

Mijten (Acari) als ecologische indicatoren in de archeologie Onderzoek op de Romeinse vindplaats Oudenburg (prov. West-Vlaanderen)

Jaap Schelvis¹ & Anton Ervynck

Ecologisch - archeologisch onderzoek met dierlijke resten

Paleo-ecologie kan als deeldiscipline van de paleontologie worden omschreven als de studie van de interacties die het voorkomen en de abundantie van fossiele organismen bepalen². Het onderzoek kan zich ook richten op organische resten uit archeologische vindplaatsen alhoewel in dat geval de vraagstelling nogal vaak beperkt is tot een praktische toepassing van het ecologisch onderzoek, met name een reconstructie van het milieu, zowel in als rond een vroegere menselijke woonplaats. In het eerste geval kan men bv. de organische vervuiling van een woonplaats trachten na te gaan, in het tweede kan men het type van natuurlijke vegetatie rond het site achterhalen. De denkwijze van het ecologisch onderzoek op actueel materiaal is precies andersom als bij het onderzoek van archeologische vondsten. Waar actuele ecologen het voorkomen van soorten in verschillende biotopen vergelijken teneinde de ecologische kenmerken te achterhalen die voor hun verspreiding verantwoordelijk zijn, zal de *'environmental archaeology'* trachten een vroeger milieu te reconstrueren door de ecologische karakteristieken van het op een vindplaats aangetroffen soortenspectrum te analyseren.

Paleo-ecologische reconstructies in de Vlaamse archeologie steunden tot vrij recent bijna uitsluitend op de studie van planten-

resten, zowel pollen als macroresten, naast aardwetenschappelijke observaties³. Dierlijke resten kwamen duidelijk minder aan bod. Dit was o.i. te wijten aan twee nauw verweven factoren: de mogelijkheden van dierlijke resten als paleo-ecologische indicatoren werden niet onderkend en de grove bemonstering op de vindplaatsen zorgde er voor dat enkel vondsten werden gerecupereerd die minder voor ecologisch onderzoek in aanmerking kwamen. De overgrote meerderheid van mogelijke dierlijke paleo-ecologische indicatoren ging inderdaad tijdens de opgraving verloren, zeker omdat deze resten zo klein waren.

Welke dierengroepen men bij ecologisch onderzoek in de archeologie kan gebruiken, wordt o.a. bepaald door de wijze waarop ze in een vindplaats terecht komen, m.a.w. door hun tafonomie. Volgens Gautier⁴ komen dierlijke resten in een archeologische context terecht als etensafval, als afval van artisanale bedrijvigheid, als niet-gegeten kadaver of als intrusief. Intrusieve resten zijn afkomstig van dieren die zonder medeweten of buiten de wil van de mens in de buurt van een woonplaats aanwezig zijn. Hun aanwezigheid is dus bepaald door de aard van de menselijke woonplaats en/of door de natuur er omheen. Enkel deze intrusieve resten kunnen gebruikt worden voor paleo-ecologische reconstructies; het voorkomen van de andere tafonomische groepen is door de mens bepaald. Intrusieve dieren zijn uiteraard meestal klein van

1 Biologisch-Archeologisch Instituut (RUG), Poststraat 6, 9712 ER Groningen (NL).

2 Naar Krebs 1978.

3 Zie bv. voor Oost-Vlaanderen: Pieters 1990, Van der Plaetsen 1990.

4 Gautier 1987.

formaat. Voorbeelden zijn de zoetwater-slakjes in een kasteelgracht of de kleine knaagdieren die in de buurt van menselijke bewoning huizen. Dergelijke dierlijke paleo-ecologische indicatoren kunnen door hun kleine afmetingen niet zonder speciale bemonstering op een vindplaats verzameld worden. Kortom, de intrusieve, kleinere dierlijke resten bevonden zich in de traditionele Vlaamse archeologie in een vicieuze cirkel: de mogelijkheden van onderzoek werden niet onderkend waardoor ze niet werden bemonsterd, en door het ontbreken van een bemonstering ontstond er geen nood aan interpretatie.

In deze toestand kwam lang weinig verandering, temeer daar de Vlaamse archeozoölogie voornamelijk gericht was op een economische vraagstelling. Men richtte zich hoofdzakelijk naar problemen zoals voedselvoorziening of huisdierkweek via de studie van botmateriaal, vooral van de grotere huisdieren. In beduidend mindere mate kwamen ook de resten van schelpdieren (Mollusca) aan bod. In deze optiek was er weinig nood aan een bemonstering van de resten van kleinere dieren.

Heden komt ook de paleo-ecologische vraagstelling binnen onze archeozoölogie meer aan bod en is de bemonstering op veel vindplaatsen beduidend verfijnd. Milieu-reconstructies aan de hand van botmateriaal van kleine intrusieve zoogdieren en van vissen, en via de studie van de resten van schelpdieren vindt men recent bij Dewilde & Ervynck en Lentacker *et al.*⁵. In navolging van ontwikkelingen in het buitenland worden nu echter ook de resten van geleedpotige dieren bij het onderzoek betrokken. Reeds in 1967 had Coope⁶ aangetoond dat insecten, en met name loopkevers (Carabidae), met succes kunnen worden gebruikt om veranderingen in vroegere klimatologische en ecologische omstandigheden te onderzoeken. Dit werd voor het eerst bewezen in kwartair geologisch onderzoek. Al snel bleek dat ook binnen de archeozoölogie belangwekkende resultaten te behalen waren met behulp van insecten, vooral loopkevers⁷. Aldus groeide de 'entomo-archeologie' uit tot een regelmatig gebruikte en gewaardeerde onderzoeksmethode⁸. Ook in Vlaanderen werden in eerste instantie loopkeverresten bij het paleo-ecologisch onderzoek gebruikt⁹.

Loopkeverresten zijn bij uitstek geschikt om bij een paleo-ecologische reconstructie

gebruikt te worden¹⁰. De resten van deze diertjes blijven in geschikte contexten goed bewaard en kunnen in voldoende hoeveelheid teruggevonden worden. Een soorteterminatie stelt voor de ervaren onderzoeker geen problemen en de recente ecologische kenmerken van de soorten zijn voldoende gedocumenteerd. Bovendien is de ecologie van de dieren niet veranderd sinds de periode waaruit de onderzochte resten stammen. Tenslotte is er grote zekerheid dat de loopkeverresten, door het beperkte vliegvermogen van deze groep, uit de onmiddellijke buurt van de vindplaats komen. Een goede keuze van te bemonsteren archeologische contexten en de biologische kenmerken van de loopkevers zelf zorgen ervoor dat paleo-ecologisch onderzoek met deze groep niet noodzakelijk dezelfde interpretatiemoeilijkheden¹¹ kent als wanneer andere insectengroepen worden gebruikt¹².

Recent onderzoek in Nederland¹³ toont aan dat mijten (Acari) voor paleo-ecologische reconstructies zeker dezelfde voordelen vertonen als loopkevers. De studie van mijten is echter binnen de archeologie nog (te) weinig bekend. In wat volgt stellen we de mijten als archeologische vondstengroep voor, bespreken we de methodologie van bemonstering en interpretatie van mijtenresten en geven we als voorbeeld voor de interpretatiemogelijkheden de resultaten van het onderzoek op een Romeinse vindplaats te Oudenburg.

Mijten

Mijten zijn geleedpotige diertjes (Arthropoda) die behoren tot de spinachtigen (Arachnida). Zij onderscheiden zich van de insecten (Insecta) doordat zij, net als de meer bekende spinnen (Araneae), schorpioenen (Scorpiones) en hooiwagens (Opiliones), acht poten bezitten. Figuur 1 toont de typische lichaamsbouw van een mijt. In tegenstelling tot de overige spinachtigen hebben mijten een ongeleed lichaam. Verder onderscheiden zij zich door het ontbreken van gifklieren en spintepels en door hun geringe formaat. Met uitzondering van de teken (Ixodida), die in volgezogen toestand tot anderhalve centimeter kunnen bereiken, hebben mijten een lichaamslengte die slechts zelden de millimeter overschrijdt.

5 Dewilde & Ervynck in druk; Lentacker *et al.* in druk.

6 Coope 1967.

7 Osborne 1973.

8 Kenward *et al.* 1980.

9 Bungeneers *et al.* 1989, Ervynck *et al.* 1987, 1991, Ervynck *et al.* in druk, Lentacker *et al.* in druk, Mertens *et al.* 1986.

