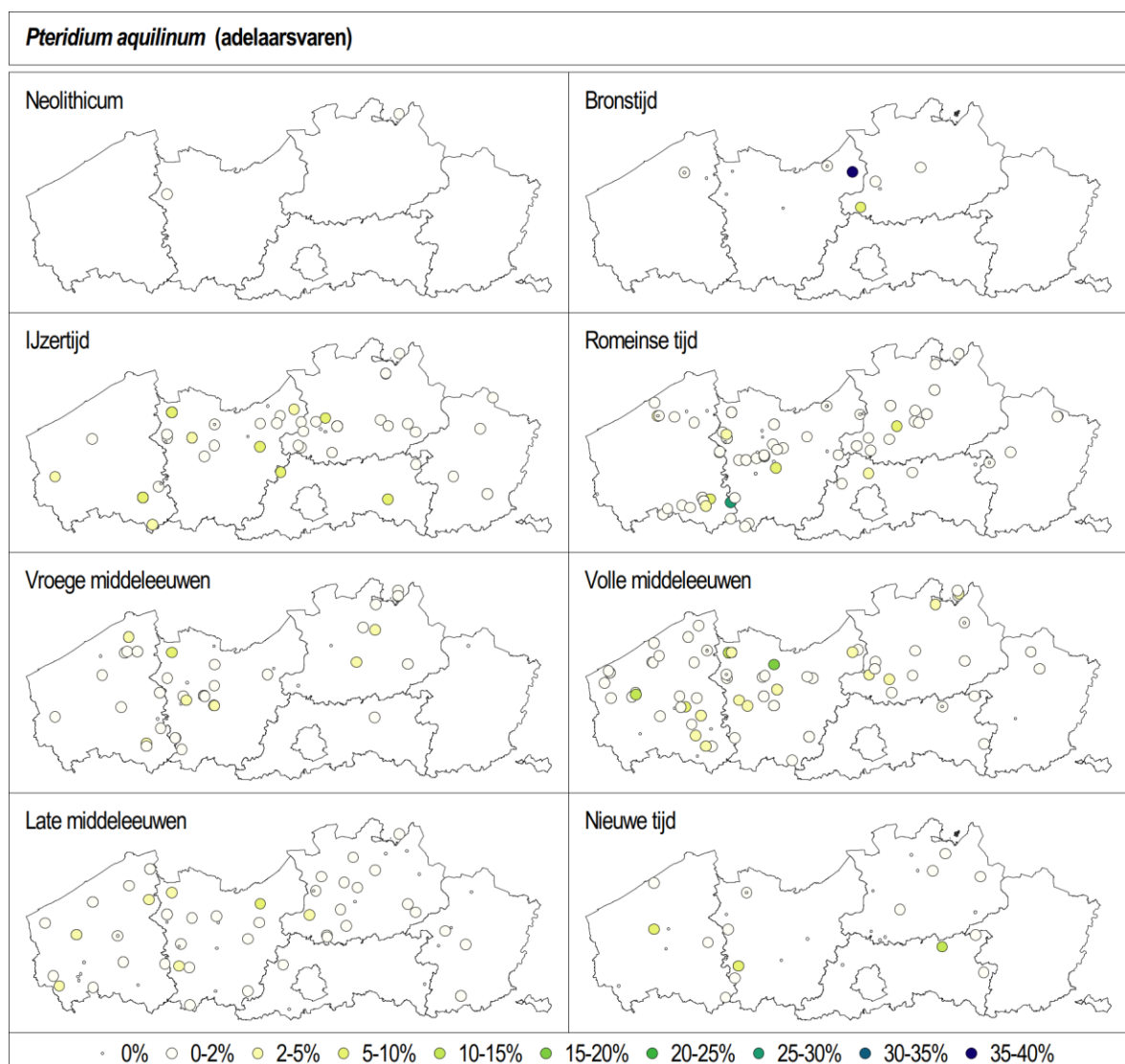
Figuur 155: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor Poaceae per periode.

4.2.11 SPORENPLANTEN

PTERIDIUM AQUILINUM (ADELAARSVAREN)

Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) is een oud-bos-indicator die voorkomt op eerder voedselarme, zure grond in bossen en bosranden, maar ook kan overleven op verstoorde grond, zoals kapvlakten, brandplekken, na bebossing in heide, akkers en bermen en op uitdrogend veen (NDFF, 2025), al zal hij in sterk verstoorde milieus op den duur verdwijnen. Aangezien adelaarsvaren een zekere mate van licht nodig heeft, is het in bossituaties een indicator voor wat opener bos.

In alle periodes tot en met de late middeleeuwen zijn sporen van *Pteridium* aanwezig in ruim de helft van de spectra. Meestal gaat het om lage waarden (<2%), al zijn percentages tussen 2 en 10% niet ongevoen. Hogere waarden (>10%) komen zowel in de zandstreek, zandleemstreek als leemstreek voor. In de kustpolders zijn de waarden voor *Pteridium* steeds laag (<3%).



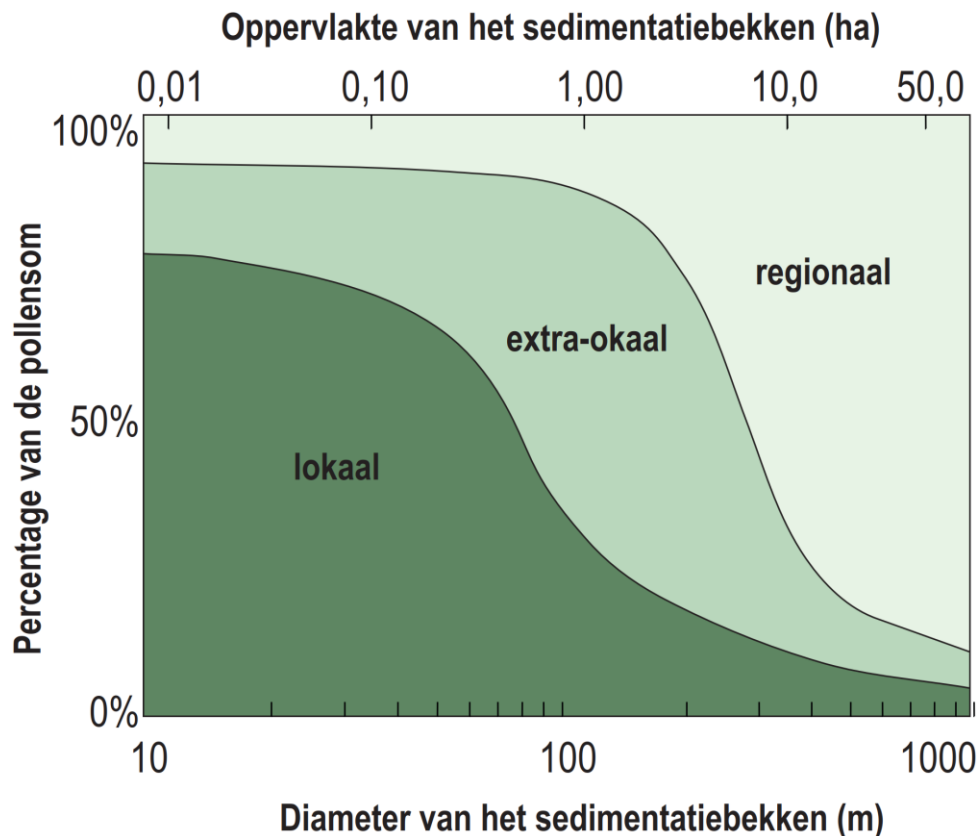
Figuur 156: Ruimtelijke spreiding van pollenspectra met percentages voor *Pteridium aquilinum* per periode.

4.3 INTERPRETATIE EN DISCUSSIE

4.3.1 INTERPRETATIE VAN POLLENSPECTRA UIT ANTROPOGENE STRUCTUREN

De hier gebruikte palynologische data zijn afkomstig uit waterputten en andere diepe uitgegraven antropogene structuren zoals grachten en poelen. Al deze structuren, met uitzondering van de enkele kringgreppels van rond grafheuvels, waren waarschijnlijk tijdens hun aanleg en gebruik gesitueerd op het erf of in ieder geval dicht bij de menselijke bewoning of andere plaatsen waar (landbouw)activiteiten plaatsvonden. Bovendien betreft het steeds structuren met een heel beperkte diameter, van hoogstens enkele meters. Dit verschilt sterk van de meeste 'klassieke' palynologische studies, waar paleolandschappelijke informatie meestal verkregen is uit grote moerassen, veengebieden, restgeulen of meren, die met diameters van enkele honderden meters tot enkele kilometers een groter opvangbekken zijn (Jacobson & Bradshaw, 1981; Moore et al., 1991). Een gevolg van deze elementen is dat de pollendata die gebruikt zijn voor deze studie, niet alleen voornamelijk de vegetatie op en rond de plaatsen waar menselijke bewoning was zullen reflecteren, maar ook een heel 'lokaal' beeld geven van de vegetatie rond de bestudeerde structuren, terwijl die andere studies voornamelijk informatie geven over de 'natuurlijke' vegetatie en bovendien over een veel grotere regio (van Amerongen, 2020). Hoe kleiner de diameter van het sedimentatiebekken waarin het pollen wordt opgevangen, hoe groter het aandeel van het pollen dat afkomstig is van de lokale vegetatie (Figuur 157). Vermoedelijk bevat slechts één van de sites die in de dataset zijn opgenomen structuren die een beeld geven van de vegetatie relatief ver verwijderd van bewoningssites, namelijk Kluizen (Deforce et al., 2020). Op deze site zijn waterputten opgegraven en palynologisch onderzocht die na opgave van de bewoning in de Romeinse periode lang zijn blijven openliggen en waar ook de hogere lagen in de opvulling goed bewaard pollen bevatten die de vegetatie reflecteren tijdens de vroegmiddeleeuwse periode, terwijl deze locaties onbewoond bleef.

De evolutie van de vegetatie die in dit rapport beschreven wordt, moet dan ook niet gezien worden als de algemene vegetatie-evolutie in Vlaanderen van het neolithicum tot aan de nieuwe tijd, maar enkel of toch voornamelijk van dat gedeelte van het landschap dat door de mens bewoond werd en de onmiddellijke omgeving daarvan. Een gevolg hiervan is dat er voor de interpretatie van de gegevens rekening gehouden moet worden met de mogelijkheid dat de waterputten in meer of mindere mate beïnvloed kunnen zijn door deze menselijke activiteiten en dat de pollenspectra niet in alle gevallen een zuivere weerspiegeling zullen zijn van de vegetatie, maar het gevolg zijn van natuurlijke depositie enerzijds en bedoelde of onbedoelde antropogene aanvoer van plantenresten (huishoudelijk of consumptieafval, dorsresten, mest, ...) anderzijds.



Figuur 157: Relatie tussen de grootte van het sedimentatiebekken en de oorsprong van het pollen dat daarin terecht komt (naar Jacobson & Bradshaw, 1981).

Een ander belangrijk element bij de interpretatie is dat de hier gehanteerde groepen van pollentypes geen absolute indicatoren van een landgebruik. Zo komen bijvoorbeeld veel van de soorten die gegroepeerd zijn onder 'heideplanten' (zoals *Calluna*, *Vaccinium*, *Ericaceae*) zowel in heide als in bos voor. Ook omgekeerd komen bomen niet enkel in bos voor, maar zeker in de buurt van bewoning ook bomenrijen, hagen, geriefbosjes en als solitaire bomen.

4.3.2 CHRONOLOGISCH OVERZICHT

NEOLITHICUM

Voor het neolithicum zijn er nauwelijks pollendata beschikbaar. Ze tonen dat minstens delen van de zandstreek dicht bebost waren. Waarschijnlijk valt dit beeld door te trekken voor de volledige zandstreek, aangezien er op dat moment nauwelijks bewoning was. De bossen bestonden vooral uit gemengde eikenbossen met naast eik onder andere berk, linde, iep, hazelaar. Els domineerde op nattere grond zoals in alluviale gebieden. In de bossen kwamen beuk en haagbeuk nog niet voor; deze verschijnen in de onderzochte sites pas later.

BRONSTIJD

Voor de **vroege bronstijd** zijn er geen pollendata in de inventaris. Figuur 31 toont een zeer beperkt aantal archeologische sporen. Het gaat voornamelijk om begravingen. Dit wordt bevestigd door Capuzzo et al. (2023). Het feit dat er in Vlaanderen heel weinig herkenbare bewoning was tijdens deze periode, verklaart waarschijnlijk ook het ontbreken van palynologische gegevens uit diep uitgegraven antropogene structuren. Voor latere fasen van de bronstijd zijn er opnieuw enkel gegevens uit de zandstreek. Op basis van de weinige data die we hebben,

lijkt het bos tijdens **midden-bronstijd A** in de Pleistocene riviervalleien nog bijna even gesloten als in het neolithicum, met het verschil dat er nu ook hier en daar beuk voorkomt (nog geen haagbeuk). Enkel in Brugge, nabij de kustvlakte, zien we een signaal van een meer open vegetatie. Tijdens de **midden-bronstijd B** en de **late bronstijd** blijft de zandstreek sterk bebost, maar zien we een enigszins toenemende openheid van het landschap met meer kruiden. De variatie aan kruiden in de pollenspectra is meestal laag, al kan dat ook een vertekening zijn als gevolg van de oververtegenwoordiging van boompollen: bomen produceren over het algemeen veel pollen, dus in beboste milieus wordt het pollen van kruiden moeilijk zichtbaar bij standaard pollensommen. Het gaat vooral om grassen en heide.

Over de evolutie van de vegetatie in de (zand)leemstreek kunnen we geen uitspraken doen. De inventaris van archeologische sites suggereert dat dit gebied tijdens de bronstijd minder bewoond werd dan in de zandstreek. De kuststreek was vermoedelijk onbewoond, aangezien daar nog veengroei plaatsvond (Allemeersch et al., 2023; Deforce & Bastiaens, 2013).

IJZERTIJD EN VROEG-ROMEINSE TIJD

Ook tijdens de ijzertijd en de vroeg-Romeinse tijd lijkt er op basis van de archeologische inventaris meer bewoning in de zandstreek te zijn dan daarbuiten. Dit vertaalt zich opnieuw in meer data voor de zandstreek, maar niet in meer openheid van de vegetatie aldaar. De weinige spectra uit de ijzertijd en de vroeg-Romeinse tijd in de zandleem- en leemstreek getuigen, ondanks de beperkte archeologische aanwijzingen voor bewoning, van een **open landschap**, met vooral grasland, en in de zandleemstreek ook belangrijke waarden voor cultuurgewassen, wat wijst op graanakkers en/of het verwerken van graan nabij de bestudeerde site. Dit is niet verrassend gezien de vruchtbare bodems in de (zand)leemstreek. Heide kwam hier nauwelijks voor. Het spectrum met bijna 50% boompollen in Anzegem (focusregio Kruisem-Wortegem) is een uitzondering die zowel geografisch als qua pollenspectrum nauw bij de Pleistocene riviergebieden aansluit.

In de zandstreek zien we ondanks de bewoning juist nog steeds een zeer **groot aandeel bos** in het landschap. Van de vroege ijzertijd naar de late ijzertijd en vroeg-Romeinse tijd zien we een lichte afname van het bos en vanaf de late ijzertijd zijn er in elk van de ecoregio's wel enkele uitzonderingen met beduidend meer open landschap. Dit moet een lokaal signaal zijn van ontbossing rondom de bewoning, binnen een verder nog steeds bosrijk landschap. Vanaf de ijzertijd komt ook haagbeuk voor in de bossen. In de open zones nabij de nederzettingen kwam er tijdens de ijzertijd frequent heide voor in de gehele zandstreek, maar wat prominenter in de Kempen.

Voor de kuststreek zijn er nauwelijks indicaties van bewoning en er zijn geen palynologische gegevens uit archeologische structuren.

MIDDEN-ROMEINSE TIJD

De midden-Romeinse tijd verschilt op een aantal vlakken van de voorgaande periodes. Er zijn veel meer pollendata beschikbaar (nog steeds meer in de zandstreek dan daarbuiten) en ook de archeologische inventaris toont meer bewoning. Dit laatste geldt voor alle bodemtypes. Wat de samenstelling van pollenspectra betreft, verdwijnen de contrasten tussen bodemtypes in deze periode grotendeels: waar de (zand)leemstreek op basis van enkele pollenspectra eerder een **toename van bebossing** vertoont, zien we in de zandstreek juist een **toenemende openheid**. In de Kempen is de ontbossing over het algemeen meer uitgesproken dan in de rest van de zandstreek, terwijl de cuesta's in deze en volgende periodes juist meer bebost zijn. De afname van het bosareaal lijkt te hebben geleid tot een toename van **grasland** en **verstoorde grond**, meer dan heide, al blijft heide wel aanwezig in de zandstreek. Het resultaat is een meer uniform landschap over het hele studiegebied heen dan dat vóór de midden-Romeinse tijd het geval was.

De midden-Romeinse tijd is de eerste periode met bewijzen voor bewoning en met palynologische gegevens in de kustpolders. De samenstelling van de spectra is zeer uiteenlopend. Het kruidenpollen is waarschijnlijk grotendeels afkomstig uit de lokale schorren. De hogere waarden voor boompollen kunnen deels verklaard worden door input van pollen uit het binnenland, met name vanuit de dekzandrug tussen Brugge en Gistel, die in deze periode blijkbaar nog bebost was. Anderzijds kan pollen uit verspoeld veen het AP-percentage beïnvloeden. Er zijn voor deze periode geen palynologische data van op de dekzandrug zelf, maar de archeologische inventaris toont dat er wel bewoning was.

De inventaris toont dat tijdens deze periode enkele exoten geïntroduceerd werden: tamme kastanje en walnoot werden uit Zuid- of Oost-Europa ingevoerd en komen sporadisch voor, vermoedelijk als aanplant bij bewoning. Rogge komt sporadisch voor, maar nog niet in die mate dat we mogen besluiten dat het bewust werd geteeld. Ook de korenbloem verschijnt vanaf deze periode sporadisch in de pollendata, waarschijnlijk meegereisd met zaaigoed voor graan. Het sporadisch voorkomen van pollen van korenbloem is een mogelijke aanwijzing dat deze plant hier voorkwam vanaf de Romeinse periode. Voor Nederland werd er lang van uitgegaan dat dit pas het geval was vanaf de middeleeuwse periode (Bakels, 2012).

