

Huisplaatsen in De Onlanden

De geschiedenis van een Drents veenweidegebied

DEEL II



Johan Nicolay (red.)

Huisplaatsen in De Onlanden

De geschiedenis van een Drents veenweidegebied

Deel II

GRONINGEN ARCHAEOLOGICAL STUDIES

VOLUME 34

Groningen Institute of Archaeology

Poststraat 6
NL-9712 ER Groningen
the Netherlands
gia@rug.nl

Website
www.barkhuis.nl/gas

Adres van de uitgever

Barkhuis Publishing
Kooiweg 38 9761 GL Eelde
Tel. 050 3080936 fax 050 3080934
info@barkhuis.nl www.barkhuis.nl

Huisplaatsen in De Onlanden

De geschiedenis van een Drents veenweidegebied

Deel II

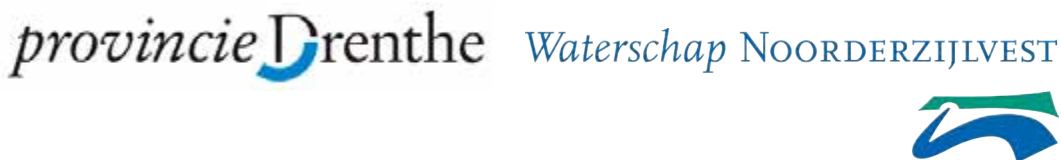
Johan Nicolay (red.)

Rijksuniversiteit Groningen / Groninger Instituut voor Archeologie (GIA)
University of Groningen / Groningen Institute of Archaeology
& Barkhuis Publishing
Groningen, 2018

Ontwerp en omslag: Ilonka van Slooten (Crevi dtp/ontwerpstudio, De Bilt) & Siebe Boersma (RUG/GIA)
Vormgeving binnenwerk: Ilonka van Slooten (Crevi dtp/ontwerpstudio, De Bilt) & Siebe Boersma (RUG/GIA)
Tekstredactie: Johan Nicolay (RUG/GIA) & Sarah Willemsen (RUG)
Beeldredactie: Siebe Boersma, Erwin Bolhuis & Sander Tiebackx (RUG/GIA)
Correctie Engelse samenvattingen: Xandra Bardet (Groningen)

Toelichting afbeeldingen omslag deel II: reconstructie van een woonerf op huisplaats 9 (13e eeuw; © U. Glimmerveen, Dwingeloo) en enkele van de vondsten die tijdens de opgravingen zijn gedaan. Op de achtergrond het complete wagenwiel van huisplaats 3.

Het archeologisch onderzoek en deze publicatie zijn tot stand gekomen in opdracht van de provincie Drenthe en het waterschap Noorderzijlvest.



Dit boek is uitgegeven met financiële steun van de Drents Prehistorische Vereniging en de Vereniging voor Terpenonderzoek.



ISBN 9789492444721

Als bij de illustraties of elders in het boek RUG/GIA staat vermeld, dan wordt bedoeld: Rijksuniversiteit Groningen, Groninger Instituut voor Archeologie (University of Groningen, Groningen Institute of Archaeology).



Copyright © 2018 Groningen Institute of Archaeology, Groningen, the Netherlands

All rights reserved. No part of this publication or the information contained herein may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, by photocopying, recording or otherwise, without prior written permission from the Groningen Institute of Archaeology. Although all care is taken to ensure the integrity and quality of this publication and the information herein, no responsibility is assumed by the publishers nor the authors for any damage to property or persons as a result of operation or use of this publication and/or the information herein.