10 Ervynck *et al.* in druk.

11 Zie bv. Kenward 1975, 1978.

12 Ervynck *et al.* in druk.

13 Schelvis 1992a.

Een kenmerk van de geleedpotige dieren is het uitwendig skelet. Dit zgn. exoskelet is bij de mijten opgebouwd uit chitine, een materiaal dat zeer moeilijk biologisch afbreekbaar is. Het is dan ook dit uitwendig chitinepantser dat in de bodem bewaard blijft en dat bij opgravingen kan teruggevonden worden. Onder gunstige omstandigheden, wanneer de resten volledig van de buitenlucht zijn afgesloten (anaerobe condities), kunnen de resten van mijten vele duizenden jaren bewaard blijven in een toestand waarbij een soortdeterminatie mogelijk blijft.

Een algemene misvatting omtrent mijten is dat zij allen een parasitaire levenswijze zouden hebben. Dit is zeker niet het geval; slechts een relatief gering aantal soorten behoort tot de feitelijke parasieten, zoals de schurftmijten (Sarcoptidae) en de teken. Deze soorten zijn echter de best bekende mijten, doordat zij schade bezorgen aan de mens, aan huisdieren en gewassen. Het overgrote deel van de duizenden soorten mijten die zijn beschreven, leeft echter niet parasitair. Mijten behoren tot de meest succesvolle groepen binnen het dierenrijk en komen voor in vrijwel ieder denkbaar habitat van de hoge arctis tot in de tropen en van de diepzee tot het hooggebergte. In gunstige milieus bereiken zij vaak een grote soortendiversiteit en hoge dichtheden. Een vierkante meter van de strooisellaag van een bos zal enkele honderdduizenden mijten bevatten verdeeld over tientallen soorten.

Mijten worden taxonomisch verdeeld in een achttal ordes waarvan er twee regelmatig terug te vinden zijn in archeologische en geologische contexten¹⁴. Dit zijn de mosmijten of Oribatida en de roofmijten binnen de Gamasida. De mosmijten domineren, zoals hun naam al suggereert, de mijtenfauna's van natuurlijke bodems en strooisellagen voor wat betreft de aantallen individuen en soorten. De meeste soorten spelen een belangrijke rol in de biologische afbraakprocessen in de bodem doordat zij zich voeden met dood organisch materiaal. Er zijn echter ook tal van soorten binnen de mosmijten die zeer gespecialiseerde voedingsgewoonten hebben zoals het eten van schimmeldraden, celwanden en dergelijke. Mede door deze voedselspecialisatie stelt iedere mosmijt specifieke eisen aan zijn voorkeurshabitat. Hierdoor zal elk biotoop een min of meer karakteristieke mosmijtenfauna herbergen hetgeen deze groep mijten

bij uitstek geschikt maakt voor het reconstrueren van vroegere ecologische omstandigheden.

De roofmijten hebben een geheel andere levenswijze. Zoals hun naam al aangeeft voeden zij zich voornamelijk met levende prooien. Ook hierin hebben de meeste soorten zich echter gespecialiseerd. Sommige soorten voeden zich vrijwel uitsluitend met de eieren en larven van vliegen en muggen (Diptera), andere eten bijvoorbeeld rond-wormen (Nematoda), springstaarten (Collembola) of andere mijten. Daarnaast zijn er soorten die meer generalisten zijn wat betreft hun voedingsgewoonten; zij eten eenvoudig alles wat zij tegenkomen en wat hen niet opeet. Een groot aanbod aan voedsel voor roofmijten is te verwachten op plaatsen waar zich veel en intensieve biologische afbraak- en rottingsprocessen afspelen, zoals beerputten, mestvaalten, composthopen en andere 'vieze' plaatsen.

Mijtenonderzoek in de archeologie

Denford¹⁵ demonstreerde als eerste de bruikbaarheid van resten van mijten bij paleo-ecologische reconstructies in de archeozoölogie. Later benadrukte Schelvis¹⁶ de kenmerken die ervoor zorgen dat de resten van mijten uit een archeologische context een betrouwbaar beeld geven van de vroegere ecologische omstandigheden. De morfologie, fysiologie en ecologie van de mijten zijn niet wezenlijk veranderd sinds de periode waaruit archeologische resten kunnen afkomstig zijn. Mijtenresten bevinden zich in vrijwel iedere archeologische context in aanzienlijke hoeveelheden waardoor 'acaro-archeologisch' onderzoek ook mogelijk is wanneer er slechts weinig tijd is voor staalnames of wanneer er slechts zeer weinig materiaal beschikbaar is. De relatief kleine stalen (ca 1 kg) kunnen ook genomen worden in situaties waarin andere vormen van ecologisch archeologisch onderzoek moeilijk of niet uitvoerbaar zijn, zoals in zure veenlagen waarin geen botmateriaal bewaard blijft of binnen in gebouwen waar palynologisch onderzoek zeer moeilijk is. De stalen voor acaro-archeologisch onderzoek kunnen moeiteloos benut worden voor ander ecologisch onderzoek; macro-botanische resten, kleine (vis-)botten en resten van schaaldieren en insecten worden bij de extractie terugge-

14 Schelvis 1992a.

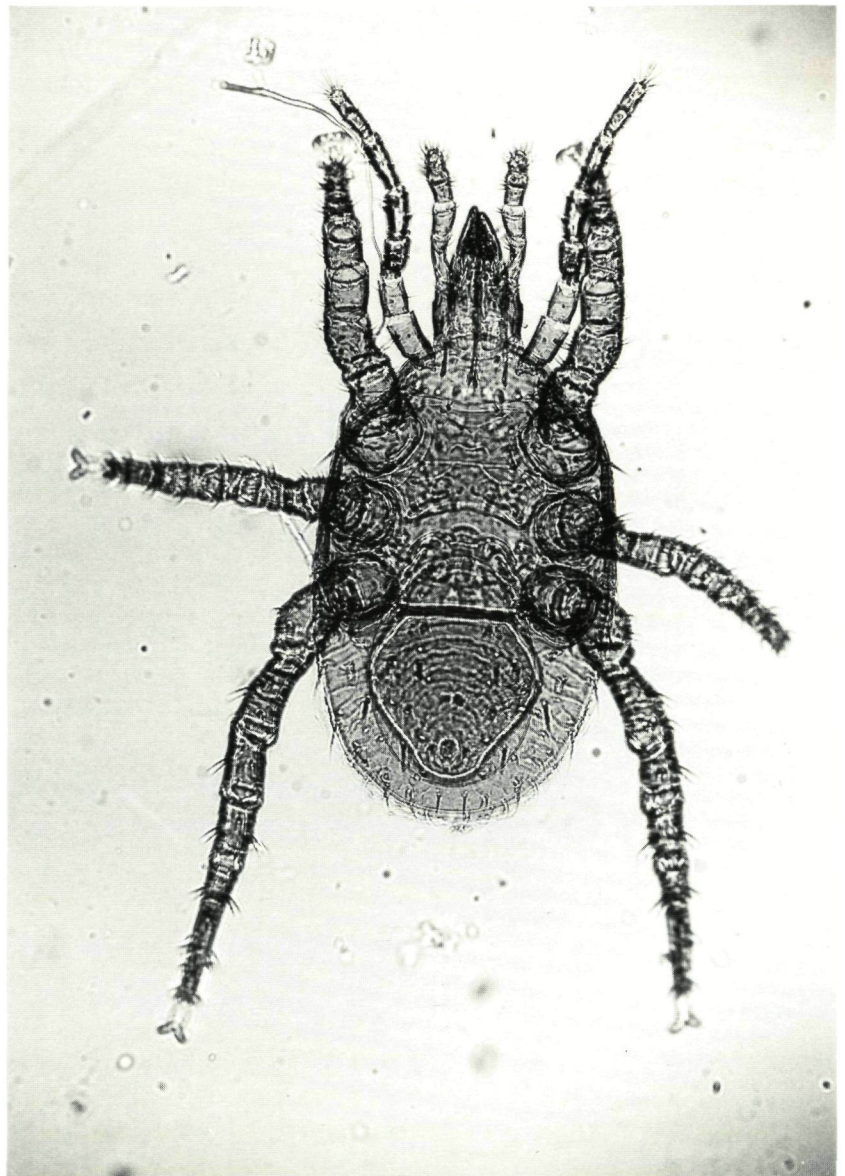
15 Denford 1978.

16 Schelvis 1992a.

vonden op de 1 mm zeef. Mijten vertonen een kleine actieradius en zijn meestal strikt aan een bepaald type biotoop gebonden. Daardoor levert de ecologische informatie afkomstig van het mijtenonderzoek betrouwbare, gedetailleerde resultaten die betrekking hebben op de directe omgeving van het site. Door hun zeer korte generatieduur kunnen mijten bovendien informatie verschaffen over snelle of tijdelijke veranderingen in de ecologische variabelen. Op grond van paleontologische studies¹⁷ en controle-experimenten¹⁸ mag men besluiten dat de opgesomde voordelen inderdaad geldig zijn.