LAAT-ROMEINSE PERIODE

Voor de laat-Romeinse periode is de hoeveelheid beschikbare pollendata opnieuw laag. Dit is niet verwonderlijk aangezien het aantal sites dat wijst op bewoning ook zeer sterk gereduceerd is in elk van de bodemtypes (Figuur 40). Dit geldt niet enkel voor de provincies West- en Oost-Vlaanderen, maar voor heel Vlaanderen (Van Thienen, 2016; Van Thienen et al., 2023; Van Thienen & Dodd, 2025a, 2025b). De sterk **afgenomen bewoningsomvang en -dichtheid** kan doen vermoeden dat we hier een regeneratie van bos te zien zouden krijgen. Deze hypothese wordt echter niet eenduidig bevestigd door de data: in de meeste regio's zien we een status quo ten opzichte van de midden-Romeinse tijd, in andere vertoont de bebossing een stijging (Oostkamp) of juist een daling (Oudenburg). Aangezien de evoluties in vegetatie gebaseerd zijn op een beperkt aantal spectra, is het niet duidelijk in hoeverre ze trends in de regio weerspiegelen. De blijvende openheid kan waarschijnlijk verklaard worden door het feit dat we enkel pollendata hebben uit sites waar de bewoning wel doorloopt. Mogelijke bosregeneratie doet zich wellicht wel al voor buiten deze sites, zoals zichtbaar is in Kluizen.

MEROVINGISCHE TIJD

De meeste pollengegevens zijn afkomstig uit de zandstreek. Hier zijn de pollenspectra zeer uiteenlopend, met extremen van ca. 20% tot meer dan 90% boompollen. Binnen West- en Oost-Vlaanderen zien we in deze periode clusters van bewoning op de zandrug tussen Brugge en Gistel en langs de rivieren, vooral rond Gent. Deze clusters verklaren mee de variatie in openheid.

Kijken we naar de focusregio's dan zien we inderdaad dat de regio langs de Leie ten zuidwesten van Gent (focusregio Deinze, Sint-Denijs-Westrem) **relatief open** is met enige bebossing (cf. meestal <40% boompollen) en vaak een belangrijk aandeel heide en graanakkers. Ook op de dekzandrug langs de kustpolders (focusregio Brugge - Gistel) zien we een relatief open situatie met ca. 40% boompollen en veel cultuurindicatoren. Voor de Noorderkempen hebben lijkt er ook nog heel wat bewoning te zijn (Deschepper et al., 2025). Dit komt overeen met de pollenspectra (meestal <50% boompollen) die suggereren dat het hier eveneens om een gebied gaat dat relatief bomenarm en open is, maar wel enige (open) bebossing kent en een belangrijk aandeel heide.

In fel contrast met deze deels ontboste regio's, is de regio ten noorden van Gent (focusregio Evergem) **zeer dicht bebost**, zoals blijkt uit de pollenspectra uit Kluizen met ruim 90% boompollen. Hierbij moeten we er wel mee rekening houden dat deze pollenspectra afkomstig zijn uit veel oudere waterputten, die in de vroege middeleeuwen geen link meer hebben met bewoning. Het gaat dus om een off-site situatie, die niet te vergelijken is met de andere spectra uit de inventaris. Figuur 41 toont inderdaad geen sites in de omgeving.

Ook in Puurs (focusregio Mechelen-Puurs) zien we een sterke mate van bebossing (ca. 80% boompollen). Deze regio is beschreven als archeologisch 'leeg' tijdens de vroege middeleeuwen, wat bovendien overeenkomt met historische vermeldingen van het 'Waverwoud' in deze regio (Deschepper et al., 2025).

Tussen deze extremen zijn er ook regio's met **matige openheid**. Dit is bijvoorbeeld het geval in de omgeving van Aalter, waar wel enkele sites aanwezig zijn uit de Merovingische periode, maar geen cluster van bewoning.

Voor de Merovingische tijd kunnen we dus stellen dat de openheid van de vegetatie in de zandstreek minstens mee bepaald wordt door de dichtheid van bewoning in de omgeving. Dit wordt bevestigd door zowel recent archeologisch onderzoek (Deschepper et al., 2025) als ouder historisch onderzoek (Verhulst, 1995). De samenstelling van het bos verschuift daarbij naar meer laat-successie soorten (beuk, haagbeuk, hulst), wat wijst op bos dat zich al eeuwenlang op dezelfde plaats ontwikkelt. Deze soorten nemen toe zowel in de regio's met veel bos (cf. focusregio Evergem) als in regio's met minder bos (cf. focusregio's Aalter en Sint-Denijs-Westrem). Voor Sint-Denijs-Westrem wordt dit bevestigd door dendrochronologisch onderzoek (Deschepper et al., 2024). Ook op Noordwest-Europese schaal is deze trend vastgesteld (Muigg et al., 2025).

In de zandleemstreek zien we (op basis van een zeer beperkt aantal spectra) relatief open landschappen (<50% boompollen) met naast bos vooral ook veel grasland. Voor de leemstreek hebben we geen pollendata uit de Merovingische tijd. Enkele pollenspectra uit de kuststreek wijzen daar op een uitgesproken cultuurlandschap.

Vanaf de Merovingische periode zien we dat rogge wijdverspreid voorkomt. De toename van **rogge**, een graansoort waarvan het pollen makkelijker verspreid raakt dan de meeste andere, is hoogstwaarschijnlijk verantwoordelijk voor de stijging in cultuurgewassen die we in zowat alle deelgebieden vaststellen vanaf de Merovingische periode. Dit komt overeen met eerdere vaststellingen (Heeren, 2017).

KAROLINGISCHE TIJD

Voor de Karolingische tijd zijn er pollendata voor de zand- en zandleemstreek. De spectra zijn gelijkaardig op beide bodemtypes, met als belangrijkste verschil dat er in de zandstreek meer heide voorkomt. Voor alle ecoregio's van de zandstreek geldt dat het aandeel bomen over het algemeen afneemt ten opzichte van de Merovingische periode. In de Pleistocene riviervalleien en de cuesta's ligt de mediaan van het boompollen tussen 20% en 30%. Dit betekent dat het landschap er in de Karolingische tijd **meer open** was dan in eender welke van de voorgaande periodes. Deze openheid van vegetatie wordt slechts deels weerspiegeld door toenemende bewoningsdichtheid: er zijn wel degelijk meer sites in West- en Oost-Vlaanderen ten opzichte van de Merovingische tijd en deze sites zijn minder gebonden aan de eerdergenoemde clusters (dekzandrug bij Brugge en riviervalleien bij Gent). Dit blijkt niet alleen uit de archeologische inventaris opgesteld voor dit onderzoek, maar ook uit eerdere studies (Deschepper, 2022; Deschepper et al., 2025). Deze toename is onder andere duidelijk in de zandleemstreek, met name in de focusregio Roeselare – Tielt. Anderzijds is het aantal sites lang niet zo hoog als tijdens de midden-Romeinse periode, terwijl de vegetatie rondom de sites wel opener is. Dit kan wijzen op een ander landschapsbeheer of ander, mogelijk intensiever, landschapsgebruik.

In de Kempen is het percentage boompollen (ca. 40%) iets hoger dan in de rest van de zandstreek, waardoor de openheid daar vergelijkbaar geweest moet zijn met de midden-Romeinse periode in dezelfde streek. De spectra tonen bovendien dat **heide** vooral in de Kempen een belangrijke vorm van vegetatie was, wat mogelijk een relatie heeft met een bepaald landgebruik.

In tegenstelling tot het algemene beeld van relatief open vegetatie, zien we op twee plaatsen spectra met ca. 90% boompollen, wat wijst op **dicht bos** rondom de bemonsterde locatie. Het gaat enerzijds om Kluizen, waar de stalen net als in de Merovingische periode afkomstig zijn uit waterputten die al lang niet meer in gebruik waren en dus niet gelinkt aan bewoning (cf. supra). Het tweede boomrijke spectrum komt uit de zandleemregio

in Roeselare, een regio waar nochtans enkele sites uit de Karolingische periode gevonden zijn. Dit pollenspectrum lijkt toch te wijzen op een sterk beboste omgeving. Dit komt overeen met historische gegevens (Verhulst, 1995). Anderzijds lijkt dit niet te worden bevestigd door de aanwezigheid van houtskoolmeilers (Deforce, 2024).

VOLLE MIDDELEEUWEN

Van de Karolingische tijd naar de volle middeleeuwen zien we in West- en Oost-Vlaanderen een sterke uitbreiding in aantal sites, al blijven sommige zones in Figuur 43 leger dan andere. Deze toename in bewoning uit zich op verschillende manieren in verschillende deelgebieden.

De kuststreek werd tijdens de volle middeleeuwen steeds verder ingepolderd, waardoor de bewoning en het landgebruik er toenam. De pollenspectra uit deze polders tonen een uitgesproken **cultuurlandschap** met akkerbouw en graslanden. Ook in de leemstreek zien we tijdens deze periode meestal een quasi volledig ontbost cultuurlandschap. Toch zijn er ook enkele sites in de zuidoostelijke heuvelzone, vlak bij de grens met de Kempen (Aarschot, Hasselt) waar bos en/of heide een belangrijke rol spelen. Dit sluit meer aan bij het beeld uit de zandstreek.

In de zand- en zandleemstreek zien we ondanks de toegenomen bewoningsdichtheid toch vaak erg hoge waarden voor boompollen: in alle vijf de ecoregio's ligt de mediaan tijdens de volle middeleeuwen een stuk hoger (meestal >50% AP) dan in de Karolingische periode (meestal <50% AP). Kijken we op het niveau van de focusregio's, dan zien we dat deze toename in boompollen zich niet overal even sterk uit:

- De **stijging** in boompollen is zichtbaar in focusregio's Aalter, Kortrijk, Deinze en Sint-Denijs-Westrem en in Merelbeke (ecoregio Midden-Vlaamse overgangsgebieden). Ook in de Kempen zien we een stijging, maar die is daar net iets minder uitgesproken. Er zijn hier en daar spectra die deze trend niet volgen, maar over het algemeen zien we een toename van boompollen.
In focusregio Maldegem zien we ook geen toename van boompollen, maar dat komt vooral doordat deze regio ook in de Karolingische tijd al redelijk hoge waarden voor boompollen had.
- In focusregio's Evergem, Antwerpen en Roeselare en in Aartselaar zien we niet noodzakelijk een stijging ten opzichte van de voorgaande periode (geen data of reeds hoge waarden in de Merovingische periode), maar vinden we wel spectra met 60-80% boompollen in de volle middeleeuwen. In het geval van Evergem kan dit verklaard worden door het grotendeels afwezig zijn van bewoning. De hoge AP-waarden in Beveren en Melsele (focusregio Antwerpen) en in focusregio Roeselare zijn eerder verrassend, aangezien zich daar wel clusters van bewoning aftekenen op Figuur 43. Voor Aartselaar zijn er geen gegevens over de bewoning verzameld.
- In focusregio Brugge-Gistel zien we **geen toename** van boompollen. Op deze dekzandrug komt wel opvallend veel pollen van **heideplanten** voor.

Het gaat zowel om pioniersoorten, waaronder berk en hazelaar, als midden-successiesoorten, met vooral eik. Op enkele sites zijn ook soorten van oud bos, zoals beuk en haagbeuk, hierin belangrijk.

Deze hoge waarden van boompollen zijn opmerkelijk aangezien dit helemaal indruist tegen de huidige ideeën van de 'grote middeleeuwse ontginningen' (Tack et al., 1993; Verhulst, 1995) en overexploitatie van bossen (Deforce, 2017; Deforce et al., 2007) tussen de 10^e en 12^e eeuw. Toch wijzen ze in de volle middeleeuwen niet noodzakelijk op een dichte bebossing, maar kunnen ze mogelijk ook verklaard worden door een groter belang van geriefbosjes, bomenrijen, hagen en/of solitaire bomen op of nabij nederzettingen. Mogelijk was men door de sterke ontbossing van het ruimere landschap gedwongen om lokaal, nabij de bewoning bomen te laten groeien voor brand- en timmerhout.

Een bosarm gebied, maar met talrijke bomen werd in het begin van de late middeleeuwen (midden 13^e eeuw) ook al beschreven door Bartholomeus Anglicus in één van de vroegste beschrijvingen van landschap in Vlaanderen: “*Multas quidem habens arbores, non tamen multas silvas*”, wat kan vertaald worden als: “Er zijn veel bomen en nochtans maar weinig bossen.” (Tack et al., 1993).

Anderzijds zou de vastgestelde toename van boompollen ook een gevolg kunnen zijn van een uitbreiding van de bewoning richting perifere, beboste gebieden. Op verschillende sites waar data zijn voor zowel de vroege als de volle middeleeuwen op dezelfde locatie, zien we echter ook heel duidelijk deze trend van toenemend percentage boompollen naar de volle middeleeuwen toe. Dit is bijvoorbeeld het geval in Sint-Denijs-Westrem – The Loop zone 6 (focusregio Sint-Denijs-Westrem), Zwevegem Losschaert (focusregio Kortrijk), Merelbeke Molenkouter (ecoregio midden-Vlaamse overgangsgebieden). Dit toont aan dat nieuwe ontginningen van bebost gebied niet de enige verklaring zijn voor de toename in boompollen. Dit maakt dat de eerste hypothese, namelijk verspreide bomen op en rond de erven meer waarschijnlijk is.

Er zijn verschillende vegetatietypes te vinden in de **open ruimte**. Heide blijft in de zandstreek sterk aanwezig, vooral in de Kempen, maar ook in veel sites uit de Pleistocene riviervalleien. Verder zien we een variabel aandeel in akkers en grasland doorheen de sites. Rogge werd nog steeds verbouwd, korenbloem komt opnieuw voor na een lange afwezigheid in de vroege middeleeuwen en vanaf het einde van de volle middeleeuwen (12^e eeuw) zien we ook hier en daar boekweit verschijnen op zand- en zandleemgrond in het westen van Vlaanderen.

LATE MIDDELEEUEWEN EN NIEUWE TIJD

In regio's waar de volle middeleeuwen wat bosrijker waren (in de zand(leem)streek, cf. supra), zien we tijdens de late middeleeuwen meestal een lichte tot sterke afname van dat bos. Waar het landschap al open was (bijv. leemstreek), blijft dat in de late middeleeuwen ook zo. In de nieuwe tijd neemt de bebossing – waar deze nog aanwezig was – over het algemeen nog iets verder af. In de Kempen blijven heidegronden nadrukkelijk aanwezig. Elders zijn er weinig indicaties voor heide in de buurt van de bewoning – met vooral in de Pleistocene riviervalleien een opvallende afname van de late middeleeuwen naar de nieuwe tijd. Cultuurgewassen stijgen overal richting nieuwe tijd. Het gaat nog steeds voornamelijk om graan, maar we zien ook steeds vaker hennep en boekweit.

Toch zijn er enkele outliers met meer bos zijn te vinden, in de late middeleeuwen vooral in de ecoregio's van de westelijke interfluvia en de Kempen en in de nieuwe tijd vooral in de ecoregio van de cuesta's (Antwerpen, Schelle, Torhout, Aalter). Vermoedelijk gaat het in sommige gevallen om een lokaal signaal, en in andere gevallen over langduriger bebossing. Zo lijkt het volmiddeleeuwse bos in de focusregio Roeselare – Tielt op sommige plaatsen intact te blijven tot in de late middeleeuwen. Er zijn voor deze periodes geen sitedata verzameld, dus we kunnen hier niet de link leggen met bewoningsdichtheid.

In de kustpolders zien we enkele tientallen procenten (tot ruim 60%) boompollen in de laatmiddeleeuwse spectra. Toch betekent dit niet dat zich hier bos ontwikkelde. In deze periode is er sprake van een toegenomen invloed van de zee. Getijdegeulen snijden zich in, wat leidt tot de erosie van veenpakketten uit de ondergrond en de aanvoer van materiaal uit het achterland. Herwerkt pollen uit geërodeerd kustveen is dus ook een mogelijke bron van boompollen.