Inhoudsopgave

Deel I

Voorwoord	XV
Contactgegevens auteurs	XVI
1 De polder Matsloot-Roderwolde in De Onlanden: een onderschat archeologisch dossier <i>Alexandra Mars & Wijnand van der Sanden</i>	3
1.1 Inleiding	3
1.2 <i>Leitmotiv</i> waterberging en natuur	3
1.3 Wat was er destijds bekend van de archeologie van het gebied?	4
1.4 In de geest van Malta	6
1.5 Behoud <i>in situ</i>	9
1.6 Publiciteit	14
1.7 Terugblik	15
1.8 Vooruitblik	17
2 Het natuurlijke landschap van de polder Matsloot-Roderwolde <i>Gerard Aalbersberg</i>	27
2.1 Inleiding	27
2.2 Materiaal en methoden	27
2.3 Het landschap in fasen	29
2.4 De profielen in meer detail bekeken	54
2.5 Conclusie	59
3 De veenontginning van Roderwolde de in historisch-geografisch perspectief <i>Jeroen Zomer</i>	65
3.1 Inleiding	65
3.2 Het onderzoeksgebied en de naam Roderwolde	65
3.3 Analyse van de archeologische bewoningssporen in Roderwolde	66
3.4 Analyse van het topografisch archief in Roderwolde	68
3.5 Het historisch-maatschappelijke kader van Roderwolde	75
3.6 Retrospectieve bezitsreconstructie van Roderwolde	82
3.7 Conclusie	84
4 Zoeken naar onbekende huisplaatsen. De uitkomsten van karteren, boren en grondradar <i>Hans Oude Rengerink & Gerard Aalbersberg</i>	95
4.1 Inleiding	95
4.2 De oppervlaktekartering	96
4.3 Aanvullend booronderzoek	110
4.4 Grondradaronderzoek	112
4.5 Enkele zekere huisplaatsen nader bekeken	114
4.6 Discussie	119
4.7 Conclusie	120
5 Hoogtepunten en sterrenkunde: het traceren van huisplaatsen in AHN-data <i>Jelmer van de Linde</i>	123
5.1 Inleiding	123
5.2 Eerste analyse van de AHN-beelden	123
5.3 Verdere analyse van de AHN-beelden: een nieuwe techniek	124
5.4 Discussie	130
5.5 Conclusie	135

6	Huisplaatsen op veen en klei-op-veen: typologie, spreiding en fasering <i>Johan Nicolay</i>	137
6.1	Inleiding	137
6.2	Eerdere waarnemingen: veldinspectie en booronderzoek	137
6.3	Werkwijze in het veld: met de hand gegraven proefputjes	140
6.4	Antropogene sporen	143
6.5	Huisplaatsen en hun typologie	148
6.6	Een vergelijking met huisplaatsen elders in Nederland	156
6.7	Huisplaatsen in de polder Matsloot-Roderwolde: ruimtelijke patronen	163
6.8	Chronologische en ruimtelijke patronen: bewoningsfasen 1-4	165
6.9	Conclusie	167
7	Enkele huisplaatsen nader bekeken: sporen in het profiel en vlak <i>Johan Nicolay & Gerard Aalbersberg</i>	173
7.1	Inleiding	173
7.2	Huisplaatsen op het veen	173
7.3	Huisplaatsen op klei-en-veen	185
7.4	Datering en geografische spreiding: huisplaatsen in een veranderend landschap	210
7.5	Conclusie	210
8	Micromorfologie: een herinterpretatie van vloer- en woonniveaus <i>Jesper Colenberg & Hans Huisman</i>	213
8.1	Inleiding	213
8.2	Monsterbereiding en analyse	213
8.3	Slijpplaten en microfaciës	215
8.4	Interpretatie van de microfaciës	216
8.5	Discussie	226
8.6	Conclusie	231
9	Een geo-archeologische karakterisering van de vloeren op huisplaatsen in de polder Matsloot-Roderwolde <i>Jos de Moor, Hans Huisman & Bertil van Os</i>	235
9.1	Inleiding	235
9.2	Materiaal en methodes	236
9.3	Resultaten korrelgrootte- en TGA-analyses	239
9.4	Resultaten XRF-analyse	244
9.5	Discussie	249
9.6	Conclusie	252
10	Woonstalhuizen uit de late middeleeuwen: variatie in plattegrond en constructiewijze <i>Johan Nicolay & Daniël Postma</i>	255
10.1	Inleiding	255
10.2	Naar een functionele typologie	255
10.3	Gebouwsproten in de polder Matsloot-Roderwolde	256
10.4	Laatmiddeleeuwse huizen op zand, klei en veen	265
10.6	De reconstructie van twee typen laatmiddeleeuwse gebouwen	274
10.7	Conclusie	289
11	Huisplaatsen op veen en klei-op-veen: de inrichting van woonerven en het direct omliggende landschap <i>Johan Nicolay</i>	295
11.1	Inleiding	295
11.2	Begrenzing en indeling van de woonerven	295
11.3	Perceelsloten en kavelsloten uit de late middeleeuwen	299
11.4	Overige sporen: wegen, paden en dijken	302
11.5	Een vergelijking met andere laat middeleeuwse nederzettingen	305