Evenals voor de loopkevers bestaat er voor de mijten een ruime hoeveelheid literatuur met betrekking tot de determinatie van de soorten. Voor deze studie hebben wij gebruik gemaakt van de richtlijnen van Karg¹⁹ voor de roofmijten en van Siepel²⁰ voor de mosmijten. Doordat mijtenresten uit een archeologische context echter zelden compleet worden teruggevonden (meestal zonder poten en monddelen, fig. 2), kunnen deze determinatietabellen niet zonder meer gebruikt worden. De beschikbaarheid van een zo uitgebreid mogelijke referentiecollectie is dan ook een voorwaarde om tot een aanvaardbaar determinatiepercentage te komen. De geografische verspreiding van een groot aantal mijtensoorten is niet volledig gekend. Daar staat tegenover dat over de biotoopkeuze en andere ecologische variabelen van met name de mosmijten zeer veel bekend is²¹.

We hebben reeds benadrukt dat vooral twee groepen binnen de mijten in archeologische contexten worden aangetroffen: de Oribatida en de Gamasida. Acaro-archeologie kent door de biologische aard van deze twee groepen (zie eerder) dus twee hoofdtoepassingen: de lokale landschapsreconstructie op basis van resten van mosmijten en het aantonen en identificeren van mest op basis van resten van roofmijten. In het eerste geval leren we dus de natuurlijke omgeving rond een vindplaats kennen, in het tweede vernemen we eerder hoe een bepaalde archeologische context binnen een vindplaats is opgebouwd en leren we een menselijke woonplaats beter kennen. De resultaten die het mijtenonderzoek reeds boekte binnen de Nederlandse archeologie illustreren dit. Zo kon er met behulp van de mosmijten een milieureconstructie worden opgesteld van een middeleeuwse site te



1 *Recente vertegenwoordiger van de roofmijt Macrocheles glaber. De lichaamslengte bedraagt ca 750 µm (vergelijkingscollectie J. Schelvis, foto J. Schelvis).*

Recent specimen of *Macrocheles glaber*. The body measures approximately 750 µm (comparative collection J. Schelvis, photograph J. Schelvis).

Leeuwarden²², en van de omgeving rond de terpen van Bornwird en Oldeboorn²³ en kon de mate van invloed van de zee op de bewoning worden vastgesteld in Neolithisch Kolhorn²⁴ en middeleeuws Scheemda²⁵. De resten van roofmijten konden worden gebruikt voor de interpretatie van de vulling van een beerput op het Martinikerkhof in Groningen²⁶ en van putvullingen in middeleeuws Oosterbeintum²⁷ en Scheemda²⁸. De lokalisatie van deze vindplaatsen en een kritische bespreking van de onderzoeksresultaten vindt men bij Schelvis²⁹.

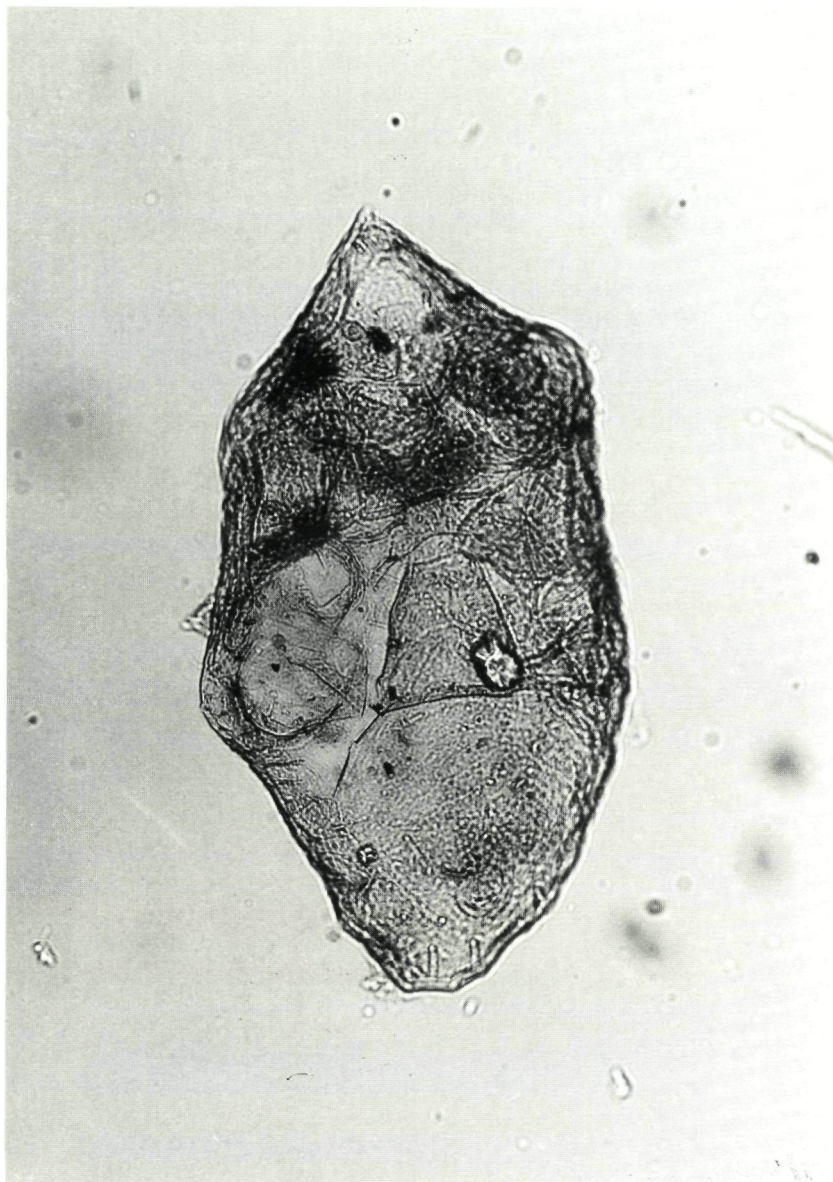
17 O.a. van Krivolutsky & Druk 1986.

18 Markkula 1986, Schelvis & van Geel 1989, Schelvis 1992a.

19 Karg 1971, 1989.

20 Siepel in prep.

21 O.a. Strenzke 1952 en Knülle 1957.



2 Archeologische vondst van *Macrocheles glaber*, lengte ca 750 μm (staal 91/Ou/II/16) (foto J. Schelvis).

Remains from *Macrocheles glaber*, length ca. 750 μm (sample 91/Ou/II/16) (photograph J. Schelvis).

Methodiek

EXTRACTIE

Mijtenresten kunnen op snelle en efficiënte wijze verzameld worden uit een bodemstaal met behulp van een petroleum-flottatiemethode. Het staal wordt eerst opgelost in (warm) water. Vervolgens wordt het gezeefd met behulp van stromend water op twee zeven, respectievelijk met een maaswijdte van 1.0 mm en een maaswijdte van 0.1 mm. Gezien de afmetingen van mijten

hoeft de grovere fractie niet voor onderzoek te worden behouden. Deze kan echter wel voor de bemonstering van andere groepen worden benut.

In sommige stalen bevat de fractie die tussen beide zeven wordt opgevangen relatief veel anorganisch materiaal, met name zandkorrels. Dit kan op eenvoudige wijze worden verholpen door het toepassen van een 'wash-over'³⁰. Hierna wordt de organische fractie van 0.1 tot 1.0 mm gedurende ongeveer een half uur gekookt om zoveel mogelijk gassen uit de plantaardige weefsels te doen ontsnappen zodat deze botanische resten relatief zwaar en minder gevoelig worden voor de navolgende flottatie. Nadat het staal is afgekoeld wordt het weer teruggegoten op de fijne zeef om uit te druipen. Over het algemeen wordt een geschikte vochtigheidsgraad bereikt door de zeef gedurende een half uur onder een hoek van 45° te plaatsen. Vervolgens wordt het staal in een emmer overgegoten en goed vermengd met petroleum. Dit mengen kan het beste gebeuren met de hand waarbij het van belang is om soepele latex handschoenen te dragen.

Hierna volgt de feitelijke extractie doordat er een ruime hoeveelheid koud stromend water aan het staal wordt toegevoegd. Met deze straal water worden tevens de restjes materiaal van de zeef en de handschoenen in de emmer gespoeld. Direct vindt er een scheiding plaats tussen de relatief lichte petroleum en het zwaardere water. Doordat petroleum een veel hogere affiniteit heeft voor chitineus materiaal dan voor botanische resten zullen voornamelijk de mijten- en insectenresten boven komen drijven met de petroleum en zullen de botanische en anorganische resten op de bodem van de emmer terechtkomen. Na ongeveer een kwartier heeft deze scheiding zich volledig voltrokken waarna de drijvende fractie voorzichtig kan worden afgegoten over de 0.1 mm zeef. Dit flottaat wordt vervolgens gewassen met heet stromend water en ruim afwasmiddel om de petroleum kwijt te raken, gespoeld met alcohol (minimaal 70%) en overgebracht in een goed afsluitend potje waarin het in alcohol voor langere tijd bewaard kan worden totdat het nader bestudeerd gaat worden. De benodigde tijd om de extractie van de mijtenresten uit een staal tot dit punt uit te voeren bedraagt ongeveer twee uur.