5. EVALUATIE VAN PALYNOLOGISCH ONDERZOEK BINNEN DE VLAAMSE MALTA-ARCHEOLOGIE

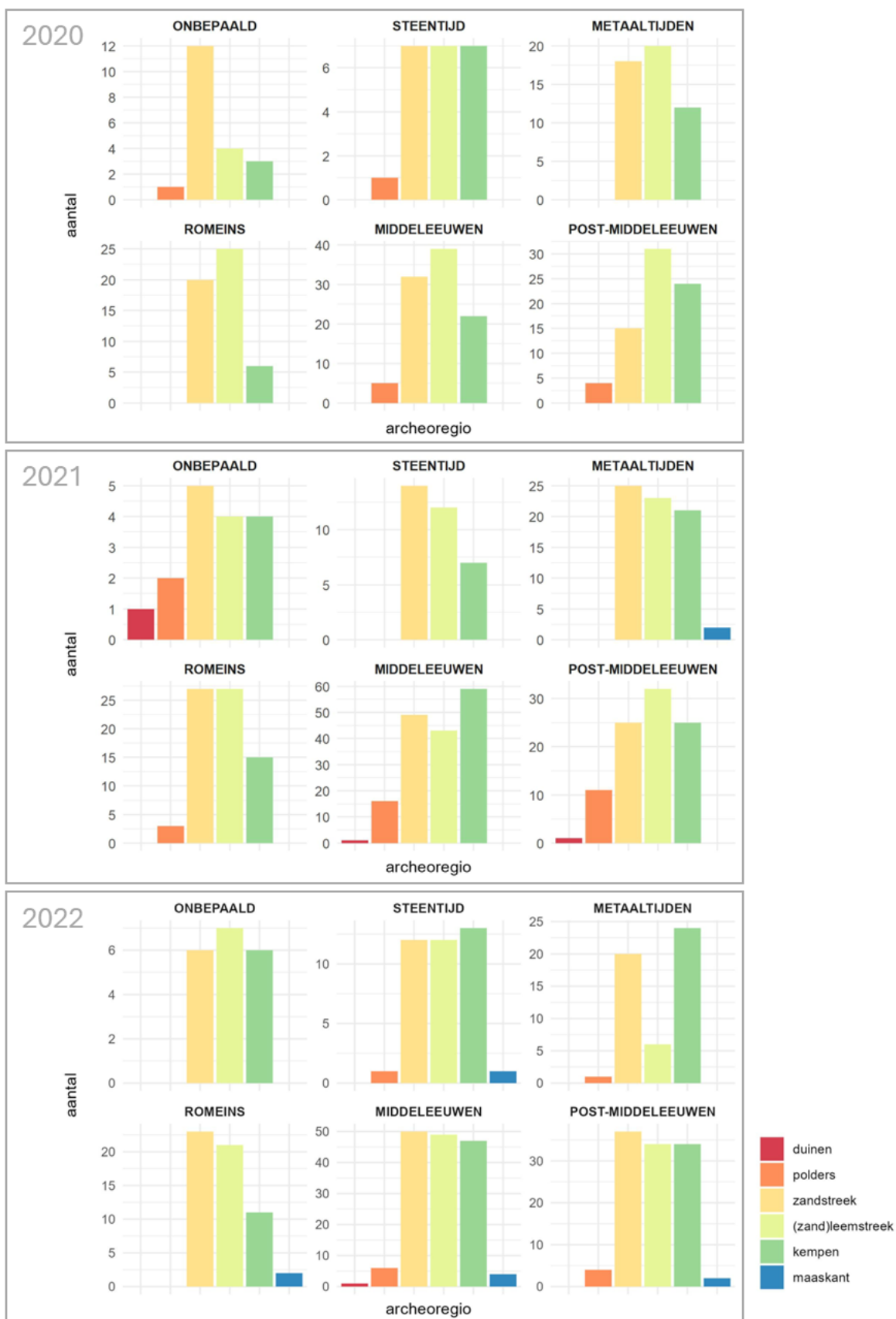
5.1 RUIMTELIJKE EN CHRONOLOGISCHE SPREIDING VAN DE DATASET

RUIMTELIJK

De meeste data in de database zijn afkomstig uit de provincies Oost-Vlaanderen (n= 202), West-Vlaanderen (n= 142) en Antwerpen (n=135). Uit Vlaams-Brabant (n=19) en Limburg (n=28) zijn veel minder palynologische data uit waterputten en andere diepe waterhoudende structuren beschikbaar (Figuur 17-Figuur 18). Ook na correctie voor oppervlakte blijft hetzelfde contrast te zien, met 6,8 spectra per 100 km² voor Oost-Vlaanderen, 4,5 per 100 km² voor West-Vlaanderen, 4,7 per 100 km² voor Antwerpen, 0,9 per 100 km² voor Vlaams-Brabant en 1,2 per 100 km² voor Limburg. Dat kan een gevolg zijn van een effectieve lagere densiteit van dergelijke archeologische sporen in Vlaams-Brabant en Limburg, maar ook van minder recente bouwwerkzaamheden waardoor er minder (preventieve) opgravingen uitgevoerd worden. Uit het rapport Evaluatie Archeologie 2022 - Kenniswinst archeologieregelgeving (Ervynck et al., 2023) blijkt dat er inderdaad iets minder vondsten zijn in Vlaams-Brabant, maar dan voornamelijk in het westelijke gedeelte van de provincie. In het oosten van Vlaams-Brabant en in Limburg is het verschil minder groot.

Ook het bodemtype lijkt een belangrijke rol te spelen (Figuur 19, Figuur 20), met heel veel (palynologisch onderzochte) sporen in de zandstreek en bijzonder weinig data voor de zandleem- en leemstreek. Voor de metaaltijden komt dit inderdaad overeen met veel minder archeologische vondsten die gerapporteerd zijn in 2022 voor de (zand)leemstreek (Ervynck et al., 2023) en Figuur 158 onder). Voor de Romeinse tijd, middeleeuwen en nieuwe tijd is er echter nauwelijks een verschil tussen het aantal gerapporteerde vondsten in de zandstreek en deze in (zand)leemstreek (Ervynck et al., 2023) (Figuur 158, onder). In de voorgaande jaren (2020, 2021) is er geen betekenisvol verschil in het aantal gerapporteerde vondsten in deze verschillende bodemkundige regio's (Ervynck et al., 2022, 2021) (Figuur 158, midden en boven).

Hoe deze verschillen in aantallen bestudeerde waterputten tussen deze regio's moeten verklaard worden is niet meteen duidelijk. Een mogelijke factor zou een gemiddeld dieper gelegen grondwatertafel kunnen zijn in de (zand)leemstreek, waardoor uitgegraven structuren minder vaak waterhoudend zijn, of waardoor de onderkant van waterputten dieper gelegen is en dikwijls niet wordt opgegraven bij archeologisch onderzoek. In ieder geval zou het goed zijn om waterputten uit de (zand)leemstreek systematisch te onderwerpen aan palynologisch onderzoek, gezien de beperkte hoeveelheid beschikbare data voor deze regio.



Figuur 158: Verdeling van het aantal geregistreerde vindplaatsen gegroepeerd per archeoregio en periode, voor 2020 (boven), 2021 (midden) en 2022 (onder). Bron: Ervynck et al. (2021), Ervynck et al. (2022), Ervynck et al. (2023).

CHRONOLOGISCH

Ook chronologisch zijn er grote verschillen in de dataset (Figuur 24). Voor het neolithicum en ook voor de bronstijd zijn er bijzonder weinig data beschikbaar, wat een direct gevolg is van de zeldzaamheid van diepe uitgegraven waterhoudende structuren uit deze perioden. Toekomstige vondsten van dergelijke structuren zouden dan ook zeker in overweging moeten worden genomen voor palynologisch onderzoek. Vanaf de ijzertijd neemt het aantal beschikbare data aanmerkelijk toe en vooral voor de midden-Romeinse en middeleeuwse perioden zijn er vrij veel data beschikbaar. Uit deze laatste twee perioden worden dan ook heel frequent archeologische resten van diepe uitgegraven structuren, voornamelijk waterputten, aangetroffen bij opgravingen in Vlaanderen. Voor de nieuwe tijd zijn er relatief weinig beschikbare data wat mogelijk een gevolg is van minder opgegraven waterputten uit deze periode.

SPORENTYPES

Figuur 28 toont dat 59% van de sporen in de palynologische inventaris waterputten zijn. Dit is het gevolg van selectie in verschillende fasen. Aangezien waterputten diepe sporen zijn, waarvan verondersteld mag worden dat ze steeds waterverzadigd geweest zijn, worden ze door de uitvoerders van opgravingen vaker geselecteerd voor palynologisch onderzoek dan bijvoorbeeld kuilen of poelen, waarvoor de bewaringstoestand van pollen vaak onzekerder is. Voor opname in de inventaris volgde verdere selectie: stalen waar (bijv. wegens slechtere bewaring) enkel assessment gebeurde, werden niet opgenomen. Ook stalen uit slecht gedateerde sporen werden niet opgenomen. Waterputten zijn vaker goed gedateerd door dendrochronologisch onderzoek op bekistingshout.

5.2 EVALUATIE VAN RAPPORTAGE PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

5.2.1 PALYNOLOGISCHE RAPPORTAGE IN EINDVERSLAGEN VAN ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK

VASTSTELLINGEN

Een eerste voorwaarde om bestaande pollendata te kunnen gebruiken voor verder (synthese)onderzoek is dat er een rapport terug te vinden is. Hiervoor is het loket met eindverslagen op de website van het agentschap Onroerend Erfgoed een belangrijke bron. In principe komt elk onderzoek binnen de twee jaar na uitvoering op dit platform terecht. In dit loket kan de uitvoerder het eindrapport deponeren, evenals mogelijke bijlagen. We ondervonden dat rapporten van palynologisch onderzoek (en bij uitbreiding natuurwetenschappelijk onderzoek) op zeer verschillende manieren behandeld worden:

Methode 1: Verwijzing in het archeologisch eindverslag naar het palynologisch rapport **in bijlage**:

- A. pdf van palynologisch rapport in zijn oorspronkelijke vorm wordt als bijlage geüpload in het loket;
- B. palynologisch rapport in zijn oorspronkelijke vorm wordt opgenomen op het einde van de pdf met het eindverslag;
- C. er wordt enkel naar de bijlagen verwezen, maar ze worden niet geüpload.

Methode 2: Verwerking van het palynologisch rapport **binnen de tekst** van het archeologisch eindrapport:

- A. als apart hoofdstuk geschreven door de palynoloog;
- B. als tekst geschreven door de auteurs van het eindrapport
 - 1. door het palynologisch rapport integraal over te nemen als hoofdstuk;
 - 2. door delen van het palynologisch rapport letterlijk over te nemen. In dit geval wordt er bijvoorbeeld voor gekozen om inleiding en methodologie weg te laten en enkel de resultaten of het besluit over te nemen;
 - 3. door delen uit het palynologisch rapport te parafraseren en te verwerken in de structuur van het archeologisch rapport.

Methode 3: Combinatie van bespreking binnen de tekst met opname van palynologisch rapport in zijn oorspronkelijke vorm in bijlage.

VALKULEN

Bij methode 1 is het belangrijk dat er in de tekst van het eindverslag correct gerefereerd wordt naar het palynologisch rapport. Dit betekent dus dat de bijlagen met rapporten van palynologisch (natuurwetenschappelijk) onderzoek in de bibliografische referentielijst van het eindrapport horen te staan en dat er bij het aanhalen van resultaten van pollenanalyses in de tekst verwezen wordt naar deze referentielijst. Methode 1C, namelijk verwijzen naar het palynologisch rapport in bijlage, zonder dit te uploaden, moet vermeden worden, aangezien het palynologisch rapport op deze manier niet digitaal te raadplegen valt.

Bij methode 2A, het opnemen van het palynologisch rapport als hoofdstuk in het eindverslag, is verwijzen naar het palynologisch rapport wordt niet nodig, aangezien de palynoloog die auteur is van dit hoofdstuk dan in principe opgenomen zou moeten zijn als medeauteur van het eindrapport.

Methode 2B1 en 2B2 zijn problematisch in verband met plagiaat: het letterlijk overnemen van (delen van) het palynologisch rapport zonder dat de palynoloog medeauteur is van het rapport, is geen correcte aanpak. Wanneer er gekozen wordt voor het opnemen van de delen van het palynologisch rapport (bijvoorbeeld enkel

het besluit) met correcte referentie, dan is het belangrijk dat de niet-opgenomen delen alsnog als bijlage meegegeven worden. Ook al zijn hoofdstukken zoals inleiding en methode misschien niet van direct belang voor het archeologische verhaal, toch kan daar belangrijke info in te vinden zijn voor verder gebruik van de data. Zo wordt in het hoofdstuk 'materiaal en methode' bijvoorbeeld vaak vermeld welke taxa er opgenomen zijn in de pollensom.

Methode 2B3, waarbij de resultaten geparafraseerd worden, is prima, zolang er correct verwezen wordt naar het palynologisch rapport. Bij het parafraseren gaan soms nuances verloren. Soms kan dit ook leiden tot onvolledigheden en in het slechtste geval tot foute beweringen. Daarom is het belangrijk dat daarnaast ook het palynologisch rapport in zijn oorspronkelijke vorm opgenomen wordt. Dit komt dus neer op methode 3.

In alle situaties binnen methode 2 moet erop gelet worden dat de opmaak, zoals die bedoeld werd door de palynoloog, correct overgenomen wordt. Vaak gaat het dan om de cursivering van botanische namen die verloren gaat of – met de beste bedoelingen – foutief aangepast wordt.

ADVIES

Op basis van onze ervaringen bij het verzamelen van data voor dit syntheseonderzoek, gaat onze voorkeur naar methode 3: de combinatie van methode 1A/B of 2A met methode 2B3:

- **het integraal opnemen van het originele palynologisch rapport**
 - ofwel als bijlage bij het eindverslag, hetzij in dezelfde pdf, hetzij als apart bestand in het loket
 - ofwel als hoofdstuk van het eindverslag, met de palynoloog als hoofdauteur van dat hoofdstuk en medeauteur van het eindverslag.
 - ✓ Dit laat toe om altijd terug te gaan naar de bron, namelijk de gegevens en exacte verwoording zoals bedoeld door de auteur.
- waar relevant in het eindverslag verwijzen naar het palynologisch rapport door **parafraseren**, met correcte bibliografische referentie.
 - ✓ Dit laat toe om de palynologische resultaten te integreren met de archeologische gegevens en mogelijk nieuwe data die nog niet bekend waren ten tijde van het palynologisch onderzoek (bijvoorbeeld andere natuurwetenschappelijke disciplines, bijkomende dateringen of interpretaties).

Het uploaden van het palynologisch rapport in bijlag bij het eindrapport is een aandachtspunt. Dit is in de eerste plaats de verantwoordelijkheid van de uitvoerder van het eindrapport die het eindverslag indient. Het zou niet slecht zijn dat het agentschap dit verifieert.

Ook het verder betrekken van de specialisten bij **verder gebruik** en/of **publicatie** van de palynologische data zou systematisch moeten gebeuren. Dikwijls gebeurt dit nu zonder consultatie van de palynoloog die de analyses heeft uitgevoerd, met regelmatig onvolledige of zelfs foutieve weergave van de onderzoeksresultaten in de publicatie als gevolg.

5.2.2 BESCHIKBAARHEID EN BRUIKBAARHEID VAN TELGEGEVENS

VASTSTELLINGEN

In hoofdstuk 3.1.2 werd reeds ingegaan op de beschikbaarheid van telgegevens (Figuur 16). Hieruit blijkt dat de telresultaten in 9% van de rapporten of publicaties **niet kwantitatief** gepresenteerd worden. Bij een deel van deze rapporten is oorspronkelijk wel een tabel of bijlage meegegeven in het palynologisch rapport, maar is deze niet overgenomen in het archeologisch eindverslag. In 19% van de rapporten of publicaties worden de resultaten **enkel** gegeven in de vorm van een **grafiek** (meestal een pollendiagram). Die volstaat voor de lezer om een beeld te krijgen van de vegetatiesamenstelling, maar is onbruikbaar als men zoals in dit onderzoek verder met de gegevens aan de slag wil gaan. De overige **72%** vermeldt wel de volledige tellingen, soms als ruwe tellingen, soms als percentages van de pollensom en soms beide.

VALKUILEN

In totaal is dus **28% van de rapporten niet bruikbaar** voor verder kwantitatief vervolgonderzoek, zonder de telgegevens op te vragen bij de betreffende bedrijven.

Zelfs wanneer telgegevens beschikbaar zijn in het palynologisch rapport, blijft het om praktische redenen moeilijk om verder aan de slag te gaan met deze data: tabellen uit een pdf zijn zelden makkelijk te kopiëren. Soms gaat het om tabellen die als afbeelding geplakt zijn; daaruit valt al helemaal niet te kopiëren. Tellingen moeten daardoor zo goed als altijd overgetypt worden, wat zeer **tijdrovend** is en onvermijdelijk een bron van **fouten** introduceert.

Veel van deze problemen worden weggenomen door te werken met de spreadsheets met oorspronkelijke tellingen, zoals opgemaakt door de pollenanalist. Ook hier kunnen fouten ontstaan doordat verschillende spreadsheets met verschillende taxa handmatig gecombineerd moeten worden, maar het risico ligt veel lager. Het opvragen van telgegevens werkt op korte termijn, maar op langere termijn is dit geen duurzame manier van bijhouden van data.

ADVIES

Op voorwaarde dat de gebruikte pollensom gegeven wordt, zijn zowel ruwe tellingen als percentages bruikbaar, maar de **onbewerkte tellingen** genieten de voorkeur.

Eén homogene database die up-to-date gehouden wordt, zou een goede oplossing zijn om de data makkelijk toegankelijk te maken. Dergelijke initiatieven bestaan, bijvoorbeeld met het oog op paleo-ecologische data uit natuurlijke afzettingen (Neotoma) (Williams et al., 2018), voor macroresten in Nederland (RADAR) (van Haaster & Brinkkemper, 1995) of voor houten archeologische voorwerpen in België en Nederland (WOODAN) (Haneca et al., 2022). Een dergelijke databank zou ook opgezet kunnen worden voor natuurwetenschappelijke gegevens uit archeologische context in Vlaanderen. Dit is een hele onderneming, dus bij gebrek aan dergelijke databank willen we vooral de nadruk leggen op het **meegeven van de telgegevens** in de rapporten. Dit is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de palynoloog die het rapport opstelt en van de archeoloog die het rapport bestelt en verwerkt in het eindrapport. Het zou niet slecht zijn als er vanuit de overheid een richtlijn in die trant kwam.

5.2.3 BESCHIKBAARHEID EN BRUIKBAARHEID VAN METADATA

VASTSTELLINGEN

Wanneer een onderzoeker later verder wil werken op bestaande pollenstudies, heeft die ook metadata nodig omtrent de pollentellingen: waar komt het staal exact vandaan? Hoe oud is de vulling waaruit het staal genomen is? Zijn de originele stalen of pollenresidu's beschikbaar voor verder onderzoek?

In de meeste gevallen zijn de metadata, zoals geografische coördinaten, locatie van het spoor binnen de opgraving en ouderdom van het spoor makkelijk terug te vinden in het eindrapport van het archeologisch onderzoek. Het is handig als **locatie** en **ouderdom** ook terug te vinden zijn in het palynologisch rapport. Dit is niet altijd het geval.

Waar de locatie van het spoor over het algemeen makkelijk te achterhalen is, ligt dat anders voor de locatie van het substaal waarop de palynologische analyse uitgevoerd is. Slechts een minderheid van de rapporten bevat informatie over de exacte **positie van de pollenbak in de coupe én van het substaal binnen de pollenbak**. Vaak wordt wel een laag- of vullingnummer gegeven, of de diepte van het substaal binnen de pollenbak. Zonder bijkomende figuren is dit echter niet voldoende om de (sub)stalen exact te situeren. Zo gingen we voor dit onderzoek specifiek op zoek naar het pollenstaal uit de onderste, organische vulling of het pollenstaal dat het dichtst aansluit bij een datering. Deze koppeling viel echter lang niet altijd te maken.

Ten slotte stellen we vast dat palynologische rapporten zelden of nooit vermelden waar de **fysische pollenstalen** (zowel pollenbakken als residu's en/of pollenpreparaten) zich bevinden.

VALKULEN

Een moeilijkheid bij het vermelden van **ouderdommen** in het palynologisch rapport is dat het daterend onderzoek en het palynologisch onderzoek vaak parallel verlopen en dat bijvoorbeeld dendrochronologische of ¹⁴C-resultaten vaak nog niet bekend zijn op het moment dat de rapportage door de palynoloog wordt opgesteld. Mogelijk bevat het palynologisch rapport dus wel een voorlopige ouderdom o.b.v. waarnemingen in het veld, maar wordt deze ouderdom later bijgesteld.

Wanneer de **exacte locatie van het substaal** binnen de vulling niet te achterhalen is op basis van het palynologisch rapport, is het vaak onduidelijk over welke laag (of niveau binnen de laag) het precies gaat. Ook de positie ten opzichte van (diagnostische) vondsten of stalen voor andere onderzoeksdisciplines (vb. ¹⁴C-datering, macrorestenonderzoek...) is vaak onduidelijk. Hierdoor gaat potentieel informatie verloren.

Wanneer een onderzoeker op zoek gaat naar **pollenstalen voor verder** (palynologisch of ander) **onderzoek**, zal die vermoedelijk wel makkelijk de pollenbakken kunnen opsporen, aangezien die meestal samen met de rest van het ensemble gedeponiseerd zijn. Voor de verwerkte pollenstalen (residu's, pollenpreparaten) is dit echter niet het geval. Ze worden meestal bewaard bij het labo dat de preparaties en/of de analyses uitvoerde. Pollenresidu's bezitten nog veel potentieel voor verdere analyse, maar dreigen moeilijk beschikbaar te zijn voor toekomstig onderzoek, als nergens terug te vinden is waar ze zich bevinden.

ADVIES

Voor het raadplegen van gegevens over de ouderdom en andere informatie over het spoor, is ons advies om bij verder onderzoek steeds het archeologisch eindverslag te raadplegen, aangezien daar de meest volledige en up-to-date informatie te vinden is.

Op basis van de beperkingen wat betreft de **herkomst van substalen** die we zelf ervoeren bij het verzamelen van data voor dit onderzoek, raden we aan om in het palynologisch rapport nauwkeurig te registreren waar het pollenstaal vandaan komt. Dit kan door middel van een **foto** met daarop de pollenbak of een **profieltekening** met de **pollenbak** erop aangeduid, altijd aangevuld met een foto van de pollenbak met **locatie van de substaalname** of (minstens) de **diepte van het substaal** in de pollenbak. Bij voorkeur wordt ook de stratigrafie van de opvulling op deze figuren aangeduid.

Om verder onderzoek op bestaande stalen toe te laten, is het ten slotte belangrijk om in de rapporten mee te geven waar deze stalen zich na studie bevinden. Zo is het aan te raden om in het palynologisch rapport te vermelden **waar de residu's bewaard worden**. Idealiter wordt in het archeologisch verslag ook vermeld **waar de pollenbakken bewaard worden**.

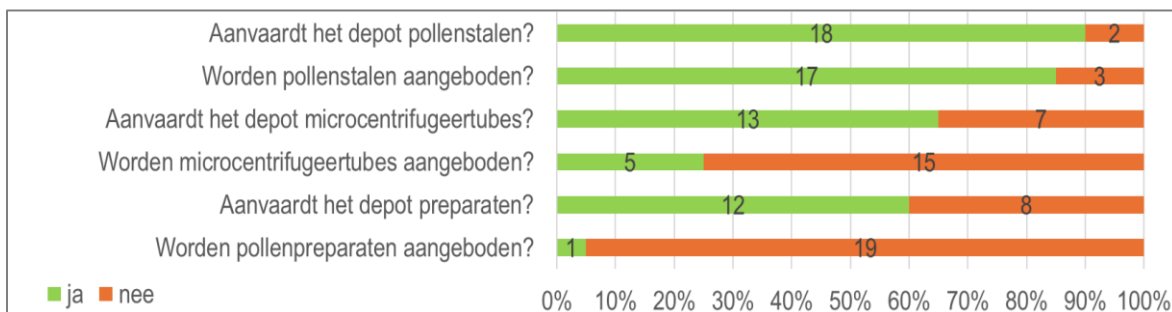
5.3 EVALUATIE VAN OMGAAN MET POLLENSTALEN

De enquête (zie hoofdstuk 2.3.3.) kon door collectiebeherende organisaties ingevuld worden van 4 tot en met 22 maart 2024. Van de 34 aangeschreven collectiebeherende organisaties vulden er 20 de enquête in. Met niet-erkende organisatie wordt in de tekst hieronder een collectiebeherende organisatie bedoeld die niet erkend is als onroerendergoeddepot. De enquête werd ingevuld door minstens 12, mogelijk 13, erkende onroerendergoeddepots (1 organisatie vulde de enquête anoniem in).

5.3.1 AANVAARDEN EN AANBIEDEN VAN POLLENSTALEN (INCL. VERWERKTE)

De **meerderheid** van de depots krijgt pollenstalen **aangeboden** en **aanvaardt** pollenstalen in de vorm van pollenbakken. Twee niet-erkende organisaties geven aan geen pollenstalen in de collectie te hebben, met als reden (1) dat het niet relevant is voor hun collectieprofiel en (2) dat ze er niet bevoegd voor zijn en geen specialist in huis hebben. Een andere niet-erkende organisatie aanvaardt geen pollenstalen van derden, maar wel uit eigen opgravingen.

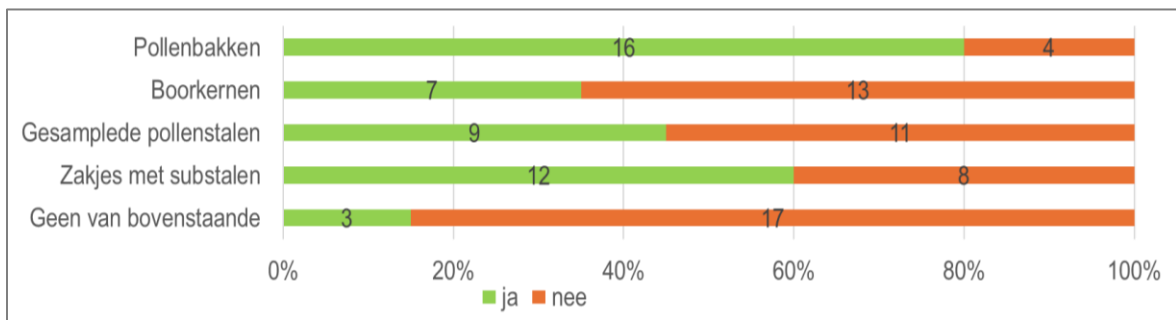
Verwerkte pollenstalen, in de vorm van geprepareerde residu's in microcentrifugeerbuisjes en/of als microscooppreparaten, worden bij het grootste deel van de depots wel **aanvaard**, maar worden weinig aangeboden. Waar pollenresidu's in bewaring zijn, worden ze zo goed als altijd in een koelcel op 4°C bewaard. Uit de opmerkingen komt naar voren dat er vragen zijn over de optimale bewaringsomstandigheden voor pollenresidu's.



Figuur 159: Ervaringen en beleid wat betreft aanbieden en aanvaarden van pollenstalen bij depots.

5.3.2 IN BEWARING

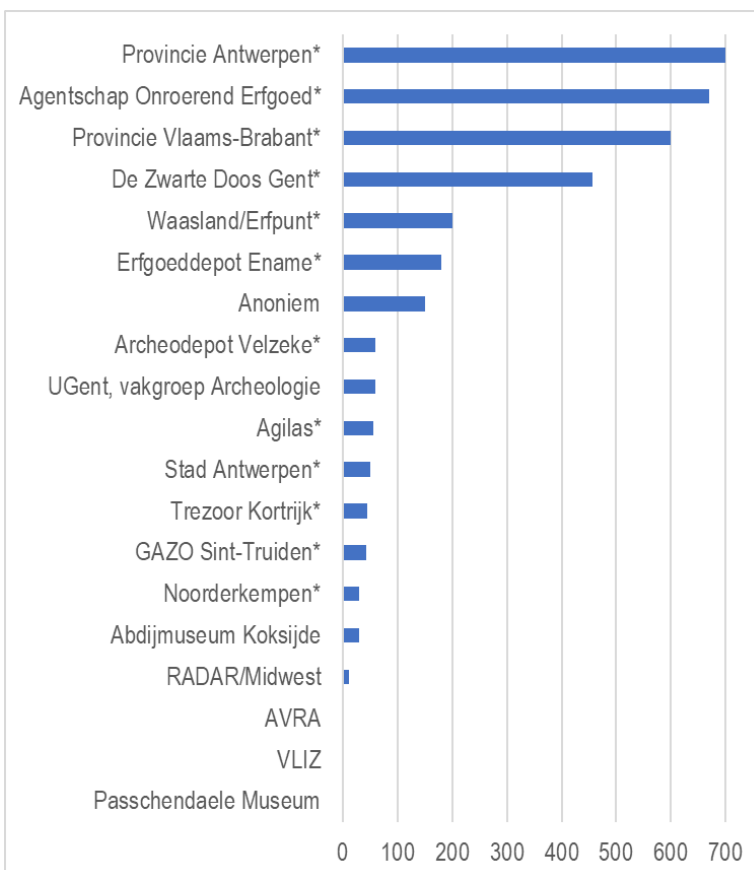
De meeste depots hebben stalen in bewaring en dan voornamelijk pollenbakken, gevolgd door zakjes met substalen, gesampled pollenstalen en minder frequent ook boorkernen.



Figuur 160: Soorten stalen in bewaring bij depots.

Hoeveelheden in bewaring

De hoeveelheid pollenstalen bewaard in één depot varieert van 0 tot ca. 700 aparte stalen. Van de 17 depots met pollenstalen zijn er 3 die een exact aantal gaven, 13 die een schatting geven en 1 die het aantal niet meedeelt (niet opgenomen in grafiek). De erkende depots zijn aangeduid met *.

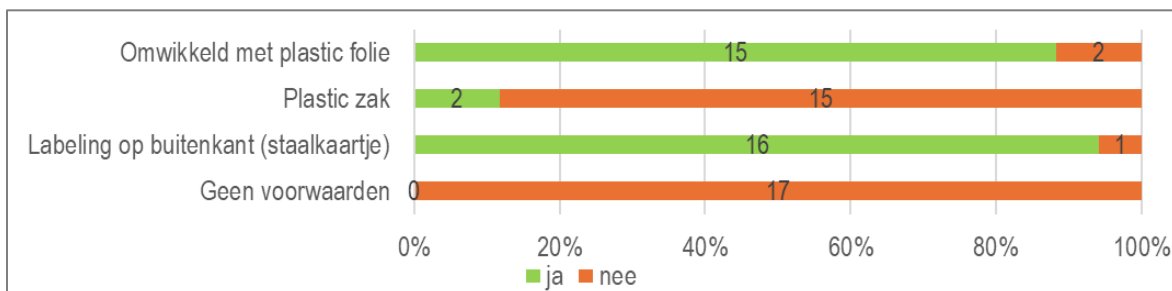


Figuur 161: Aantal pollenstalen (exact of geschat) in bewaring per depot. Erkende depots zijn aangeduid met een *.

5.3.3 VERPAKKINGSVOORWAARDEN

De meeste depots vragen als aanlevervoorwaarde dat de stalen omwikkeld zijn met **plastic rekfolie** en dat er een **vondstkaartje** op de **buitenkant** zichtbaar is. Belangrijk te vermelden hierbij is dat de depots die hier 'nee' antwoorden, wel voorwaarden hebben, maar niet expliciet benoemen en verwijzen naar de Code van Goede Praktijk.

Stalen in plastic zak worden over het algemeen niet aanvaard.



Figuur 162: Verpakkingsvoorwaarden gesteld door depots bij het aanleveren van pollenstalen.

5.3.4 KWALITEITSCONTROLE

In iets meer dan de helft van de depots gebeurt een **visuele controle** van de stalen **bij de overdracht**.

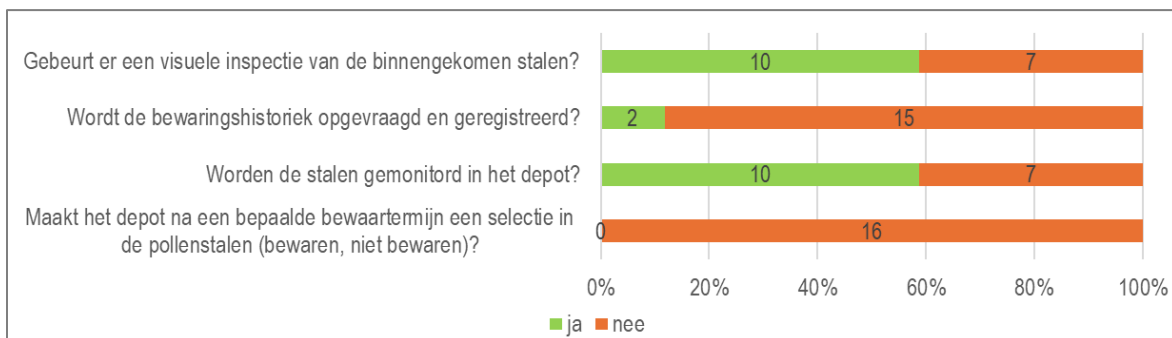
Hierbij wordt (naast de verpakkingsvoorwaarden) gelet op:

- Schimmel/aanslag/ongedierte (5)
- Overeenkomst met registratiesjabloon (2)
- Volledigheid vondstenkaartje (1)
- Nat of uitgedroogd? (1)
- Droog (2)
- Folie onbeschadigd (2)

De **bewaringshistoriek** wordt zelden opgevraagd (in welke omstandigheden het staal werd bewaard tijdens de verwerkingsfase en tijdelijke opslag bij het archeologische bedrijf).

Iets **meer dan de helft** van de respondenten geeft aan de stalen **te monitoren** na overdracht in het depot zelf. Het gaat meestal om dezelfde visuele inspectie als bij het binnenkomen van de stalen.

Geen enkel depot maakt een **selectie** (in het kader van afstoting) na verloop van tijd. **Alles wordt bewaard**.



Figuur 163: Kwaliteitscontrole bij overdracht en tijdens bewaring.

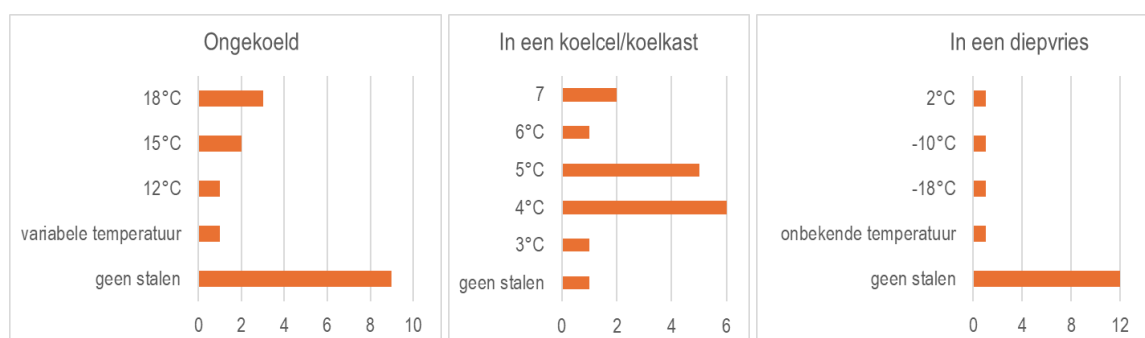
In het opmerkingenveld wordt 5 keer vermeld dat dit in de toekomst wel nodig zal zijn. De **vraag naar een kader en duidelijke richtlijnen** vanuit de regelgevende overheid leeft. We geven hieronder 2 opmerkingen uit de enquête mee die dit omschrijven.

- (1) *Momenteel bewaart het depot alle stalen, er is geen bewaartermijn. Ook doen we geen selectie omdat het agentschap Onroerend Erfgoed i.v.m. selectie en afstoting geen duidelijke richtlijnen meegeeft. Er wordt enkel afgestoten als het pollenstaal te vergevorderd is bij contaminatie (ernstige schimmel). Dit is eerder uitzonderlijk. Afstoting gebeurt wel gemakkelijker bij pollenstalen aangeleverd zonder context en bij ensembles zonder opgravingsinfo én opgegraven voor het huidige OE-decreet.*
- (2) *Voorlopig wordt er nog geen selectie van de pollenstalen gemaakt hoewel dit wel als wenselijk beschouwd wordt. Er wordt gewacht op algemene richtlijnen om de selectie te maken. Bijkomend is vaak een assessment nodig om een selectie te maken. Dit vraagt extra financiële middelen die er niet altijd zijn.*

5.3.5 BEWAAROMSTANDIGHEDEN

Slechts 1 depot geeft aan alle stalen **ongekoeld** te bewaren. 13 depots hanteren bewaring in een **koelcel** en 4 depots gebruiken ook een **diepvries**.

Van dat aantal geven 6 depots aan stalen **zowel gekoeld als ongekoeld** te bewaren (waarvan 5 ongekoeld en in koelcel en 1 ongekoeld, in koelcel en in diepvries).



Figuur 164: Bewaaromstandigheden van pollenstalen in depots

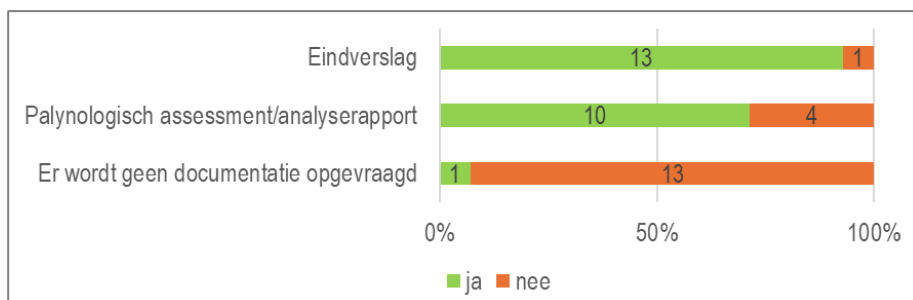
Van de 10 depots die alle stalen **gekoeld** bewaren doen 8 dit in een koelcel; 2 depots hanteren de combinatie koelcel en diepvries (er werd 1 keer 2°C bij diepvriestemperatuur ingevuld). Geen enkel depot bewaart stalen enkel in de diepvries.