- 22 Schelvis 1987.
- 23 Schelvis 1988, 1990a.
- 24 Schelvis 1989.
- 25 Schelvis 1990b.
- 26 Schelvis 1992b.
- 27 Schelvis in druk a.
- 28 Schelvis 1990b.
- 29 Schelvis 1992a.
- 30 Kenward *et al.* 1980.

DETERMINATIE

De mijtenresten die op bovenstaande wijze geëxtraheerd zijn moeten nu worden geprepareerd voor determinatie. Daartoe moeten zij eerst worden uitgelepeld uit de onvermijdelijke (geringe) hoeveelheid plantenresten die mee geflotteerd zijn. Dit gebeurt met behulp van een stereo-microscop met geringe vergroting (10-15x) waaronder een petri-schaaltje met het flottaat wordt geplaatst. De benodigde tijd om het staal uit te lepelen is sterk afhankelijk van de hoeveelheid mijtenresten in het staal en van de mate van botanische 'verontreiniging'.

De mijtenresten worden nu overgebracht in een hol objectglasje dat is gevuld met een sterke (40-80%) melkzuuroplossing. De functie van het melkzuur is enerzijds het conserveren van de resten en anderzijds het ophelderen van het chitinepantser teneinde de determinatie te vereenvoudigen. De feitelijke determinatie vindt plaats door de mijtenresten één voor één over te brengen in een half afgedekt, met melkzuur gevuld, hol objectglasje volgens de zgn. 'half open slide technique' van Grandjean zoals beschreven bij Balogh & Mahunka³¹. De mijt kan nu met behulp van een tot minimaal 400x vergrotinge lichtmicroscop worden bestudeerd en gedetermineerd met de geëigende literatuur.

INTERPRETATIE

De wijze van interpretatie van de gevonden mijtenresten is afhankelijk van de toepassingen en vraagstellingen van het onderzoek. Voor de twee hoofdtoepassingen van het mijtenonderzoek, de lokale landschapsreconstructie en de mest-identificatie, wordt de interpretatiemethode gegeven door Schelvis³². Zo worden de mosmijten, voor zover mogelijk, toegekend aan twintig zgn. ecologische groepen, waarvan de vertegenwoordigers een bepaalde voorkeursbiotoop gemeen hebben. De soortensamenstelling van deze ecologische groepen is gebaseerd op ecologisch onderzoek³³, aangevuld met eigen acarologische gegevens verzameld tijdens recent veldwerk in Nederland. De verdeling van de mijten over de ecologische groepen levert dan de basis voor een lokale landschapsreconstructie. Het aantonen van uitwerpselen van

huisdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van (mogelijk) mest-aanduidende soorten. De identificatie van de mestproducenten is mogelijk op grond van de aanwezigheid van mijtensoorten die specifiek zijn voor de mest van een bepaalde diersoort.

Romeins Oudenburg

De Romeinse vindplaats Oudenburg ligt op 8 km van de kust, op de grens van de polders en de zandstreek (fig. 3). Opgravingen, ondernomen sinds 1956, legden de sporen vast van een burgerlijke nederzetting (1ste - 3de eeuw A.D.), een militair *castellum* (eind 2de - begin 5de eeuw A.D.) en de daarbijkorende laat-Romeinse grafvelden³⁴. Deze archeologische resten bevonden zich alle op een zgn. zandrug, een oost-west gerichte 'landtong' van hoger gelegen zandafzettingen in het (huidige) poldergebied. Opvallend is wel dat, waar de menselijke activiteit terdege werd onderzocht, de evolutie van natuur en landschap in het archeologisch onderzoek te Oudenburg vrijwel nooit aan bod kwam.

Recent verricht Y. Hollevoet³⁵ archeologisch onderzoek in een zone ten zuiden van de vermelde bewoningsresten, zich situerend op de huidige overgang van de Pleistocene zandrug (hoger dan 5 m TAW) naar de Holocene poldervlakte (lager dan 3,75 m TAW), m.a.w. precies op de grens van de kustvlakte. Het onderzochte terrein is gekenmerkt door zandgrond maar bevindt zich dus heel dicht bij de overgang van klei naar zand³⁶. De aangetroffen Romeinse resten (fig. 4) tonen dat het terrein in het Hoge Keizerrijk, meer bepaald van het eind van de 2de eeuw tot het midden van de 3de eeuw A.D., een ruraal karakter had, zonder duidelijke sporen van bewoning. Het gros der Romeinse sporen betreft perceelsgrachten, tenminste twee houten waterputten, enkele poelen en heel wat kuilen. De functie van dit areaal binnen het Romeinse landbouwbedrijf ter plaatse is niet direct duidelijk. Betreft het hier kleine percelen benut voor veeteelt of zijn het moestuintjes of akkers? Suggereert het groot aantal (afwaterings?)-grachten een waterziek terrein of duiden de waterputten op een watertekort in bepaalde perioden van het jaar? Het onderzoek van dit landbouwareaal moet voor Romeins Oudenburg in

31 Balogh & Mahunka 1983.

32 Schelvis 1992a.

33 Strenze 1952 en Knülle 1957.

34 Mertens 1987a, 1987b.

35 Hollevoet 1992, dit volume p. 195-207.

36 Amerlyckx 1954a.

3 Schematische weergave van de lokalisatie van de Romeinse sporen te Oudenburg:

A: castellum;
B & C: grafvelden;
D: onderzochte rurale zone (Mertens 1987a, Hollevoet 1992)

en de aanwezige bodemtypes volgens Ameryckx 1954a:

E: zandgrond;

F: kleigronden;

G: sporen van verdwenen getijdegeulen.

Schematic representation of the location of the Roman traces at Oudenburg:

A: castellum;

B & C: cemeteries;

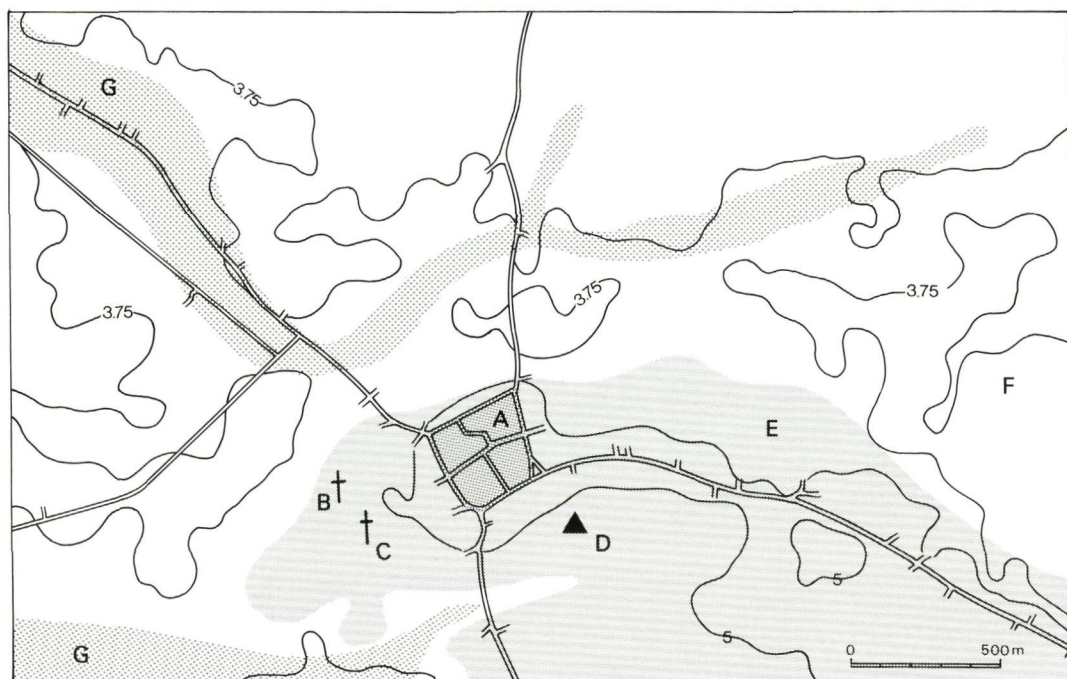
D: rural zone investigated in this study (Mertens 1987a, Hollevoet 1992)

and the soil types present according to Ameryckx 1954a:

E: sand;

F: clay;

G: remains of former tidal gullies.



elk geval het beeld aanvullen dat we reeds kregen van de burgernederzetting en het militaire kamp.