Bij het bewaren in diepvries, stellen we ons de vraag of dit om oude stalen gaat die vroeger in de diepvries zijn beland en zo verder worden bewaard of dat dit ook wordt toegepast op recent aangeleverde stalen.

5.3.6 DOCUMENTATIE

Zo goed als alle depots vragen bij de overdracht van het archeologisch ensemble ook het **eindverslag** op. De organisatie die geen documentatie opvraagt, aanvaardt geen collecties van derden, maar wel van eigen opgravingen waarbij de documentatie automatisch doorstroomt.

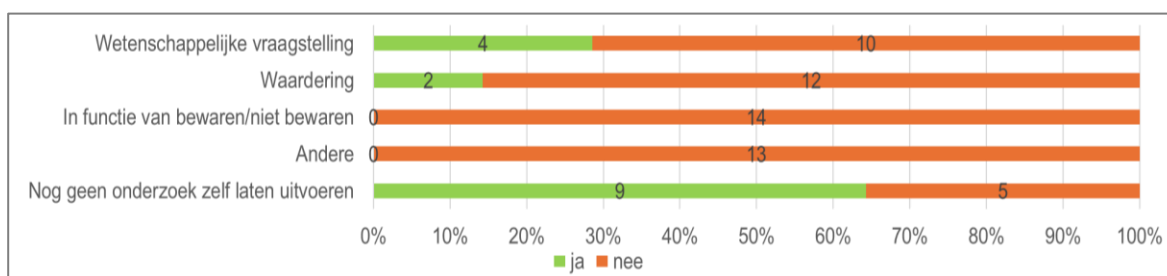
De meerderheid vraagt daarnaast ook expliciet het **palynologisch rapport** op. De auteurs stellen vast dat dit rapport regelmatig ontbreekt in het digitaal loket onroerend erfgoed.



Figuur 165: Opgevraagde documentatie over pollenstalen bij overdracht.

5.3.7 ZELF OPDRACHT TOT PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

Slechts enkele depots (4) lieten vanuit eigen opdracht palynologisch onderzoek uitvoeren, altijd in het kader van wetenschappelijke vraagstelling (4), waarvan in 2 gevallen in combinatie met waardering.



Figuur 166: Redenen waarom het depot zelf palynologisch onderzoek liet uitvoeren op pollenstalen.

5.3.8 BEDENKINGEN, VRAGEN, SUGGESTIES

Door een aantal depots werden in een algemeen opmerkingenveld nog bedenkingen, vragen en suggesties in de enquête opgelijst. We geven hier de relevantste mee:

- *Is bij overdracht en monitoring ook een visuele inspectie van de inhoud van het pollenstaal wenselijk? Kan een depotmedewerker dit zelf inschatten of is dit specialistenwerk?*
- *Eén van de depots heeft de intentie om een assessment te laten uitvoeren op oude collecties in functie van toegankelijkheid, bewaring en plaatsbesparing.*
- *Voorlopig wordt er nog geen selectie van de pollenstalen gemaakt hoewel dit wel als wenselijk beschouwd wordt. Er wordt gewacht op algemene richtlijnen om de selectie te maken. Bijkomend is vaak een assessment nodig om een selectie te maken. Dit vraagt extra financiële middelen die er niet altijd zijn.*
- *In de toekomst zullen microcentrifugeertubes die aangeboden zouden worden, enkel aanvaard worden indien er duidelijkheid is over de chemische producten die gebruikt worden en de veiligheid ervan binnen het depot en het hanteren ervan door de depotmedewerkers. Bij een deponering in 2023 werden verschillende stalen gedeponeerd in het depot die bestonden uit plastic potjes met een onbekende vloeistof en materie (pollen??). De verantwoordelijke archeoloog kon hierover geen enkele uitleg geven. Depots hebben dus nood aan duidelijke informatie (welke stoffen, technische/chemische fiche, gevaren, veiligheidsmaatregelen, ...) over de chemische stoffen die mogelijk mee gedeponeerd worden met een archeologisch ensemble. Vraag is dus of dergelijke stoffen wel thuishoren in een depot als de veiligheid niet gegarandeerd kan worden.*

- *Er werd meerdere keren gesignaleerd dat er nood is aan opleidingen en richtlijnen specifiek voor het (langdurig) bewaren en beheren van pollenstalen in depot, zowel verwerkte als onverwerkte.*
- *Er is ook nood aan een duidelijk beleid: afspraken rond het opvragen en bewaren van verwerkte pollenstalen (residu's), de nodige rapporten, etc. zowel voor de depots als de archeologische bedrijven.*

De auteurs maakten door met dit onderzoek bezig te zijn ook eigen bedenkingen:

- *Zijn onderzoeksgegevens van collectiebeherende organisaties die zelf onderzoek laten uitvoeren toegankelijk?*
- *Palynologische rapporten ontbreken soms in het digitaal loket onroerend erfgoed. Zijn deze toegankelijk en opvraagbaar bij depots in het kader van (synthese)onderzoek?*
- *Worden de residu's bewaard en waar? Vragen veldarcheologen deze standaard terug na onderzoek om deel uit te maken van het archeologisch ensemble en worden deze ook uiteindelijk overgedragen aan het depot?*
- *Wordt de gesampled pollenbak teruggevraagd of niet? Wordt de specialist hier om raad gevraagd? Is er een meerwaarde deze te bewaren als er ook een residu van gemaakt is.*

5.3.9 ADVIEZEN VOOR BEWARING VAN POLLENSTALEN

Op basis van de ontvangen antwoorden op de vragen uit de enquête en de eigen ervaringen van de auteurs, worden hier enkele adviezen geformuleerd over het bewaren van stalen voor palynologisch onderzoek, zowel pollenbakken als verwerkte stalen (residu's of preparaten). Deze suggesties kunnen dienen als aanvullingen van huidige en toekomstige handleidingen inzake ecologische archeologie (Debruyne et al., 2013). Deze resultaten zullen eveneens gebruikt worden om alle betrokkenen uit het werkveld te informeren tijdens de geplande studiedag aan het eind van het project.

BIJ OVERDRACHT VAN POLLENSTALEN (POLLENBAKKEN OF BOORKERNEN)

- *Is het pollenstaal luchtdicht verpakt? Prikken de hoeken van de pollenbakken niet door de plastic verpakking heen? Zo niet, dan moeten de stalen opnieuw worden verpakt of moet er een extra laag plastic rond gewikkeld worden, minstens ter hoogte van de hoeken.*
- *Is het vondstenkaartje duidelijk zichtbaar op de buitenkant en leesbaar? Zo niet, dan een bijkomend vondstenkaartje aanbrengen.*
- *Informatie opvragen over de geschiedenis van de stalen sinds opgraving:*
 - o *Hoe lang werden de stalen al bewaard tussen opgraving en deponering?*
 - o *In welke omstandigheden werden ze bewaard? Bij welke temperatuur?*
 - o *Werden de stalen bestudeerd? Zo ja,*
 - *welke disciplines?*
 - *door wie?*
 - *assessment of analyse?*
 - *welke residunummers horen bij de geprepareerde stalen?*
 - *waar worden de residu's en/of pollenpreparaten bewaard?*
 - *is het rapport van het natuurwetenschappelijk onderzoek ingediend bij het depot?*

Deze checks kunnen gebeuren door de depotmedewerker. Hier is geen specialist voor nodig.

MONITOREN VAN POLLENSTALEN

Het is zeker nuttig om regelmatig pollenstalen te monitoren. Aan de buitenkant van een staal kan meestal niet gezien worden wat de staat van het staal is. Als dit bij de overdracht niet gebeurd is, is het wel nuttig om de stalen die reeds in depot zitten te checken op correcte verpakking en aanwezigheid van vondstenkaartje.

Om de staat van de stalen te kennen, is het nodig om ze te openen en te herverpakken. Dit zou men om de paar jaar bij een steekproef van stalen kunnen doen. Daarbij kan gelet worden op schimmel, roesten, uitdrogen, leesbaarheid van informatie.

- Indien een staal **beschimmeld** is (bij deponering of na een tijd in depot): het zichtbaar beschimmelde laagje weghalen (afschrapen met een mes), opnieuw verpakken en monitoren. Noteer dat er schimmel op het staal gestaan heeft. Schimmel staat geen verdere palynologische analyses in de weg. Ook andere types analyses zijn nog mogelijk. Er moet wel opgelet worden met ¹⁴C-datering op beschimmelde stalen. Schimmels doen dan wel niet aan fotosynthese, dus ze nemen geen nieuwe koolstof op uit de atmosfeer, maar ze kunnen wel de fractionering van koolstofisotopen veranderen. Dit heeft een onbekend effect op dateringen.
- Indien een pollenbak aan het **roesten** is: opnieuw verpakken (luchtdicht, zodat verder roesten stopt) en ervoor zorgen dat de notities op de pollenbak niet verloren gaan, door ze over te nemen op een niet oxiderend oppervlak, bijvoorbeeld tape. Als de aantekeningen niet op foto geregistreerd zijn (zie eindrapport en/of bijlagen), dan kan er best ook een foto gemaakt worden van het opschrift voor zover het nog leesbaar is.
- Indien een staal volledig **uitgedroogd** is, is dat niet ideaal, maar het is niet uitgesloten dat het staal nog altijd bruikbaar is voor palynologisch onderzoek. Een assessment of waardering zou hier uitsluitend over kunnen geven. Geadviseerd wordt om uitgedroogde stalen alsnog zo luchtdicht mogelijk te verpakken om verdere aantasting van het organisch materiaal te voorkomen. Bovendien kan een dergelijk staal nog bruikbaar zijn voor andere disciplines (bijv. sedimentologie).

Het monitoren kan gebeuren door een depotmedewerker. Bij de opstart of bij twijfel kan eventueel advies ingeroepen worden van een palynoloog.

SELECTIE VOOR AFSOTEN VAN POLLENSTALEN

Verschillende depots geven aan dat er in de toekomst zal moeten overgegaan worden tot selectie en afstoten van een deel van de pollenstalen. Er is vraag naar advies rond criteria om deze beslissingen te maken.

Pollen kan in principe zeer lang bewaard blijven in pollenbakken, op voorwaarde dat ze goed verpakt zijn en koel bewaard worden. De duur van bewaring is dus geen selectie criterium. Beperkte roest en schimmel zijn op zichzelf ook geen reden om een staal weg te gooien.

Het feit dat een staal al (in detail) onderzocht is, is ook geen reden om het af te stoten. Doordat er al (veel) informatie bekend is op basis van één discipline, wordt zo'n staal juist interessanter om in de toekomst ook andere technieken op toe te passen.

In de volgende situaties kan wel besloten worden om **stalen af te stoten**:

- Informatie over de herkomst van het staal ontbreekt en is niet meer te herwinnen.

De volgende situaties zijn **indicatoren voor mindere bewaring** van pollen:

- Het pollenstaal is uitgedroogd.
- Het sediment in het pollenstaal ziet er volledig geoxideerd uit.

- De vulling van het bemonsterde spoor ziet er op foto sterk geoxideerd uit.

Ook als er geen datering is voor het spoor, kan in veel gevallen wel nog een ^{14}C -datering bekomen worden uit de pollenbak, dus dit is op zichzelf geen argument voor afstoten.

Hier is de kans groter dat palynologische analyse (en bij uitbreiding studie van alle organische resten) niet meer mogelijk is. Alvorens eventueel af te stoten is hier een palynologisch **assessment nodig** om dit te verifiëren. Sowieso kunnen deze stalen wel nog nuttig zijn voor andere disciplines.

Ook wanneer er reeds een palynologisch assessment uitgevoerd werd en dit bleek negatief, blijft het staal mogelijk wel nog nuttig voor andere disciplines.

Verder kan rekening gehouden worden met het wetenschappelijk potentieel van de stalen:

Argumenten voor bewaring zijn:

- Kennislacunes wat betreft de regio
- Kennislacunes wat betreft de periode
- De site is uitzonderlijk om een andere reden (bijv. bijzonder spoortype)
- Het spoor is al bestudeerd o.b.v. andere disciplines en is veelbelovend

GEPREPAREERDE POLLENSTALEN

Na preparatie wordt er meestal maar een klein gedeelte van het resultaat van deze preparatie, het residu, gebruikt voor palynologisch onderzoek. Meestal volstaan één of enkele kleine druppels. Het resterende materiaal heeft maar een klein volume en kan gemakkelijk nog heel lang bewaard worden mits dat in de juiste omstandigheden gebeurt en dat de stalen regelmatig gecontroleerd worden. Bewaring van de residu's gebeurt best in een koelkast of koelcel (ca. 4°C) en na toevoeging van enkele druppels van een oplossing van kopersulfaat of in glycerine. Momenteel zijn deze residu's verspreid over depots, laboratoria die palynologische preparaties uitvoeren en studiebureaus of onderzoeksgroepen die palynologische analyses uitvoeren. Idealiter wordt in het palynologisch rapport vermeld waar de residu's bewaard worden na het onderzoek.

6. PUBLIEKSWERKING

In samenwerking met Exponanza is een **mobiele tentoonstelling** ontwikkeld om de onderzoeksresultaten en vooral de gebruikte methodologie op een interactieve en toegankelijke manier voor te stellen. Het voornamelijk jonge publiek ontdekt er hoe wetenschappers van een archeologische opgraving met monsternames op het terrein tot een landschapsreconstructie komen. De bezoeker doorloopt aan de hand van opdrachtenkaartjes de verschillende stappen van staalname van stuifmeelkorrels, microscoopstudie tot determinatie. 3D-geprinte uitvergrote schaalmodellen van stuifmeelkorrels en reconstructietekeningen van Ulco Glimmerveen (Figuur 167-Figuur 169) beelden de vegetatie in het noorden van de provincie Oost-Vlaanderen uit in drie periodes (ijzertijd, ca. 600 v.Chr., Romeinse tijd, ca. 150 n.Chr. en vroege middeleeuwen, ca. 800 n.Chr.).



Figuur 167: Het landschap in het noorden van Oost-Vlaanderen rond 600 v.Chr. door Ulco Glimmerveen.



Figuur 168: Het landschap in het noorden van Oost-Vlaanderen rond 200 n.Chr. door Ulco Glimmerveen.



Figuur 169: Het landschap in het noorden van Oost-Vlaanderen rond 800 n.Chr. door Ulco Glimmerveen.

De mobiele tentoonstelling zal beheerd worden vanuit Erfgoedsite Ename (dienst Erfgoed, provincie Oost-Vlaanderen) en van daaruit ingezet worden op vraag van bijvoorbeeld terreinarcheologen, depotmedewerkers, onderwijsinstellingen, erfgoedcentra, op evenementen zoals Archeologiedagen, Dag van de Wetenschap, Open Monumentendag, Erfgoeddag en andere publieksmomenten. Ze kan zowel zonder begeleiding als met begeleiding door bijvoorbeeld een archeoloog en/of palynoloog ingezet worden. Ze bestaat uit 3 afzonderlijke modules en twee tekstpanelen die gemakkelijk te transporteren zijn in een kleine bestelwagen.



Figuur 170: Enkele beelden van de mobiele tentoonstelling.

7. BESLUIT

Pollenonderzoek is een belangrijke bron van informatie over de vegetatie-evolutie in het verleden. Aangezien er in Vlaanderen nauwelijks chronologisch continue natuurlijke afzettingen bestaan voor de laatste millennia, tracht dit syntheseonderzoek om **de vegetatie-evolutie te reconstrueren op basis van pollenanalyses van opvullingssedimenten van archeologische sporen**. Daartoe werd een inventaris opgesteld met palynologische telgegevens uit waterputten en andere uitgegraven en waterhoudende antropogene structuren. Daarnaast werd er voor West- en Oost-Vlaanderen een inventaris samengesteld van archeologische data die op bewoning wijzen. De resultaten werden gevisualiseerd aan de hand van kaarten, boxplots en staafdiagrammen voor verschillende periodes en regio's. De resulterende vegetatiebeelden gelden voor de lokale omgeving rond de bewoning – over de niet-bewoonde gebieden is er nauwelijks informatie.

Enkele van de voornaamste resultaten zijn:

- Tijdens de **bronstijd** is de zandstreek van Vlaanderen sterk bebost en neemt de bebossing rondom de bewoning zeer geleidelijk af.
- Tijdens de **ijzertijd** en de **vroeg-Romeinse periode** is er een sterk contrast tussen de zandleem- en leemstreek enerzijds, waar er sprake is van een relatief open landschap in de bewoonde delen van het landschap, en de zandstreek anderzijds, met een belangrijk aandeel bos nabij de bewoning (dat licht afneemt doorheen de tijd).
- Tijdens de **midden-Romeinse periode** was er meer bewoning en is het landschap eerder uniform qua openheid over heel Vlaanderen (i.e. toename van bomen rondom de bewoning in de (zand)leemstreek en afname in de zandstreek).
- Tamme kastanje, walnoot, rogge, straalscherm en korenbloem verschijnen tijdens deze periode in onze streken.
- De sterk afgenomen bewoning in de **laat-Romeinse periode** vertaalt zich niet in directe bosregeneratie in de onmiddellijke omgeving van de locaties die op dat moment nog wél bewoond zijn. In de twee sites waarvoor data beschikbaar zijn na hun opgave zien we wel een heel sterke regeneratie van het bos, die ook doorgaat tijdens de vroegmiddeleeuwse periode.
- Tijdens de **Merovingische periode** verklaart de bewoningsdichtheid voor een groot deel de pollenspectra: rond clusters van bewoning (bijv. op dekzandrug bij Brugge, langs rivieren rond Gent) zien we cultuurlandschappen en in nauwelijks bewoonde regio's (bijv. ten noorden van Gent) ontwikkelen zich dichte bossen.
- De **Karolingische periode** is voor veel regio's binnen Vlaanderen de periode met de grootste openheid in vegetatie rondom de nederzetting. Buiten de bewoonde zones bleef oud bos wel bestaan.
- De toename van het percentage van cultuurgewassen in de pollenspectra is vooral het gevolg van de grootschalige teelt van rogge, een plant die meer pollen door de lucht verspreidt dan andere graansoorten.
- Ondanks de toename in bewoning in de **volle middeleeuwen**, tonen veel pollenspectra toch een toename in boompollen. Dit is opmerkelijk aangezien dit helemaal indruist tegen de huidige ideeën van de 'grote middeleeuwse ontginningen' en overexploitatie van bossen tijdens deze periode. De hoge percentages boompollen wijzen echter niet noodzakelijk op een uitbreiding van het bos, maar kunnen waarschijnlijk verklaard worden door een groter belang van geriefbosjes, bomenrijen, houtwallen, hagen en/of solitaire bomen op of nabij nederzettingen. Mogelijk was men door de sterke ontbossing van het ruimere landschap gedwongen om lokaal, nabij de bewoning bomen te laten groeien voor brand- en timmerhout. Dit fenomeen

doet zich in elk geval voor in de zandstreek – daarbuiten zijn er niet voldoende data om hier een uitspraak over te doen.

- De kuststreek wordt tijdens de **volle en late middeleeuwen** steeds meer ingepolderd. Er ontwikkelt zich een uitgesproken cultuurlandschap.
- Tijdens de **late middeleeuwen** en de **nieuwe tijd** neemt het aandeel bomen rondom de bewoning verder af. Op de velden worden naast granen zoals rogge, onder andere boekweit en hennep geteeld.
- In alle periodes komt **heide** meer voor op zandgrond, en binnen de zandregio het meest in de Kempen.

Het meest in het oog springende resultaat van bovenstaande analyse is het contrast tussen de gekende evolutie van de vegetatie en de pollendata uit archeologische sporen. Hoewel de vegetatie in grote delen van noordwest Europa, inclusief Vlaanderen, een herstel kent van het bos tijdens de Laat-Romeinse periode en het begin van de vroege middeleeuwen, zien we geen duidelijke toename van boompollen in nederzettingssporen. Tijdens de volmiddeleeuwse periode, die gekenmerkt wordt door een sterke bevolkingsgroei, grote ontginningen en overexploitatie van de bossen in Vlaanderen, zien we dan weer een toename van boompollen op veel bewoonde plaatsen.

In het eerste geval gaat het waarschijnlijk om een eerder boomloze nederzetting in een bosrijke regio. Er was ook geen behoefte aan bomen op het erf, gezien het grote aanbod van hout in de omgeving. In het tweede geval gaat het waarschijnlijk om een boomrijke nederzetting in een bosarme regio. Vermoedelijk maakte het gebrek aan hout in de ruime omgeving het noodzakelijk om lokaal bomen te laten groeien.

Een tweede luik van dit syntheseonderzoek is de **evaluatie van het verloop van palynologisch onderzoek binnen de Malta-archeologie**, met focus op kennishiaten, rapportage van palynologische resultaten en deponering en bewaring van stalen. Op basis van ervaringen van de auteurs (in hun dagelijks werk en bij het verzamelen van data voor dit onderzoek) en op basis van een bevraging bij depotmedewerkers, worden adviezen geformuleerd om palynologisch (synthese)onderzoek op bestaande data en/of stalen te optimaliseren.

We stellen vast dat er veel meer palynologische analyses zijn uitgevoerd op archeologische sporen in de zandstreek dan in de (zand)leemstreek. Mogelijk heeft dit te maken met de (gemiddeld) diepere grondwatertafel in de (zand)leemstreek. Ook chronologisch zijn er hiaten: vóór de midden-Romeinse periode zijn data schaars, maar ook de laat-Romeinse periode is nauwelijks vertegenwoordigd. Voor de volle middeleeuwen zijn de pollendata het talrijkst. Gezien deze **hiaten**, is het zeker in de zand- en zandleemstreek en voor de oudere perioden van belang om verder in te zetten op palynologisch onderzoek.

Het voornaamste advies rond de **rapportage** van palynologisch onderzoek is dat ervoor gezorgd moet worden dat het palynologisch rapport inclusief de originele telresultaten en de interpretatie van de palynoloog integraal toegevoegd zijn aan het archeologisch eindverslag. Idealiter worden deze telgegevens in een uniforme databank gecentraliseerd.

Bij het **deponeren** van stalen is het essentieel om te letten op goede verpakking en volledige informatie betreffende het staal, inclusief bewarings- en onderzoekshistoriek. Regelmatig monitoren van de stalen is nuttig. Daarbij kan gelet worden op schimmelvorming, roesten, uitdrogen, leesbaarheid van informatie. Bij eventuele beslissingen rond het afstoten van stalen kan rekening gehouden worden met de staat van het materiaal (schimmelvorming, oxidatie) en met het wetenschappelijk potentieel van de stalen.

Uiteraard is een onderzoek zoals dit nooit af. We zien onder andere de volgende mogelijkheden voor toekomstig onderzoek:

- up-to-date houden van de voor dit syntheseonderzoek opgestelde inventarissen.
- uitbreiding van de inventaris van archeologische sites met **andere provincies** (Antwerpen, Vlaams-Brabant, Limburg) en **periodes** (neolithicum, late middeleeuwen, nieuwe tijd).
- palynologisch onderzoek van laat-Holocene **natuurlijke afzettingen** om de lokale on-site vegetatie te vergelijken met de vegetatie buiten de bewoning.
- onderzoek van **actuele pollenneerslag** in kleine opvangbekkens zoals waterputten of –kuilen voor een beter begrip van de pollendepositie in dergelijke structuren.
- resultaten van dit onderzoek combineren met resultaten van andere disciplines (bijv. anthracologische en macrorestenanalyses).
- gericht palynologisch onderzoek op sporen binnen de ruimtelijke en chronologische **hiaten**.
- de invloed van bodemtypes en bijvoorbeeld beekdalen onderzoeken door op een gedetailleerde bodemkaart te inventariseren met welk aandeel elk bodemtype in een bepaalde straal rond het bemonsterde punt voorkomen.
- inventariseren van **mestindicatoren** en eitjes van intestinale parasieten om de betekenis van Cerealia type in pollenspectra beter te kunnen duiden.
- combineren van de palynologische data met deze van het onderzoek van **botanische macroresten** om de tafonomie van de opvulling beter te begrijpen.

DANKWOORD

Dit syntheseonderzoek was niet mogelijk geweest zonder de bijdragen van volgende personen:

- Cornelia Moolhuizen en Marjolein Gouw-Bouman van Archol leverden tellingen van Yvonne van Amerongen, uitgevoerd bij Archol aan.
- Henk van der Velden en Michael Bakker van ADC ArcheoProjecten leverden tellingen aan die uitgevoerd werden door oud-medewerkers van ADC ArcheoProjecten.
- Lars den Boef deelde tellingen die hij uitvoerde bij BAAC.
- Emiel Grimonprez, dienst Data & Analyse - POLIS - Provincie Oost-Vlaanderen zette de enquête voor depotmedewerkers online.
- Femke Degraeve, Annelore Vandervoort en Ward Denys van Exponanza verzorgden de vormgeving van de mobiele expo.
- Ulco Glimmerveen maakte met veel geduld de landschapsreconstructies voor de mobiele expo.

BIBLIOGRAFIE

Agentschap Onroerend Erfgoed, 2020. Thesaurus Onroerend Erfgoed.

Allemeersch, L., Cruz, F., Germonpré, F., Laloo, P., Mikkelsen, J., Storme, A., Vergauwe, R., Verhegge, J., Verwerft, D., 2023. Veen als venster op het verleden. Een archeologisch syntheseonderzoek naar veen en de relatie met menselijke activiteiten in het oostelijk kustgebied van de prehistorie tot en met de Romeinse periode. SYNTAR 16, Brussel. <https://doi.org/10.55465/CTOM3365>

Ameels, V., Carpentier, F., De Ketelaere, S., Ervynck, A., Geuens, J., Haneca, K., Pieters, M., Van Looveren, J., Verhelst, A., 2023. Evaluatie archeologie 2016-2021. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 275, Brussel. <https://doi.org/10.55465/RBCD9172>

Anschuetz, K.F., Wilshusen, R.H., Scheick, C.L., 2001. An archaeology of landscapes: perspectives and directions. *Journal of archaeological research* 9, 157–211. <https://doi.org/10.1023/A:1016621326415>

Antrop, M., 2007. Perspectieven op het landschap: achtergronden om landschappen te lezen en te begrijpen. Academia Press.

Baeyens, N., Dyselinck, T., Van Remoorter, O., De Mulder, J., Janssens, N., Swaelens, C., Vanden Borre, J., 2018. Archeologisch onderzoek Alveringem-Maldegem Lot 3: Fluxys- Aanleg van een aardgasvervoersinfrastructuur, BAAC Vlaanderen Rapport. BAAC Vlaanderen bvba, Gent.

Bakels, C., 2012. The early history of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) in the Netherlands. *Acta Palaeobotanica* 52, 25–31.

Batchelor, C.R., Branch, N.P., Allison, E.A., Austin, P.A., Bishop, B., Brown, A.D., Elias, S.A., Green, C.P., Young, D.S., 2014. The timing and causes of the Neolithic elm decline: New evidence from the Lower Thames Valley (London, UK). *Environmental Archaeology* 19, 263–290. <https://doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000031>

Behre, K.-E., 1992. The history of rye cultivation in Europe. *Veg. Hist. Archaeobot.* 1, 141–156. <https://doi.org/10.1007/BF00191554>

Behre, K.-E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollendiagrams. *Pollen et Spores* 23, 225–245.

Beke, F., Claus, A., Van Hoecke, H., Perdaen, Y., 2021. Archeologisch onderzoek op een Air Liquide OxGAM pijpleiding Zelzate - Temse: Eindrapport, RAAP België - Rapport. RAAP België bv, Eke.

Beke, F., den Dorpel, A., Dyselinck, T., Claus, A., 2019. Fluxys-gasleiding, Alveringem - Maldegem. Archeologisch onderzoek. Lot 4: deelzone Poperinge - Lo-Reninge en Staden. Fluxys THV MRG.

Benallou, M., Dalle, S., Annaert, R., Creemers, G., Cherretté, B., Bourgeois, J., Van Impe, L., Warmenbol, E., De Mulder, G., 2024. Onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen, versie 2, 1/05/2024: bronstijd - ijzertijd. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 326. <https://doi.org/https://doi.org/10.55465/KQFV9288>

Beug, H.-J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München.

Bronk Ramsey, C., 2009. Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates. *Radiocarbon* 51, 337–360. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.v51i1.3494

- Broothaerts, N., Verstraeten, G., Notebaert, B., Assendelft, R., Kasse, C., Bohncke, S., Vandenberghe, J., 2013. Sensitivity of floodplain geoecology to human impact: A Holocene perspective for the headwaters of the Dijle catchment, central Belgium. *Holocene* 23, 1403–1414. <https://doi.org/10.1177/0959683613489583>
- Buis, J., 1985. *Historia forestis: Nederlandse bosgeschiedenis*. Wageningen University and Research.
- Capuzzo, G., De Mulder, G., Sabaux, C., Dalle, S., Boudin, M., Annaert, R., Hlad, M., Salesse, K., Sengeløv, A., Stamataki, E., Veselka, B., Warmenbol, E., Snoeck, C., Vercauteren, M., 2023. Final neolithic and bronze age funerary practices and population dynamics in Belgium, the impact of radiocarbon dating cremated bones. *Radiocarbon* 65, 51–80. <https://doi.org/DOI: 10.1017/RDC.2022.94>
- Cherretté, B., van der Meer, W., Clement, C., 2021. Door de bomen het bos zien, SYNTAR 7, Brussel. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5749371>
- Clarke, D.L., 1968. *Analytical Archaeology*. Methuen, London.
- Contreras, D., 2016. The archaeology of human-environment interactions: strategies for investigating anthropogenic landscapes, dynamic environments, and climate change in the human past. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315697697>
- Couvreur, M., Menschaert, J., Sevenant, M., Ronse, A., Van Landuyt, W., De Blust, G., Hermy, M., 2004. Ecodistricten en ecoregio's als instrument voor natuurstudie en milieubeleid. *Natuur.focus* 3, 51–58.
- Databank Ondergrond Vlaanderen, 2017. Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest: bodemtypes [WWW Document]. URL <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/digitale-bodemkaart-van-het-vlaams-gewest-bodemtypes>.
- De Cáceres, M., Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90, 3566–3574. <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>
- De Clercq, W., 2009. Lokale gemeenschappen in het Imperium Romanum Transformaties in rurale bewoningsstructuur en materiële cultuur in de landschappen van het noordelijk deel van de civitas Menapiorum. (Provincie Gallia-Belgica, ca. 100 v. Chr. – 400 n. Chr.) (PhD thesis). Ghent University.
- De Groote, K., Van De Vijver, M., 2020. Aalter Woestijne. Een geschiedenis van meer dan 5000 jaar, Relicta Monografieën 18, Brussel. <https://doi.org/10.55465/ENZG3797>
- de Klerk, P., Couwenberg, J., Joosten, H., 2015. Pollen and macrofossils attributable to *Fagopyrum* in western Eurasia prior to the Late Medieval: An intercontinental mystery. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 440, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.08.024>
- Debruyne, S., Eryvynck, A., Haneca, K., 2013. Waterputten als archeologische informatiebron. Handleiding agentschap Onroerend Erfgoed 2, Brussel. <https://doi.org/10.55465/UHCA4404>
- Deconynck, J., Laloo, P., 2019. Fluxys-gasleiding Alveringem-Maldegem. Archeologisch onderzoek. Lot 5: deelzone Hooglede - Maldegem. Fluxys THV MRG.
- Deforce, K., 2024. Romeinse houtskoolmeilers als laatste getuigen van een verdwenen bos uit Zuidwest-Vlaanderen, in: *De Logica van Het Landschap. Opstellen over Archeologie, Ecologie En Geschiedenis*. Verloren BV.
- Deforce, K., 2020. Archeobotanisch onderzoek: pollen en sporen, in: Eryvynck, A., Lentacker, A. (Eds.), *Onderzoeksbalans Archeologie in Vlaanderen. Versie 1, 11/12/2008: Natuurwetenschappelijk onderzoek en dateringen, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 147*, Brussel. <https://doi.org/10.55465/NOCX6130>
- Deforce, K., 2017. Wood use in a growing medieval city. The overexploitation of woody resources in Ghent (Belgium) between the 10th and 12th century AD. *Quaternary International* 458, 123–133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.09.059>

- Deforce, K., 2016. The interpretation of pollen assemblages from medieval and post-medieval cesspits: New results from northern Belgium. *Quaternary International* 460, 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.028>
- Deforce, K., Bastiaens, J., 2013. Het paleobotanische onderzoek van het oppervlakteveen in profiel D., in: Pieters, M. (Ed.), *Het Archeologisch Onderzoek in Raversijde (Oostende) in de Periode 1992-2005*. Relicta Monografieën 8, Brussel. <https://doi.org/10.55465/CPYX4158>
- Deforce, K., Bastiaens, J., 2007. The Holocene history of *Taxus baccata* (yew) in Belgium and neighbouring regions. *Belgian Journal of Botany* 140, 222-237.
- Deforce, K., Bastiaens, J., Ameels, V., 2007. Peat re-excavated at the Abbey of Ename (Belgium): archaeobotanical evidence for peat extraction and long distance transport in Flanders around 1200 AD. *Environmental Archaeology* 12, 87-94. <https://doi.org/10.1179/174963107x172750>
- Deforce, K., Bastiaens, J., Crombé, P., Deschepper, E., Haneca, K., Laloo, P., Van Calster, H., Verbrugghe, G., De Clercq, W., 2020. Dark Ages woodland recovery and the expansion of beech: A study of land use changes and related woodland dynamics during the Roman to Medieval transition period in northern Belgium. *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 99, e12. <https://doi.org/10.1017/njg.2020.11>
- Deforce, K., Ervynck, A., 2019. Herstel van het bos in de zandstreek, in: Hillewaert, B., Hollevoet, Y., Ryckaert, M. (Eds.), *Op Het Raakvlak van Twee Landschappen. De Vroegste Geschiedenis van Brugge (Tweede, Herziene En Uitgebreide Uitgave)*. Brugge, p. 80.
- Deforce, K., Storme, A., Bastiaens, J., Debruyne, S., Denys, L., Ervynck, A., Meylemans, E., Stieperaere, H., Van Neer, W., Crombé, P., 2014. Middle-Holocene alluvial forests and associated fluvial environments: A multi-proxy reconstruction from the lower Scheldt, N Belgium. *Holocene* 24, 1550-1564. <https://doi.org/10.1177/0959683614544059>
- Deschepper, E., 2022. House and yard in early medieval northern Francia. An archaeological study into the types, development and meanings of rural settlement and domestic architecture (PhD thesis). Ghent University, Ghent.
- Deschepper, E., De Clercq, W., Baeyens, N., De Mulder, J., Van Thienen, V., Dekoninck, M., 2025. Onderzoeksbalans Archeologie in Vlaanderen, versie 2, 26/03/2025: vroege middeleeuwen, Onderzoeksrapporten Agentschap Onroerend Erfgoed 357, Brussel. <https://doi.org/10.55465/OWXQ1852>
- Deschepper, E., Haneca, K., Hoorne, J., Berkens, M., De Groote, K., Heynssens, N., Reniere, S., Stoops, G., Vermeiren, G., 2024. New insights on early medieval settlement from "The Loop" (Belgium). *Handelingen van de Maatschappij voor Geschiedenis en Oudheidkunde te Gent* 77, 105-150.
- Ervynck, A., Degryse, P., Vandenabeele, P., Verstraeten, G., 2009. *Natuurwetenschappen en Archeologie. Methode en Interpretatie*. Acco.
- Ervynck, A., Haneca, K., 2020. Kenniswinst Archeologie 2019. Evaluatie van de kenniswinst geboekt uit archeologisch vooronderzoek en opgravingen, gerapporteerd in 2019 en uitgevoerd binnen het kader van het Onroerenderfgoeddecreet, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 141, Brussel. <https://doi.org/10.55465/CITM9641>
- Ervynck, A., Haneca, K., Annaert, R., In't Ven, I., Jansen, I., Martens, M., Meylemans, E., Lentacker, A., 2023. Evaluatie Archeologie 2022. Kenniswinst archeologieregelgeving, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 283, Brussel. <https://doi.org/10.55465/JNST5318>
- Ervynck, A., Haneca, K., Annaert, R., Jansen, I., Martens, M., Meylemans, E., Lentacker, A., 2022. Evaluatie Archeologie 2021. Kenniswinst archeologieregelgeving, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 219, Brussel. <https://doi.org/10.55465/IDUR2928>