Tijdens de opgravingscampagne 1991 werd grote aandacht besteed aan de recuperatie van organische resten. Een der poelen (91/Ou/II/16) (fig. 4) dateert uit het Hoge Keizerrijk, meer bepaald uit de eerste helft van de 3de eeuw. Deze datering steunt op de kenmerken van het keramisch vondstmateriaal uit deze context en de situering van de structuur binnen het site³⁷. Hoewel de pool uit dezelfde periode dateert als het net van afwateringsgrachten, is er geen duidelijk verband tussen beide structuren. Uit de onderste vulling van de pool namen we een staal van 1.5 kg voor mijtenonderzoek. Het doel was meer inzicht te krijgen in de ecologie van de onderzochte landbouwzone en voor het eerst een paleo-ecologische reconstructie van (een deel van) het Romeinse Oudenburg te bekomen. Het monster werd volgens de beschreven methodiek onderzocht op het B.A.I. te Groningen.

De mijtenfauna

Het staal Oudenburg 91/Ou/II/16 is niet zeer rijk aan mijtenresten. We troffen slechts 260 resten aan in het staal van 1,5 kg. Ongeveer 175 individuen per kg. is

weliswaar een voor onderzoek bruikbare dichtheid maar is minder dan b.v. in Nederlandse middeleeuwse monsters aanwezig is³⁸. De resten zijn wel goed geconserveerd en de diversiteit en soortenrijkdom van de mijtenfauna in het staal is relatief hoog. Dit blijkt o.a. uit de aanwezigheid van vertegenwoordigers van tien van de twintig ecologische groepen mosmijten (zie verder). Deze hoge diversiteit zal zeker een gevolg zijn van de gradiëntsituatie waarin het site is gelegen.

In tabel 1 is weergegeven hoe de 260 aangetroffen mijtenresten, behorend tot 33 soorten, uit het staal Oudenburg 91/Ou/II/16 verdeeld zijn over de twee groepen binnen de mijten en welk percentage van de mijtenresten tot op soort gedetermineerd kon worden. Deze quantitative resultaten geven een eerste indruk van de aard van de mijtenfauna en van de conserveringstoestand van de resten. Bijna twee derde van de gevonden mijtenresten behoort tot de mosmijten terwijl de roofmijten meer dan een derde van de mijtenfauna vormen. Dit laatste is relatief veel, zeker gezien de meestal slechtere conservering van deze mijten, en wijst op een grote fractie rottend organisch materiaal. Een dergelijke verhouding tussen mosmijten en roofmijten werd in een archeologische context tot nu toe alleen gevonden in een middeleeuwse beerput³⁹.

37 Hollevoet pers. med.

38 Schelvis 1992a.

39 Schelvis 1990c.

De eerste stap om te komen tot een reconstructie van de lokale ecologische omstandigheden is de soortenlijst van de gevonden mosmijten (tabel 2). Helaas bezitten mosmijten geen Nederlandse naam zodat deze lijst weinig sprekende resultaten oplevert voor niet-acarologen. De volgende stap, de toekenning aan de ecologische groepen, levert echter een duidelijker beeld. Figuur 5 toont de percentuele verdeling van de aangetroffen ecologische groepen. Deze verdeling berust niet enkel op de vondstaantallen van de soorten per ecologische groep maar wordt berekend volgens een formule waarbij zowel het aantal individuen als de volledigheid van het aantal kenmerkende soorten in een bepaalde groep meetelt ⁴⁰. Als eerste valt op dat groep XIX, karakteristiek voor sterk vervuilde, antropogene milieus, het best vertegenwoordigd is (28,6%). Dit is niet verwonderlijk gezien de hierboven reeds vermelde verhouding tussen de mosmijten en de roofmijten. Daarna volgen de beide groepen XIII (21,8%) en XIV (21,8%), die beide kenmerkend zijn voor vochtige, open landschappen, meer bepaald grasland. Groep XIII kan zowel zilte als zoete gronden vertegenwoordigen, maar groep XIV duidt specifiek op zilte omstandigheden.

De vertegenwoordiging van de overige ecologische groepen is beduidend lager en wijst zowel op het voorkomen van natte als van drogere gronden, zonder zilt karakter. Er kunnen aanwijzingen gevonden worden voor de nabijheid van zandgronden, *Calluna*-heide, laag- en hoogveen en misschien zelfs broekbos. De aanwezigheid van een mozaïek van biotopen heeft zeker veel te maken met de gradientsituatie waarop het onderzochte terrein zich bevindt, zowel qua helling als qua bodemgesteldheid. Het is inderdaad aannemelijk dat op de droge zandrug, waarop Oudenburg ligt, een heide-achtige begroeiing voorkwam en dat de nattere, lager gelegen gronden van de kustvlakte deels door veen of moerasbos waren ingenomen. Deze biotopen zijn volgens de mijtenfauna echter beduidend minder belangrijk dan het grasland.

De verdeling van de gevonden ecologische groepen duidt samen een sterk organisch vervuild staal aan, afkomstig uit een open, drassig milieu met een vrij sterke zilte invloed en duidelijk minder aanwijzingen voor hogere c.q. drogere gronden. De hoge vervuilingsgraad wijst er ongetwijfeld

Tabel 1

Staal 91/Ou/II/16: aantal (N), frequentie (%) en determinatiepercentage (Id.%) van alle mijtenresten, en per hoofdgroep.

Sample 91/Ou/II/16: number (N), relative abundance (%) and identification percentage (Id.%) of the main taxonomic groups and the total death assemblage.

	Oribatida	Gamasida	Totaal
Individuen (N)	168	92	260
Individuen (%)	64.6	35.4	
Soorten (N)	27	6	33
Soorten (%)	81.8	18.2	
Id.%	82.7	77.2	79.8

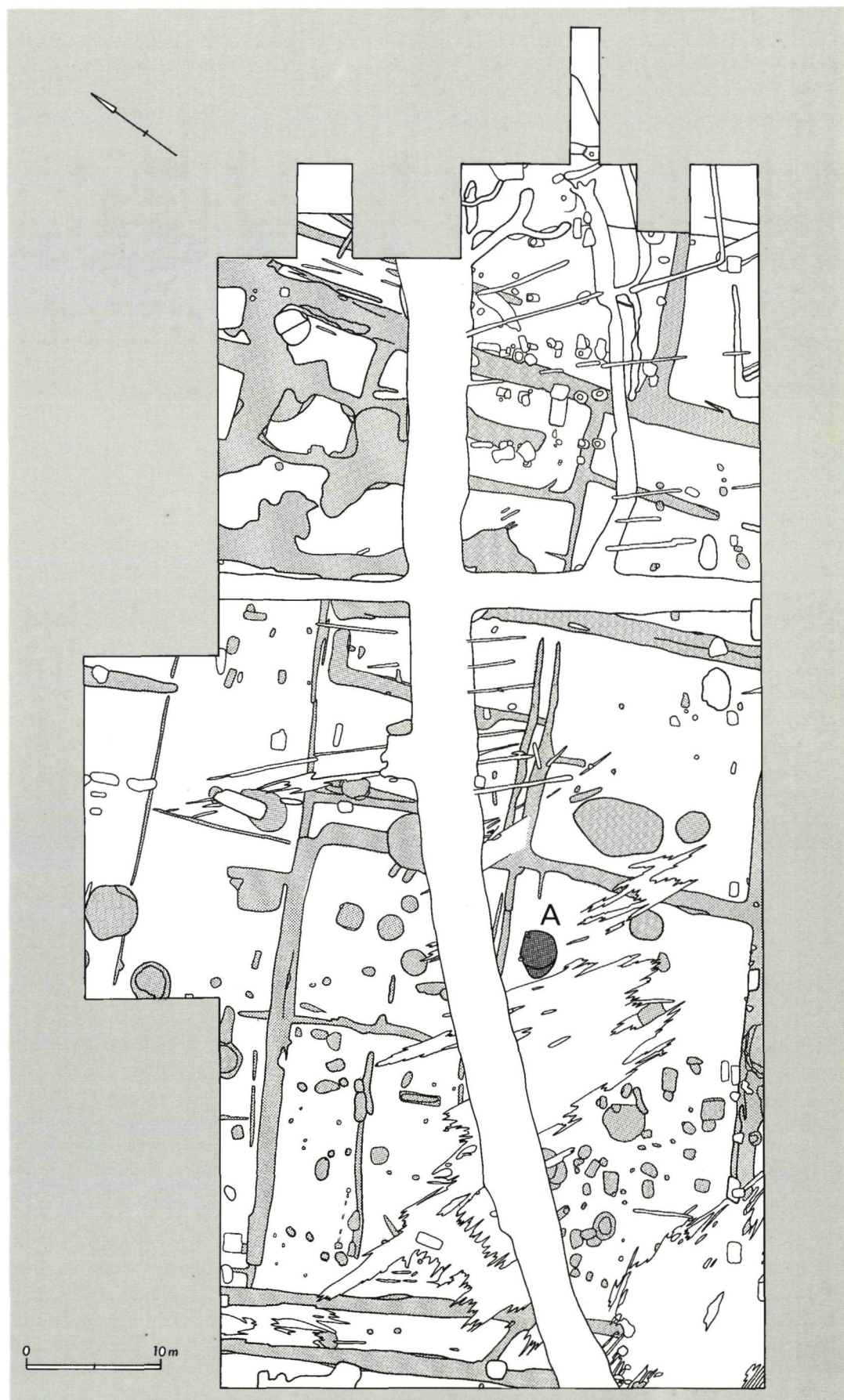
op dat in de poel organisch afval is terecht gekomen. De andere ecologische karakteristieken kunnen verklaard worden door de nabijheid van een zilt grasland. De zilte invloed kan enkel van de zee komen; getijdegeulen moeten op het moment dat de bemonsterde poel open lag de kustvlakte hebben doorsneden en het zeewater 8 km binnenland hebben gebracht, tot aan de hogere zandgronden aan de rand van de kustvlakte. Het landschap dat langs deze geulen ontstond kan met een schorre worden vergeleken. Daar het onderzochte terrein op de zuidhelling van de Oudenburgse zandrug is gelegen moet de zee-watertoevoer via het zuiden zijn geschied. De bodemkaart toont inderdaad de aanwezigheid van zgn. kreekruggronden in dat gebied ⁴¹. Misschien stonden de grachten, daterend uit het Hoge Keizerrijk, wel in verbinding met een getijdegeul? De vele grachten in de onderzochte zone zijn dus misschien aangelegd met het oog op de drainage van een terrein waarin via nabije geulen sporadisch nog getijdeinvloed merkbaar was.