- Ervynck, A., Haneca, K., Annaert, R., Martens, M., Meylemans, E., Lentacker, A., 2021. Evaluatie Archeologie 2020 Kenniswinst archeologieregelgeving. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 181, Brussel. <https://doi.org/10.55465/UONH4502>
- Ervynck, A., Haneca, K., Cousserier, K., De Decker, S., De Groote, K., In 't Ven, I., Jansen, I., Martens, M., Meylemans, E., Moens, J., Pieters, M., Van den Hove, P., Van Gils, M., Vanhoutte, S., Zeebroek, I., Lentacker, A., 2024. Evaluatie Archeologie 2023 Kenniswinst archeologieregelgeving. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 334, Brussel. <https://doi.org/10.55465/QJTQ3259>
- Ervynck, A., Lentacker, A., 2020. Onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen, Versie 1, 11/12/2008: Natuurwetenschappelijk onderzoek en dateringen. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 147, Brussel. <https://doi.org/10.55465/NOCX6130>
- Fisher, C.T., Hill, J.B., Feinman, G.M., 2009. The archaeology of environmental change: socionatural legacies of degradation and resilience. University of Arizona Press.
- Froyd, C.A., Willis, K.J., 2008. Emerging issues in biodiversity & conservation management: The need for a palaeoecological perspective. *Quat. Sci. Rev.* 27, 1723–1732. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.06.006>
- Ghesquière, V., Timmermans, J., Meganck, M., Van Bellingen, S., De Cupere, B., Speleers, L., Van Schepdael, N., Van de Vijver, K., Weitz, A., Deforce, K., 2024. Fouilles archéologiques sur le site de l'ancien Parking 58-Bruxelles.
- Goudie, A.S., 2018. Human impact on the natural environment. John Wiley & Sons.
- Greig, J., 1988. The interpretation of some Roman well fills from the midlands of England., in: Küster, H. (Ed.), *Der Prähistorische Mensch Und Seine Umwelt. Festschrift Für Udelgard Körber-Grohne Zum 65. Geburtstag. Forschungen Und Berichte Zur Vor- Und Frühgeschichte in Baden- Württemberg*. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, pp. 367–377.
- Greig, J., 1982. The interpretation of pollen spectra from urban archaeological deposits. *Environmental archaeology in the urban context* 43, 47–65.
- Groenewoudt, B., van Haaster, H., van Beek, R., Brinkkemper, O., 2007. Towards a reverse image. botanical research into the landscape history of the eastern Netherlands (1100 B.C.- A.D. 1500). *Landscape History* 29, 17–33. <https://doi.org/10.1080/01433768.2007.10594587>
- Grosvenor, M.J., Jones, R.T., Turney, C.S.M., Charman, D.J., Hogg, A., Coward, D., Wilson, R., 2017. Human activity was a major driver of the mid-Holocene vegetation change in southern Cumbria: implications for the elm decline in the British Isles. *J. Quat. Sci.* 32, 934–945.
- Haneca, K., Deforce, K., van der Laan, J., Nicolaij, S., Lange, S., 2022. WOODAN: an online database of archaeological wooden objects. *Veg. Hist. Archaeobot.* 31, 541–547. <https://doi.org/10.1007/s00334-022-00868-z>
- Heeren, S., 2017. From Germania Inferior to Germania secunda and beyond: a case study of migration, transformation and decline, in: Roymans, N., Heeren, S., De Clercq, W. (Eds.), *Social Dynamics in the Northwest Frontiers of the Late Roman Empire: Beyond Decline or Transformation*. Amsterdam University Press, Amsterdam, pp. 149–178. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2z6qf6t.11>
- Hijmans, R., 2024. geosphere: Spherical Trigonometry.
- Hoevers, R., Broothaerts, N., Verstraeten, G., 2022. Holocene deforestation history of NE Belgium: An evaluation of pollen- and population-based approaches for reconstructing land cover. *Quat. Sci. Rev.* 297, 1–34. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107832>
- Hoorne, J., 2012. Sint-Denijs-Westrem – Flanders Expo zone 2/parkeertoren. Archeologisch onderzoek van 4 januari tot 7 mei 2010 (stad Gent, provincie Oost-Vlaanderen).

- Hoorne, J., Deschepper, E., Heynssens, N., Tys, D., Haneca, K., Reniere, S., Storme, A., Deforce, K., 2021. Vroegmiddeleeuws Maalte onder The Loop. Een nieuwe blik op het grootschalig archeologisch onderzoek van de 7de- tot de 9de-eeuwse nederzetting in Sint-Denijs-Westrem (Gent, Oost-Vlaanderen), SYNTAR 3, Brussel. <https://doi.org/10.55465/GICQ2452>
- Jacobson, G.L., Bradshaw, R.H.W., 1981. The selection of sites for paleovegetational studies. *Quat. Res.* 16, 80–96. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(81\)90129-0](https://doi.org/10.1016/0033-5894(81)90129-0)
- Jankovská, V., Kratochvílová, I., 1988. Das Überdauern von Pollenkörnern an reifen Getreidesamen: Beitrag zur Präzisierung einer Interpretation der pollenanalytischen Ergebnisse. *Folia geobotanica & phytotaxonomica* 23, 211–215. <https://doi.org/10.1007/BF02853351>
- Jiménez-Moreno, G., Suc, J.P., 2007. Middle Miocene latitudinal climatic gradient in Western Europe: Evidence from pollen records. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 253, 208–225. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.03.040>
- Joly, C., Barillé, L., Barreau, M., Mancheron, A., Visset, L., 2007. Grain and annulus diameter as criteria for distinguishing pollen grains of cereals from wild grasses. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 146, 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2007.04.003>
- Joosten, J.H.J., van den Brink, L.M., 1992. Some notes on pollen entrapment by rye (*Secale cereale* L.). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 73, 145–151. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0034-6667\(92\)90052-I](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0034-6667(92)90052-I)
- Kluiwing, S.J., Guttman-Bond, E., 2012. Landscape archaeology between art and science: From a multi-to an interdisciplinary approach. Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.1017/9789048516070>
- Lambinon, J., De Langhe, J.E., Delvosalle, L., Vanhecke, L., 2004. Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden, 5e editie. ed. Nationale plantentuin van België, Meise.
- Lauwerier, R.C.G.M., Groenewoudt, B.J., Brinkkemper, O., Laarman, F.J., 1999. Between Ritual and Economics: Animals and Plants in a Fourth-Century Native Settlement at Heeten, the Netherlands. *Berichten ROB* 43, 155–198.
- Maes, B., Bastiaens, J., Brinkkemper, O., Deforce, K., Rövekamp, C., Van den Bremt, P., Zwaenepoel, A., 2006. Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen. Herkenning, verspreiding, geschiedenis en gebruik. Boom, Amsterdam.
- Mazza, G., 2000. Buckwheat, in: Kiple, K.F., Ornelas, K.C. (Eds.), *The Cambridge World History of Food*. Cambridge, pp. 90–97. <https://doi.org/10.1017/CHOL9780521402149.013>
- McMahon, S.M., Harrison, S.P., Armbruster, W.S., Bartlein, P.J., Beale, C.M., Edwards, M.E., Kattge, J., Midgley, G., Morin, X., Prentice, I.C., 2011. Improving assessment and modelling of climate change impacts on global terrestrial biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 26, 249–259. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.02.012>
- Meylemans, E., Deforce, K., 2018. Een ‘nieuw’ grafheuvelcomplex te Postel-Bladelse Heide (gem. Mol, prov. Antwerpen, België). *LUNULA (BRUSSEL)* 26, 17–19.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen analysis. Blackwell Science, Oxford.
- Muigg, B., Haneca, K., Tegel, W., Grünwald, M., Bernard, V., Bleicher, N., Blondel, F., Bolliger, M., Broich, M., Couturier, Y., 2025. Woodlands of Antiquity: A millennium of dendrochronological data on forest exploitation and timber economy between the Alps and the Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 122, e2516240122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2516240122>
- Murphy, C., Fuller, D.Q., 2017. The future is long-term: Past and current directions in environmental archaeology. *General Anthropology* 24, 1–10. <https://doi.org/10.1111/gena.12020>

- NDFF, 2025. Floron verspreidingsatlas vaatplanten [WWW Document]. URL <https://www.verspreidingsatlas.nl/planten> (accessed 12.17.25).
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'hara, R.B., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Borman, T., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FotzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., Martino, C., McGlinn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cuhna, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., Weedon, J., 2025. Vegan: Community Ecology Package. Community ecology package, version.
- Parker, A.G., Goudie, A.S., Anderson, D.E., Robinson, M.A., Bonsall, C., 2002. A review of the mid-Holocene elm decline in the British Isles. *Prog. Phys. Geogr.* 26, 1–45. <https://doi.org/10.1191/0309133302pp323ra>
- Perry, I., Moore, P.D., 1987. Dutch elm disease as an analogue of Neolithic elm decline. *Nature* 326, 72–73. <https://doi.org/10.1038/326072a0>
- Popescu, S.M., Biltekin, D., Winter, H., Suc, J.P., Melinte-Dobrinescu, M.C., Klotz, S., Rabineau, M., Combourieu-Nebout, N., Clauzon, G., Deaconu, F., 2010. Pliocene and Lower Pleistocene vegetation and climate changes at the European scale: Long pollen records and climatostratigraphy. *Quaternary International* 219, 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.03.013>
- Punt, W., Blackmore, S., 1991. The Northwest European Pollen Flora 6. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Blackmore, S., Clarke, G.C.S. (eds.), 1988. The Northwest European Pollen Flora 5. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Blackmore, S., Hoen, P.P. (eds.), 1995. The Northwest European Pollen Flora 7. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (eds.), 1984. The Northwest European Pollen Flora 4. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (eds.), 1981. The Northwest European Pollen Flora 3. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Clarke, G.C.S. (eds.), 1980. The Northwest European Pollen Flora 2. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W. (ed.), 1976. The Northwest European Pollen Flora 1. Elsevier, Amsterdam.
- R Core Team, 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. . <https://www.R-project.org/>.
- Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., Talamo, S., 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62, 725–757. <https://doi.org/10.1017/rdc.2020.41>
- Reyns, N., Bruggeman, J., 2019. Een Gallo-Romeins tempelcomplex, een langgerekt gebouw en ambachtelijke sporen in de vicus van Grobbendonk (Nijverheidsstraat 6) (prov. Antwerpen). *Revue éditée par le Comité pour la diffusion de la recherche en archéologie gallo-romaine* 137.
- Ribbens, R., 2019. Evaluatie van het Onroerenderfgoeddecreet - hoofdstuk Archeologie voor het werkjaar 2018. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 125, Brussel. <https://doi.org/https://doi.org/10.55465/MTSS3198>
- Ribbens, R., De Groote, K., 2020. Evaluatie van het Onroerenderfgoeddecreet - hoofdstuk Archeologie voor het werkjaar 2019. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 148, Brussel. <https://doi.org/https://doi.org/10.55465/SSRU5262>

- Robinson, M., Hubbard, R., 1977. The transport of pollen in the bracts of hulled cereals. *J. Archaeol. Sci.* 4, 197–199. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(77\)90067-X](https://doi.org/10.1016/0305-4403(77)90067-X)
- Salavert, A., 2011. Plant economy of the first farmers of central Belgium (Linearbandkeramik, 5200-5000 B.C.). *Veg. Hist. Archaeobot.* 20, 321–332. <https://doi.org/10.1007/s00334-011-0297-z>
- Storme, A., Allemeersch, L., Boudin, M., Bourgeois, I., Cruz, F., Crombé, P., 2020a. Landscape development in the valley of the Scheppelijke Nete (Mol, prov. of Antwerp, Belgium). *Lunula, Archaeologia protohistorica* 28, 3–13.
- Storme, A., Allemeersch, L., Bourgeois, I., Crombé, P., 2024. Exploring the Holocene rise, disturbance and decline of pine forests in the river valleys of northeastern Belgium using pollen and botanical macroremains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 328. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2024.105145>
- Storme, A., Bastiaens, J., Crombé, P., Cruz, F., Louwye, S., Verhegge, J., Deforce, K., 2020b. The significance of palaeoecological indicators in reconstructing estuarine environments: A multi-proxy study of increased Middle Holocene tidal influence in the lower Scheldt river, N-Belgium. *Quat. Sci. Rev.* 230, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106113>
- Storme, A., Louwye, S., Crombé, P., Deforce, K., 2017. Postglacial evolution of vegetation and environment in the Scheldt Basin (northern Belgium). *Veg. Hist. Archaeobot.* 26, 293–311. <https://doi.org/10.1007/s00334-016-0594-7>
- Sturludottir, S.A., Turner, J., 1985. The elm decline at Pawlaw Mire: an anthropogenic interpretation. *New Phytologist* 99, 323–329. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1985.tb03660.x>
- Tack, G., Van Den Bemt, P., Hermy, M., 1993. Bossen in Vlaanderen. Een historische ecologie. Davidsfonds.
- The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2024. R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- “Pile of Leaves.”
- Turner, S.D., Brown, A.G., 2004. Vitis pollen dispersal in and from organic vineyards: I. Pollen trap and soil pollen data. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 129, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2003.12.002>
- Tys, D., 2013. The medieval embankment of coastal Flanders in context., in: Thoen, E., Borger, G.J., de Kraker, A.M.J., Soens, T., Tys, D., Vervaeke, L., Weerts, H.J.T. (Eds.), *Landscapes or Seascapes? The History of the Coastal Environment in the North Sea Area Reconsidered*. Brepols Publishers, Turnhout, pp. 199–239. <https://doi.org/10.1484/M.CORN.1.101554>
- van Amerongen, Y.F., 2020. All's well? Comparing on- and off-site pollen samples and exploring the potential of pollen from man-made contexts. *Veg. Hist. Archaeobot.* 29, 125–131. <https://doi.org/10.1007/s00334-019-00759-w>
- van Beek, R., Gouw-Bouman, M.T.I.J., Bos, J.A.A., 2015. Mapping regional vegetation developments in Twente (the Netherlands) since the Late Glacial and evaluating contemporary settlement patterns. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw* 94, 229–255. <https://doi.org/DOI: 10.1017/njg.2014.40>
- van Haaster, H., 2018. Het botanische landschap, in: Ball, E.A.G., Jansen, R. (Eds.), *Drieduizend Jaar Bewoningsgeschiedenis van Oostelijk Noord-Brabant. Synthetiserend Onderzoek Naar Locatiekeuze En Bewoningsdynamiek Tussen 1500 v.Chr. En 1500 n.Chr. o.b.v. Archeologisch Onderzoek in Het Malta-Tijdperk*. Amersfoort, pp. 87–144.
- van Haaster, H., Brinkkemper, O., 1995. RADAR, a relational archaeobotanical database for advanced research. *Veg. Hist. Archaeobot.* 4, 117–125. <https://doi.org/10.1007/BF00206920>
- Van Thienen, V., 2016. Abandoned, neglected and revived: aspects of Late Roman society in Northern Gaul (PhD Thesis). Ghent University, Ghent.
- Vandekerckhove, K., Deforce, K., Bastiaens, J., 2018. Historic-ecological position of beech in the area of the Sonian Forest and an overview of beech-forest-related biodiversity present in the forest. Toelichting over de historisch-ecologische positie van beuk in het Zoniënwood inclusief een overzicht van de aanwezige beuk-gerelateerde biodiversiteit.

Argumentatie in het kader van het UNESCO-erkenningdossier. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 29.

- Vanderhoeven, A., Martens, M., Lentacker, A., 2022. Onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen, versie 1, 11/12/2008: Romeinse tijd. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 238, Brussel. <https://doi.org/10.55465/ESRQ8007>
- Vanhoutte, S., Bastiaens, J., De Clercq, W., Deforce, K., Ervynck, A., Fret, M., Haneca, K., Lentacker, A., Stieperaere, H., Van Neer, W., Cosyns, P., Degryse, P., Dhaeze, W., Dijkman, W., Lyne, M., Rogers, P., van Driel-Murray, C., van Heesch, J., Wild, J.P., 2009. De dubbele waterput uit het laat-Romeinse castellum van Oudenburg (prov. West-Vlaanderen): tafonomie, chronologie en interpretatie. *Relicta. Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen* 5, 9-142, Brussel. <https://doi.org/10.55465/ihdh6922>
- Verbruggen, C., Denys, L., Kiden, P., 1996. Belgium, in: Berglund, B.E., Birks, H.J.B., Ralska-Jasiewiczowa, M., Wright, H.E. (Eds.), *Palaeoecological Events during the Last 15000 Years: Regional Syntheses of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe*. Chichester, pp. 553–574.
- Verdegem, S., Bracke, M., 2019. Archeologisch onderzoek langs het Fluxys tracé Alveringem - Maldegem: Archeologisch onderzoek lot 1&2: deelzone Lo-Reninge - Staden (Frontzone). Fluxys THV MRG.
- Verhulst, A.E., 1995. Landschap en landbouw in Middeleeuws Vlaanderen. Gemeentekrediet.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4_9.
- Williams, J.W., Grimm, E.C., Blois, J.L., Charles, D.F., Davis, E.B., Goring, S.J., Graham, R.W., Smith, A.J., Anderson, M., Arroyo-Cabral, J., 2018. The Neotoma Paleoecology Database, a multiproxy, international, community-curated data resource. *Quat. Res.* 89, 156–177. <https://doi.org/10.1017/qua.2017.105>
- Willis, K.J., Birks, H.J.B., 2006. What is natural? The need for a long-term perspective in biodiversity conservation. *Science*. 314, 1261–1265. <https://doi.org/10.1126/science.1122667>
- Zagwijn, W.H., De Jong, J., 1960. Palynologisch onderzoek van een pleistocene veenlaag te Clinge, Zeeuws Vlaanderen.
- Zeven, A.C., Bakels, C.C., van Haaster, H., Pals, J.P., 1997. De introductie van onze cultuurplanten en hun begeleiders van het Neolithicum tot 1500 AD, De introductie van onze cultuurplanten en hun begeleiders, van het Neolithicum tot 1500 AD. Vereniging voor landbouwgeschiedenis, Wageningen.
- Zohary, D., Hopf, M., Diamond, J.M., 1993. Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of domesticated plants in South-West Asia, Europe and the Mediterranean Basin. Oxford University Press.