De dominantie van grasland en het zilte karakter van een groot deel daarvan suggereert dat het onderzochte terrein eerder voor veeteelt dan voor het groeien van landbouwgewassen werd benut. Grasland is geschikt voor runder- en schapenteelt maar deze laatste kunnen vooral ook op schorregronden worden gehoed. De waterputten werden, in ditzelfde hypothetische scenario, aangelegd om het vee van (zoet) drinkwater te voorzien, vermits het water in grachten en oppervlakkige poelen te zilt was. Merken we nog op dat archeozoölo-

⁴⁰ Zie Schelvis 1992a, 53-66.
⁴¹ Ameryckx 1954a.

4 Romeinse sporen (in grijs) in de rurale zone opgegraven te Oudenburg in 1991 (Hollevoet 1992). A: lokalisatie van de poel (91/Ou/II/16) bemonsterd voor mijten.

Roman traces (grey) in the rural area excavated at Oudenburg during the 1991 campaign (Hollevoet 1992). A: location of pit (91/Ou/II/16) sampled for mites.



Tabel 2

Aantal (N), ecologische groep (Ec.Gr.) en frequentie (RA) van de geïdentificeerde mosmijten uit het staal 91/Ou/II/16. De code voor de ecologische groepen wordt verklaard bij fig. 5.

Number (N), ecological group (Ec.Gr) and relative abundance (RA) of the identified Oribatids found in sample 91/Ou/II/16. The codes for the ecological groups is explained in fig. 5.

ORIBATIDA	N	Ec.Gr.	RA
<i>Latilamellobates incisellus</i>	23	XIV	0.17
<i>Ramusella clavipectinata</i>	18	XIX	0.13
<i>Limnozetes ciliatus</i>	13	XI	0.09
<i>Oribatella cf brevipila</i>	13	-	0.09
<i>Trichoribates trimaculatus</i>	11	I	0.08
<i>Oppiella nova</i>	7	XX	0.05
<i>Trichoribates novus</i>	7	XIII	0.05
<i>Humerobates rostrolamellatus</i>	6	II	0.04
<i>Liebstadia similis</i>	5	XIII	0.04
<i>Chamobates pusillus</i>	5	-	0.04
<i>Phauloppia lucorum</i>	4	XVI	0.03
<i>Dometorina plantivaga</i>	4	-	0.03
<i>Scheloribates laevigatus</i>	4	XIII	0.03
<i>Lauroppia neerlandica</i>	3	-	0.02
<i>Tectocephus velatus</i>	2	XX	0.01
<i>Oribatula tibialis</i>	2	XX	0.01
<i>Ceratozetes parvulus</i>	2	-	0.01
<i>Carabodes labyrinthicus</i>	1	VIII	0.01
<i>Tectocephus sarekensis</i>	1	XX	0.01
<i>Autogneta longilamellata</i>	1	-	0.01
<i>Hydrozetes thienemanni</i>	1	XVIII	0.01
<i>Zygoribatula terricola</i>	1	-	0.01
<i>Zygoribatula frisiae</i>	1	-	0.01
<i>Scheloribates pallidulus</i>	1	-	0.01
<i>Chamobates borealis</i>	1	VII	0.01
<i>Melanozetes mollicomus</i>	1	VIII	0.01
<i>Punctoribates hexagonus</i>	1	XIV	0.01

gisch onderzoek van consumptieafval uit de burgerlijke nederzetting (2de - 3de eeuw) te Oudenburg ook wees op het grote belang van de schapeteelt in het gebied ⁴².

De aanwezigheid van de resten van de mest van huisdieren kan in een bodemstaal worden vastgesteld door te kijken naar de aanwezigheid van bepaalde Algemene- (AMI) en Mogelijke- (MMI) Mest-Indicerende roofmijten. De lijsten van deze AMI- en MMI-soorten zijn, net als die van de Producent-Indicerende (PI) soorten, opgesteld aan de hand van reeksen recente staalnames uit verschillende mestsoorten ⁴³ en kunnen worden gebruikt voor de interpretatie van archeologische stalen ⁴⁴. Uit

tabel 3 blijkt dat twee van de zes gevonden soorten roofmijten karakteristiek zijn voor mest. Het is dus aannemelijk dat er uitwerpselen van huisdieren in deze afzetting vermengd zijn. De producent van deze mest is op basis van de gevonden roofmijten niet met zekerheid vast te stellen. Er is slechts één enkel individu van een voor kippemest karakteristieke roofmijtsoort aangetroffen, hetgeen niet voldoende is voor een zekere interpretatie.

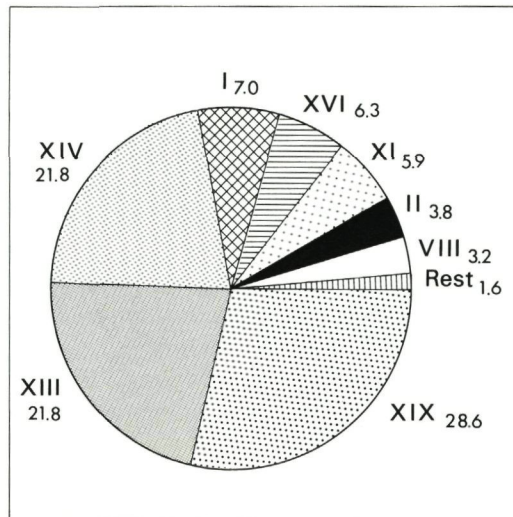
Voorlopig is er te Oudenburg nog geen ander recent paleo-ecologisch onderzoek op archeologisch vondstmateriaal geschied dat de resultaten van het mijtenonderzoek kan evalueren. Een pollenanalyse werd ooit

⁴² Gautier 1972.

⁴³ Schelvis in druk b.

⁴⁴ Schelvis 1992b.

⁴⁵ Onderzoek van W. Mullenders, niet gepubliceerd maar vermeld in Mertens 1958.



5 Verdeling van de mosmijten gevonden in romeins Oudenburg over de ecologische groepen gedefinieerd in Schelvis (1992a).

Groep I Mos, korstmos en strooisel op droge zandgrond (*Calluna*-heide) en in droge tot vochtige bodems in laagvenen, zelden in droge bosbodems.

Groep II Mos, korstmos en strooisel op droge zandgrond (*Calluna*-heide).

Groep VII Vochtige en natte bodems in bossen, laagvenen en in bij voorkeur natte *Calluna*-heide.

Groep VIII Als in groep VII, maar ook in broekbossen.

Groep XI Constant drijfnat mos, vooral *Sphagnum* in hoogveenmoerassen.

Groep XIII Vochtige tot drijfnatte, zowel zoete als zilte, weilanden.

Groep XIV Zilte weilanden (kwelders, schorren).

Groep XVI Droog mos op een vaste (stenen) ondergrond.

Groep XVIII Aquatische habitats.

Groep XIX Anthropogene habitats, rijk aan rottend organisch materiaal.

Groep XX Geen duidelijke habitatsvoorkeur. Distribution of the oribatids found in Roman Oudenburg over the ecological groups defined in Schelvis (1992a).

Group I Moss, lichens and litter on dry sandy soil in *Calluna* heath and on dry and moist soils in moorland, sparse in dry woodland soils.

Group II Moss, lichens and litter on dry sandy soil in *Calluna* heath only.

Group VII Moist and wet woodland and moorland soils and also in preferably wet *Calluna* heath.

Group VIII As in group VII but also in swamp woodland.

Group XI Constantly soaking wet mosses, especially *Sphagnum* in moorland.

Group XIII Moist as well as soaking wet, either fresh or salty grassland.

Group XIV Salty grassland only (salt marshes).

Group XVI Dry mosses on a solid surface.

Group XVIII Aquatic habitats.

Group XIX Anthropogenic habitats, rich in decaying organic matter.

Group XX No obvious preferred habitat.

46 Herinterpretatie van het onderzoek van W. Mullen- ders door C. Verbruggen, aangehaald in Thoen 1978.

47 Ameryckx 1958b.

uitgevoerd op een staal uit de Romeinse bewoningslaag op de zandrug te Oudenburg⁴⁵. De vegetatiereconstructie toont aan dat 'de streek dicht bebost was met hier en daar kleine open plaatsen, begroeid met heide en gras'. Later werd deze pollenanalyse gebruikt om de aanwezigheid van een veenlandschap te bewijzen⁴⁶. Het mijtenonderzoek wijst niet op een dicht bebost landschap en de aanwezigheid van schorres- soorten is ook niet eenvoudig te rijmen met een overheersende veenvegetatie. De naargelang de interpretatie door het pollenonderzoek vooropgestelde vegetatietypes (bos, veen, heide) kunnen wel aanwezig geweest zijn maar het schorrelandschap, aangetoond door het mijtenonderzoek, werd niet opgemerkt. De datering van het onderzochte staal binnen de Romeinse periode is echter onduidelijk en, vermits eenzelfde pollenspectrum tot twee duidelijk verschillende reconstructies leidde, zou de argumentering van de voorgestelde interpretaties opnieuw moeten bekeken worden. Evenmin is duidelijk hoe en waar het onderzochte staal is genomen. Het lijkt ons dan ook voorzichtiger bij volgende opgravingscampagnes hernieuwd pollenonderzoek uit te voeren.

Holocene evolutie van de Vlaamse kustvlakte

De resultaten van het mijtenonderzoek benadrukken het open, drassig karakter van de vindplaats te Oudenburg. Het soortenspectrum van de mijten geeft bovendien aan dat een mariene invloed nadrukkelijk aanwezig was. Hoe is de aanwezigheid van dergelijk schorrelandschap rond het Oudenburg van de 3de eeuw A.D. te verklaren binnen de holocene evolutie van de kustvlakte? Traditioneel wordt de bewoningsgeschiedenis van de Vlaamse kustvlakte gekoppeld aan de Holocene zeeniveauschommelingen. Deze werden beschreven in een model van goed afgescheiden transgressie- en regressiefasen van de zee binnen de historische periode⁴⁷. De zgn. 'Duinkerke I'-transgressie zou hebben plaatsgegrepen van de 2de eeuw B.C. tot de 1ste eeuw A.D., 'Duinkerke II' van de 4de tot de 8ste eeuw A.D. en 'Duinkerke III' van de 11de tot de 12de eeuw A.D. Deze perioden werden gescheiden door de zgn. 'Romeinse' en 'Karolingische' regres-

sies. In het Hoge Keizerrijk zou de mariene invloed in het huidige poldergebied dus beduidend minder zijn geweest. Dit eenvoudige geologische model bleek echter aan kritiek onderhevig. Het beeld van een kustvlakte die in bepaalde perioden tijdenlang blank stond maar in tussenliggende perioden van de zee gevrijwaard bleef, was inderdaad weinig realistisch. Veeleer moeten we ons de kustvlakte in de historische perioden als een wadgebied voorstellen, dat perioden van sterkere en van zwakkere invloed van de zee kende. Deze wisselende invloed moet zich vooral via een net van getijdegeulen in het binnenland hebben laten voelen⁴⁸.

Het is bovendien zeer de vraag of de wisselingen in de mariene invloed binnen de historische periode wel in drie strikte perioden zijn op te delen. De 'Romeinse regressie' moet bv. niet als een periode zonder mariene invloed worden gezien. Zo toont geologisch onderzoek aan dat de getijde-involed na de zgn. 'Duinkerke I'-transgressie niet eerder uit de kustvlakte verdween dan tijdens de middeleeuwse processen van landwinning en inpoldering (vanaf 1000 A.D.). Hierbij zou de 'Romeinse regressie' vooral een uitbreiding betekenen van het schorregebied en een vermindering in dynamiek van de getijdegeulen. De invloed van het zoute water zou echter nog steeds de zuidgrens van de kustvlakte, m.a.w. de grens van polder en zandstreek, bereikt hebben⁴⁹. Het mijtenonderzoek kan ons inziens deze stelling ondersteunen. De sterke aanwezigheid van soorten die kenmerkend zijn voor zilte vegetaties is anders moeilijk te verklaren.

Uit bovenstaande resultaten groeit de interesse om paleo-ecologisch onderzoek aan mijten op meerdere vindplaatsen toe te passen, met als doel de evolutie van de Vlaamse kustvlakte in historische tijden mede te illustreren. Hiertoe zullen monsters worden bekeken langs een diachronische en een geografische gradiënt. In mensentaal betekent dit dat we zowel vindplaatsen dichtbij de kust als sites verder binnenland zullen bemonsteren, terwijl we bovendien contexten uit alle historische perioden vergelijken. Dit onderzoek zal, waar mogelijk, geïntegreerd worden met de palynologie, geomorfologie, pedologie en overige archeozoölogie.

Tabel 3

Aantal (N), mestindicatie (AMI, MMI, PI) en frequentie (RA) van de geïdentificeerde roofmijten uit het staal 91/Ou/II/16.

Number (N), dung-indication (AMI, MMI, PI) and relative abundance (RA) of the identified predatory mites in sample 91/Ou/II/16.

GAMASIDA	N	dung indication	RA
<i>Uropoda orbicularis</i>	55	-	77.5
<i>Macrocheles cf. glaber</i>	10	AMI	14.1
<i>Dinychus inermis</i>	2	-	2.8
<i>Eulaelaps stabularis</i>	2	-	2.8
<i>Nenteria breviunguiculata</i>	1	PI	1.4
<i>Androlaelaps casalis</i>	1	MMI	1.4

SUMMARY

Mites as Ecological Indicators in Archaeology. A Case-study in Roman Oudenburg (West-Flanders)

In this article mites (Acari) are introduced as ecological indicators within Flemish archaeology. The article presents the results of the study of mite remains extracted from a sample taken at the Roman site of Oudenburg (Western-Flanders). Flemish archaeologists have, until recently, based their paleo-ecological reconstructions mainly on the results of paleo-botanical investigations. The main reason for the exclusion of animal remains as paleo-ecological indicators was that Flemish archaeozoology traditionally focused on the economic aspects of domestic animals rather than on ecological interpretations based on the remains of small intrusive animals. Furthermore, sampling methods were rather crude, thereby further obstructing any detailed analysis of micro-zoological remains. However, recent trends towards a more ecological approach, together with improved sampling techniques, now enable us to incorporate new groups of organisms in establishing paleo-ecological reconstructions. One of the most recent developments within this field of research is the use of mite remains.

Mites have a number of characteristics which make them very useful for archaeozoological and paleo-ecological purposes. Their remains are found in considerable numbers in almost every archaeological

48 Baeteman 1981.
49 Mostaert 1989.

deposit and most species show a distinct habitat preference. Furthermore, mite remains are relatively easy to extract by means of a paraffin-flotation method and with the aid of a comparative collection an experienced researcher can identify up to 85% of the recovered mite remains. Two major applications, recently developed in the Netherlands, of this so-called acarology are the reconstruction of local environments on the basis of oribatid mites and the identification of dung deposits on the basis of predatory mites.

A 1.5 kg sample, dated back to the first half of the third century A.D., was taken from a rural context at the Roman site of Oudenburg, situated 8 km from the present-day coast. The mite remains were extracted and identified at the B.A.I. in Groningen. The sample was found to contain 260 identifiable mite remains distributed over 33 species. The high proportion of predatory mites in relation to the oribatid mites is indicative of a very 'dirty' site. This result concurs with the preponderance of the ecological group of the oribatid mites which is optimally represented in anthropogenic habitats rich in decaying organic matter. The other ecological groups found in Roman Oudenburg indicate an open and wet environment, with a considerable marine influence.