BIJLAGEN

Bijlage 1 – Synonymie pollentypes (p 220)

Bijlage 2 – Pollentypes per ecologische groep (p 223)

Bijlage 3 – Palynologische inventaris (metadata)

Tabblad 'Lijst P1' – rapporten/publicaties met pollenonderzoek

Tabblad 'Lijst P2' – rapporten/publicaties met pollenanalyses op diepe, waterhoudende structuren

Tabblad 'Lijst P3' – metadata van de pollenspectra gebruikt in dit onderzoek

Bijlage 4 – Figuren (pdf-versie van de figuren uit dit rapport, aangevuld met enkele bijkomende plots)

De laatste twee bijlagen zijn online te raadplegen via <https://doi.org/10.5281/zenodo.18338603>.

BIJLAGE 1 – SYNONYMIE POLLENTYPES

Het pollentype vóór de dubbele punt (in het **groen**) is de naam die in de database behouden is. Dit pollentype omvat telkens alle volgende pollentypes (opgesomd in willekeurige volgorde). Enkel taxa waarvoor bij de dataverzameling meerdere namen van pollentypes werden geregistreerd, zijn in deze lijst opgenomen.

De letter na het pollentype verwijst naar de publicatie waar de definitie van dit pollentype te vinden is:

(B) = Beug (2004)

(M) = Moore et al. (1991)

(P) = Punt et al. (1976, 1980, 1981, 1984, 1988, 1991, 1995)

Types met dezelfde naam in (B) en (P) of zonder referentie zijn altijd als synoniem beschouwd.

Bomen en struiken

- **Abies (B)**: *Abies alba*
- **Acer (B)**: *Acer campestre* type (P)
- **Betula (B)**: *Betula pubescens* type (P)
- **Fagus (B)**: *Fagus sylvatica*
- **Juglans (B)**: *Juglans regia*, *Juglans regia* type
- **Picea (B)**: *Picea abies*
- **Pinus (B)**: *Pinus sylvestris*
- **Quercus (B)**: *Quercus robur* groep (P)
- **Tilia (B)**: *Tilia* (M), *Tilia cordata*/*T. platyphyllos*, *Tilia platyphyllos* type (B)
- **Ulmus (B)**: *Ulmus glabra* type (P)
- **Corylus (B)**: *Corylus avellana*
- **Alnus (B)**: *Alnus glutinosa* type (P)
- **Frangula alnus (B)**: *Frangula alnus* (M), *Rhamnus frangula*
- **Rhamnus type (B)**: *Rhamnus catharticus* groep (P)
- **Cytisus type (B) / Genista type (B)**: *Genista* groep (B), *Genista* type
- **Lonicera periclymenum type (B)**: *Lonicera*
- **Fraxinus excelsior type (B)**: *Fraxinus*

Heideplanten

- **Ericaceae undiff.**: Ericales, Ericaceae, Ericaceae (overig), *Erica tetralix* type (M), *Arctostaphylos uva-ursi* type, *Empetrum nigrum*, *Empetrum/Ledum* (B), *Vaccinium* type (B)

Cultuurgewassen

- **Cannabaceae**: Cannabinaceae (B), *Cannabis sativa* (P), *Humulus lupulus* (P), *Cannabis sativa* (P) / *Humulus lupulus* (P)
- **Cerealie type**: *Avena* type (B), *Avena* type (B) / *Triticum* type (B), *Hordeum* type (B) / *Triticum* type (B), *Hordeum* type (B), *Triticum* type (B)
- **Secale (B)**: *Secale cereale*
- **Fagopyrum (B)**: *Fagopyrum esculentum* type (P)
- **Vicia type (B)**: *Pisum*, *Pisum sativum* (B), *Vicia faba*, *Vicia* type s.s. (B), *Vicia* type (B/M) cf. *V. faba*

Ruderalen

- **Artemisia (B)**: *Artemisia vulgaris* type (P)

- **Centaurea cyanus (B):** *Centaurea cyanus* type (P)
- **Fallopia (B):** *Fallopia convolvulus* (type), *Polygonum convolvulus*
- **Persicaria maculosa type (B):** *Polygonum persicaria* type
- **Plumbaginaceae:** *Armeria/Limonium*
- **Polygonum aviculare (B):** *Polygonum aviculare* type (P)
- **Radiola linoides (B):** *Radiola linoides* type, *Radiola* type
- **Reseda (B):** *Reseda lutea*
- **Solanum nigrum type (B):** *Solanum nigrum*, Solanaceae indet.
- **Spergula arvensis (B):** *Spergula arvensis* type (P), *Spergula*, *Spergula* type
- **Symphytum (B):** *Symphytum officinale* type (P)
- **Urticaceae (B):** *Urtica dioica* type (P), *Urtica dioica* (M), *Urtica* (M)

Graslandplanten

- **Campanulaceae (B):** *Campanula* type (M), *Campanula trachelium* type (B), *Legousia* type (B)
- **Jasione montana type (B):** *Jasione*
- **Plantago major/media type (B):** *Plantago major* type, *Plantago major*
- **Poaceae (B):** cf. *Phragmites australis*, Poaceae (B) > 40 µm
- **Ranunculus acris type (B):** *Ranunculus acris* groep (P), *Ranunculus flammula* groep (P), *Ranunculus aquatilis* groep (P)
- **Rhinantus type:** *Rhinantus* groep (P)
- **Succisa type (B):** *Succisa*, *Succisa pratensis* (P)
- **Rumex acetosa type (B):** *Rumex acetosella* type (P), *Rumex acetosella* (P), *Rumex crispus* p.p. (P), *Rumex conglomeratus* type (P), *Rumex obtusifolius* groep (P), *Rumex obtusifolius*, *Rumex sanguineus* groep (P), *Rumex* sp.
- **Trifolium repens type (B):** *Trifolium arvense* type, *Trifolium repens* type (P)
- **Trifolium (B):** *Trifolium* type (M)

Algemene kruiden

- **Apiaceae:** *Anethum graveolens* (P), *Anthriscus cerefolium* (P), *Anthriscus sylvestris* type (P), *Apium graveolens* (P), *Apium inundatum* type (P), *Bifora radians* type, *Chaerophyllum aureum* (P), *Conium maculatum* (P), *Coriandrum*, *Daucus carota* (P), *Falcaria vulgaris* type (P), *Foeniculum vulgare* (P), *Oenanthe aquatica* groep (P), *Oenanthe fistulosa* type (P), *Orlaya grandiflora* (B), *Pastinaca sativa* (P), *Petroselinum crispum* (P), *Peucedanum palustre* type (P), *Torilis arvensis* (P), *Torilis japonica* (P), Apiaceae undiff.
- **Asteraceae Liguliflorae:** *Lactuca sativa* type, *Arnoseris minima* (B)
- **Asteraceae tubuliflorae:** Asteraceae sp.
- **Ballota type:** *Stachys sylvatica* type (M)
- **Borago (B):** *Borago officinalis*
- **Brassicaceae (B):** *Beta vulgaris* (B), *Sinapis* type (M), *Hornungia* type (M)
- **Carduus (B) / Cirsium (B):** *Cirsium/Carduus crispus* type, *Carduus*
- **Caryophyllaceae (B):** *Sagina procumbens* groep (P), *Scleranthus* (B), *Scleranthus annuus*, *Scleranthus annuus* type, *Cerastium fontanum* type (P), *Dianthus* type, *Silene* type (B), *Lychnis* type
- **Cirsium (B):** *Cirsium palustre* type (P)
- **Centaurea jacea type (B):** *Centaurea nigra* type
- **Chenopodiaceae p.p. (B):** Amaranthaceae
- **Cuscuta europaea type (B):** *Cuscuta europaea* type (P), *Cuscuta europaea* groep (P)
- **Dipsacaceae p.p. (B):** *Succisa/Scabiosa*, *Dipsacus* (B), *Dipsacus fullonum* type (P)
- **Fabaceae p.p. (B):** Fabaceae indet., cf. *Astragalus* type
- **Geranium (B):** Geraniaceae, *Geranium molle* type
- **Hypericum perforatum type (B):** *Hypericum perforatum*

- ***Knautia* (B):** *Knautia arvensis* type (P)
- ***Lathyrus-Vicia* type (B):** *Vicia* type (B), *Vicia* (B) / *Lathyrus* type (B)
- **Malvaceae (B):** *Malva* type
- ***Malva neglecta* type (B):** *Malva pusilla* (P)
- ***Matricaria* type (B):** *Anthemis arvensis* type (P), *Anthemis* type (M)
- **Ranunculaceae undiff.:** *Ranunculus* type, *Pulsatilla vulgaris* groep (P), Ranunculaceae, Ranunculaceae indet., Ranunculaceae (overig), *Ranunculus arvensis* type (B)
- **Rosaceae undiff.:** *Rosa* type, *Geum* type (B), *Malus/Pyrus* (B), *Malus/Pyrus/Mespilus* (B), *Prunus* (B), *Prunus* type (B), *Rubus* (B), *Sorbus* groep (B), *Sorbus* groep (B) cf. *Malus/Pyrus*, *Sorbus* groep (B) cf. *Prunus*, *Sorbus* groep (B) cf. *Rubus*.
- **Rubiaceae (B):** *Galium* type (M)
- ***Saussurea* type (B):** *Saussurea* type cf. *Arctium*
- **Scrophulariaceae p.p. (B):** *Chaenorhinum minus* (B), *Verbascum* (B), *Scrophularia* type
- ***Senecio* type (B):** *Aster tripolium* type (P), *Aster* type
- ***Spergularia* type (B):** *Spergularia* type (B) cf. *S. salina*, *Spergula* type
- ***Viola odorata* type (B):** *Viola palustris* type (M)
- ***Viola tricolor* type (B):** *Viola arvensis* type (M)
- ***Xanthium strumarium* type (B):** *Xanthium*

Moeras- en oeverplanten

- ***Callitriche palustris* type (B):** *Callitriche*
- **Cyperaceae (B):** *Cladium mariscus*
- ***Iris pseudacorus* type (B):** cf. *Iris pseudacorus*, cf. *Iris*
- ***Lythrum* (B):** *Lythrum salicaria* type (P), *Lythrum salicaria*
- ***Peplis portula* (B):** *Lythrum portula* type (P), *Lythrum portula*
- ***Rumex aquaticus* type:** *Rumex palustris* groep (P)
- ***Valeriana officinalis* type:** *Valeriana*

Waterplanten

- ***Alisma* type (B):** *Alisma plantago-aquatica* type (P)
- ***Hydrocotyle vulgaris* (B):** *Hydrocotyle* type
- **Lemnaceae (B):** *Lemna*
- ***Nuphar* (B):** *Nuphar lutea*
- ***Nymphaea* (B):** *Nymphaea alba*
- ***Potamogeton/Triglochin*:** *Potamogeton* (B), *Potamogeton natans* type (B)
- ***Sparganium* type (B):** *Sparganium emersum* type (P), *Sparganium erectum* type (P), *Typha angustifolia* (P), *Typha angustifolia* type (M), *Sparganium/Typha*
- ***Typha latifolia* type (B):** *Typha latifolia*

Overige

- **Indeterminata (pollen):** indetermineerbaar + gecorrodeerd pollen

Sporenplanten

- ***Anthoceros punctatus* type (M):** *Anthoceros punctata* (sic), *Anthoceros*
- ***Dryopteris* type (M):** Filicales, Filicales undiff., *Dryopteris filix-mas* type, monolet sporen
- ***Ophioglossum vulgatum* (M):** *Ophioglossum vulgatum* type (P)
- ***Phaeoceros laevis*:** *Anthoceros laevis*, *Phaeoceros punctata*
- ***Polypodium vulgare* type (M):** *Polypodium vulgare*
- **Indeterminata (sporen):** trilete spore

BIJLAGE 2 – POLLENTYPES PER GROEP

Bomen en struiken (totaal)

Bomen en struiken (droge grond)

Abies (B)
Acer (B)
Aesculus hippocastanum (B)
Betula (B)
Carpinus betulus (B)
Castanea (B)
Fagus (B)
Fraxinus excelsior type (B)
Ilex aquifolium (B)
Juglans (B)
Picea (B)
Pinus (B)
Populus (B)
Pterocarya fraxinifolia (B)
Quercus (B)
Tilia (B)
Ulmus (B)
Herwerkt boompollen
Saccaat pollen
Groot saccaat pollen

Klimmers

Arceuthobium oxycedri (B)
Hedera helix (B)
Lonicera periclymenum type (B)
Viscum album (B)

Lichtminnende struiken

Cornus mas type
Cornus sanguinea (B)
Corylus (B)
Cytisus type (B) / *Genista* type (B)
Hippophae rhamnoides (B)
Juniperus communis type (B)
Ligustrum type (B)
Rhamnus type (B)
Sambucus nigra type (B)

Bomen en struiken (natte grond)

Alnus (B)
Frangula alnus (B)
Myrica gale (B)
Salix (B)
Taxus baccata
Viburnum opulus type (B)

Heideplanten

Heideplanten

Calluna vulgaris (B)
Ericaceae undiff.

Kruiden (totaal)

Cultuurgewassen

Cannabaceae (B)
Cerealìa type
Cucurbita pepo
Fagopyrum (B)
Linum usitatissimum type (B)
Secale (B)
Spinacia oleracea
Vicia type (B)
Vitis vinifera (M)

Ruderalen en akkeronkruiden

Adonis aestivalis type (B)
Adonis vernalis (B)
Agrostemma githago (B)
Anagallis type (B)
Artemisia (B)
Centaurea cyanus (B)
Centaurea scabiosa type (B)
Centranthus
Chelidonium majus (B)
Convolvulus arvensis type (B)
Erodium (B)
Fallopia (B)
Hyoscyamus nigra
Nigella damascena type (P)
Papaver argemone (B)
Papaver rhoeas type (B)
Persicaria maculosa type (B)
Plumbaginaceae (B)
Polygonum aviculare type (B)
Polygonum raii
Radiola linoides (B)
Reseda (B)
Solanum nigrum type (B)
Spergula arvensis (B)
Symphytum officinale type (P)
Urticaceae (B)
Valerianella

Algemene kruiden

Aconitum groep (B)
cf. *Aconitum* type
Alchemilla groep (B)
Anemone (M)
Apiaceae
Aquilegia type (B)
Asteraceae Liguliflorae
Asteraceae Tubuliflorae
Astragalus type
Ballota type (B)
Borago (B)
Brassicaceae (B)
Carduus (B) / *Cirsium* (B)
Caryophyllaceae (B)
Centaurea jacea type (B)
Chenopodiaceae p.p. (B)

Graslandplanten

Campanulaceae (B)
Helianthemum
Jasione montana type (B)
Linum catharticum type (B)
Lotus type (B)
Lysimachia vulgaris type (B)
Plantago sp.
Plantago coronopus type (B)
Plantago lanceolata type (B)
Plantago major-media type (B)
Plantago maritima type (B)
Plantago tenuiflora type
Poaceae (B)
Ranunculus acris type (B)
Rhinanthus type (B)
Rumex >26 µm
Rumex acetosa type (B)
Sanguisorba minor type
Scabiosa columbaria type (P)
Stellaria holostea (B)
Succisa type (B)
Tetragonolobus
Trifolium (B)
Trifolium pratense type (B)
Trifolium repens type (B)

Liliaceae
Linum sp.
Malva neglecta type (B)
Malva sylvestris type (B)
Malvaceae (B)
Matricaria type (B)
Melampyrum (B)
Mercurialis annua (B)
Pentaglottis sempervirens
Phyteuma type (B)
Polemonium boreale
Potentilla type (B)
Primula clusiana type (B)
Prunella type (B)
Ranunculaceae undiff.
Rhus sp.

Circaea (B)
Cirsium (B)
Cistus cf. *ladanifer*
Cuscuta europaea type (B)
Dipsacaceae p.p. (B)
Epilobium (B)
Epipactis groep (B)
Euphorbia (B)
Fabaceae p.p. (B)
Falcaria vulgaris type (P)
Galeopsis-Ballota groep (B)
Galeopsis type (B)
Gentiana pneumonanthe type (B)
Gentianella sp.
Geranium (B)
Hypericum perforatum type (B)
Knautia (B)
Lamium album
Lathyrus-Vicia type (B)

Rosaceae undiff.
Rubiaceae (B)
Rumex scutatus type (B)
Sambucus ebulus (B)
Sanguisorba officinalis (B)
Saussurea type (B)
Saxifraga stellaris type (B)
Scrophulariaceae p.p. (B)
Senecio type (B)
Spergularia type (B)
Thalictrum (B)
Valeriana dioica type (B)
Verbena officinalis (B)
Veronica type (B)
Viola
Viola odorata type (B)
Viola tricolor type (B)
Xanthium spinosa type (B)
Xanthium strumarium type (B)

Pollen en sporen buiten de pollensom

Moeras- en oeverplanten

Callitriche palustris type (B)
Caltha type (B)
Calystegia
Cyperaceae (B)
Filipendula (B)
Glyceria type (B)
Gratiola officinalis
Iris pseudacorus type (B)
Juncus sp.
Lythrum (B)
Mentha type (B)
Parnassia palustris (B)
Peplis portula (B)
Rumex aquaticus type (B)
Scheuchzeria palustris (B)
Solanum dulcamara (B)
Valeriana officinalis type (B)

Waterplanten

Alisma type (B)
Butomus umbellatus
Hippuris vulgaris (B)
Hydrocharis morsus-ranae
Hydrocotyle vulgaris (B)
Lemnaceae (B)
Ludwigia palustris
Menyanthes trifoliata (B)
Myriophyllum alterniflorum (B)
Myriophyllum spicatum (B)
Myriophyllum verticillatum (B)
Nuphar (B)
Nymphaea (B)
Potamogeton/Triglochin
Sagittaria sagittifolia (B)
Sparganium type (B)
Typha latifolia type (B)
Utricularia (B)

Sporenplanten

Anthoceros punctatus type (M)
Botrychium
Dryopteris type (M)
Equisetum (M)
Lycopodiella inundata (M)
Ophioglossum vulgatum (M)
Osmunda regalis (M)
Phaeoceros laevis (M)
Pilularia globulifera (M)
Polypodium vulgare type (M)
Pteridium aquilinum (M)
Riccia type (M)
Selaginella selaginoides (M)
Sphagnum (M)
Thelypteris palustris (M)
Trichomanes speciosum
Indeterminata (sporen)