Traditionally, the occupation history of the Flemish coastal plain was directly linked to the Holocene sea-level fluctuations as described by a geological model of three separate transgression phases. According to this theory, the third century A.D. fell within the so-called 'Roman regression', during which time the influence of the sea was thought to be only marginal, if not absent. Recently, however, detailed geomorphological investigations have indicated that after the Dunkirk I transgression (2nd century B.C. to 1st century A.D.), the tidal influence did not disappear completely until the medieval land reclamations of 1000 A.D. This has resulted in a debate concerning the validity of the term 'Roman regression'. The results of our mite analysis at Oudenburg seem to confirm this prolonged marine influence between the successive 'transgressions' of Dunkirk I and II.

This study of the mite remains found in Roman Oudenburg will be followed by a series of samples taken at different sites and dating to various periods of occupation of the Flemish coastal plain. The aim of this research is to study the geological evolution of this region of Flanders. In order to obtain the most reliable results acarology will be integrated with palynology, geomorphology, pedology and traditional archaeozoology.

BIBLIOGRAFIE

AMERYCKX J. 1954a: *Bodemkaart van België. Kaartblad Bredene 22W*, Centrum voor Bodemkartering.

AMERYCKX J. 1954b: *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Bredene 22W*, Centrum voor Bodemkartering.

AMERYCKX J. 1958: Bodem en bewoning in de zeepolders, *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift* 40, 176-193.

BAETEMAN C. 1981: *De Holocene ontwikkeling van de westelijke kustvlakte (België)*, Proefschrift Vrije Universiteit Brussel.

BALOGH J. & MAHUNKA S. 1983: *The soil mites of the world. Vol. 1 Primitive Oribatids of the Palearctic region*, Budapest, Akadémiai Kiadó.

BUNGENEERS J., DESENDER K. & ERVYNCK A. 1989: Keverresten uit de waterput, *Scharnier* (Antwerpen) 6, 5-7.

COOPE G.R. 1967: The value of Quaternary insect faunas in the interpretation of ancient ecology and climate. In CUSHING E.J. & WRIGHT H.E. (eds), *Quaternary palaeoecology*, New Haven, 359-380.

DENFORD S.M. 1978: Mites and their potential use in archaeology. In BROTHWELL D.R., THOMAS K.D. & CLUTTON-BROCK J. (eds), *Research Problems in Zooarchaeology*, Occasional Publication of the Institute of Archaeology 3, London, 77-83.

DEWILDE M. & ERVYNCK A. (eds) in druk: *'De Burcht' te Londerzeel. Bewoningsgeschiedenis van een motte en een bakstenen kasteel*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 1.

ERVYNCK A., DESENDER K. & POLLET M. 1987: Archeozoologisch onderzoek van de beenresten uit twee Romeinse waterputten te Burst (gem. Erpe-Mere), *Archaeologia Belgica* III, 179-182.

- ERVYNCK A., DESENDER K. & POLLET M. 1991: Organische resten uit de waterput "D" te Burst (gem. Erpe-Mere), *Archeologie in Vlaanderen* I, 129-133.
- ERVYNCK A., DESENDER K., PIETERS M. & BUNGENEERS J. in druk: Carabid beetles as palaeo-ecological indicators in archaeology, In DESENDER K. *et al.* (ed.), *Carabid beetles: ecology and evolution*.
- GAUTIER A. 1972: Dierenresten van het Laat-romeins grafveld te Oudenburg (Prov. West-Vlaanderen, België), *Helinium* 12, 162-175.
- GAUTIER A. 1987: Taphonomic groups; how and why?, *Archaeozoologia* I (2), 47-52.
- HOLLEVOET Y. 1992: Speuren onder het sportveld. Romeinse en middeleeuwse sporen ten zuiden van de Stedebeek te Oudenburg (prov. Oost-Vlaanderen), *Archeologie in Vlaanderen* II, 195-207.
- KARG W. 1971: *Die freilebenden Gamasina, Raubmilben. Die Tierwelt Deutschlands* 59. Teil. Acari, Milben. Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes), Jena.
- KARG W. 1989: *Uropodina Kramer, Schildkrötenmilben. Die Tierwelt Deutschlands* 67. Acari (Acarina), Milben. Unterordnung Parasitiformes (Anactinochaeta), Jena.
- KENWARD H.K. 1975: Pitfalls in the environmental interpretation of insect death assemblages, *Journal of Archaeological Science* 2, 85-94.
- KENWARD H.K. 1978: The analysis of archaeological insect assemblages: a new approach, *The Archaeology of York* 19. Principles and methods 1.
- KENWARD H.K., HALL A.R. & JONES A.K.G. 1980: A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macro-fossils from waterlogged archaeological deposits, *Science and Archaeology* 22, 3-15.
- KNÜLLE W. 1957: Die Verteilung der Acari: Oribatei im Boden, *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 46, 397-432.
- KREBS C.J. 1978: *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*, 2nd ed., New York.
- KRIVOLUTSKY D.A. & DRUK A.Ya. 1986: Fossil oribatid mites, *Annual review of Entomology* 31, 533-545.
- LENTACKER A., BAKELS C., VERBEECK M. & DESENDER K. in druk: The archaeology, fauna and flora of a Roman well at Erps-Kwerps (Brabant, Belgium), *Helinium*.
- MARKKULA I. 1986: Comparison of present and subfossil oribatid faunas in the surface peat of a drained pine mire, *Annales Entomologici Fennici* 52, 39-41.
- MERTENS J. 1958: Oudenburg en de Vlaamse Kustvlakte tijdens de Romeinse periode, *Biekorf* 59 (10B), 321-340 (= *Archaeologia Belgica* 39).
- MERTENS J. 1987a: Oudenburg. Romeinse legerbasis aan de Noordzeekust, *Archaeologicum Belgii Speculum* IV, 2de aangevulde ed.
- MERTENS J. 1987b: De Romeinse legerbasis te Oudenburg. In THOEN H. (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kust*, Brussel, 81-90.
- MERTENS J., DESENDER K. & VAN KERCKVOORDE M. 1986: Insect fauna from a Roman well at Maldegem (Belgium), *Scholae Archaeologicae* 6, 45-48.
- MOSTAERT F. 1989: Holocene sea-level indicators in the eastern part of the Belgian coastal plain. In BAETEMAN C. (ed.), *Quaternary sea-level investigations from Belgium*, *Professional Paper* 1989/6, 241, 44-58.
- OSBORNE P.J. 1973: Insects in Archaeological deposits, *Science and Archaeology* 10, 4-6.
- PIETERS M. 1990: Aardwetenschappen als partnerwetenschappen voor de archeologie in Oost-Vlaanderen, een status questionis, *VOBOV-info* 38-40, 82-90.
- SCHELVIS J. 1987: Some aspects of research on mites (Acari) in archaeological samples, *Palaeohistoria* 29, 211-218.
- SCHELVIS J. 1988: De Mijten (Acari) uit de terp Bornwird. In BIERMA M., CLASON A.T., KRAMER E. & DE LANGEN G.J. (eds), *Terpen en wierden in het Fries-Groningse kustgebied*, Groningen, 250-259.
- SCHELVIS J. & VAN GEEL B. 1989: A palaeo-ecological study of the mites (Acari) from a Lateglacial deposit at Usselo (The Netherlands), *Boreas* 18, 237-243.
- SCHELVIS J. 1989: Mites (Acari) from the late neolithic well at Kolhorn (The Netherlands), *Palaeohistoria* 31, 165-171.
- SCHELVIS J. 1990a: Mites from medieval Oldeboorn. An environmental reconstruction, *Experimental and Applied Entomology. Proc. of*

- the Netherlands Entomological Society* 1, 96-97.
- SCHELVIS J. 1990b: Mites from medieval Scheemda, *Palaeohistoria* 32.
- SCHELVIS J. 1990c: Mijten (Acari) op het Martinikerkhof in Groningen, *Paleo-aktueel* 1, 103-106.
- SCHELVIS J. 1992a: *Mites and Archaeozoology. General methods; applications to Dutch sites*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- SCHELVIS J. 1992b: The identification of archaeological dung deposits on the basis of remains of predatory mites (Acari; Gamasida), *Journal of Archaeological Science* 19, 677-682.
- SCHELVIS J. in druk a: De mijten (Acari) uit Oosterbeintum, *Jaarverslagen van de vereniging voor terpenonderzoek* 73 (1989).
- SCHELVIS J. in druk b: Predatory mites (Acari; Gamasida) in excrements of five domestic animal species, *Pedobiologia*.
- SIEPEL H. in prep.: *De Westeuropese mosmijten (Acari: Oribatida)*.
- STRENTZKE K. 1952: Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des bodens: Die Oribatiden und ihre Synusien in den Böden Norddeutschlands, *Zoologica* 104.
- THOEN H. 1978: *De Belgische kustvlakte in de Romeinse tijd. Bijdrage tot de studie van de landelijke bewoningsgeschiedenis*, Brussel, Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België.
- VAN DER PLAETSEN P. 1990: Het onderzoek van organische resten in Oost-Vlaanderen, *VOBOV-info* 38-40, 91-102.