12	Prehistorische bewoning onder het veen: resten van de Trechterbekercultuur <i>Pir Hoebe</i>	315
12.1	Inleiding	315
12.2	Methode	315
12.3	Materiaal en context	315
12.4	Prehistorische vondsten en sporen onder huisplaats 8	320
12.5	Discussie	327
12.6	Conclusie	330
13	Handgevormd en gedraaid aardewerk: variatie en chronologie <i>Kristin Bosma</i>	335
13.1	Inleiding	335
13.2	Materiaal en methoden	336
13.3	Resultaten en discussie	340
13.4	Conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek	379
14	Aanwijzingen voor hernieuwde bewoning vanaf de late 15e eeuw: post-middeleeuws aardewerk en glas <i>Sanne van Zanten</i>	385
14.1	Inleiding	385
14.2	Verzamelmethode en determinatie	385
14.3	Criteria voor het vaststellen van post-middeleeuwse bewoning	387
14.4	De diverse aardewerkcategorieën	388
14.5	Drie huisplaatsen nader bekeken	391
14.6	De karteringsvondsten	397
14.7	De herkomst van het materiaal	397
14.8	Enkele andere post-middeleeuwse vondstcomplexen uit Noord-Nederland	400
14.9	Conclusie	402

Deel II

15	Komforen: een zoektocht naar de functie van een bijzonder object <i>Paulien Schrijver</i>	407
15.1	Inleiding	407
15.2	Komforen uit de proefputjes en proefsleuven	407
15.3	Komforen in een breder perspectief	421
15.4	Traditionele ideeën over functie en gebruik	425
15.5	Het maken en gebruiken van komforen: een experiment	427
15.6	Discussie	433
15.7	Conclusie	436
16	Een scherf met textiel –dat hoort toch niet? <i>Vincent van Vilsteren</i>	441
16.1	Inleiding	441
16.2	De scherf van Roderwolde	441
16.3	De scherf van Neerwolde	442
16.4	De pot van Houtsma	444
16.5	Interpretatie	445
16.6	Een archeologisch experiment	452
16.7	Onderzoek aankoopswaarden	453
16.8	Conclusie	453
17	Metaal uit veen en klei: sier- en gebruiksvoorwerpen van een boerengemeenschap <i>Johan Nicolay</i>	457
17.1	Inleiding	457
17.2	Metalen, legeringen en hun toepassingen	457
17.3	Van conservering tot determinatie	458
17.4	Objecten van een koperlegering en van loodtin	461

17.5	Objecten van koper	464
17.6	Objecten van lood	464
17.7	Objecten van ijzer	465
17.8	De metaalvondsten in een bredere context	479
17.9	Conclusie	482
18	Aanwijzingen voor hernieuwde bewoning vanaf de late 15e eeuw: post-middeleeuws aardewerk en glas <i>Sanne van Zanten</i>	487
18.1	Inleiding	487
18.2	Methodiek en conservering	487
18.3	Slakbeschrijving	487
18.4	Vondstcontext: lokaal gebruikt of later opgebracht?	492
18.5	Conclusie	496
19	Eerst malen, slijpen en koken, dan vergruizen. De samenstelling en functie van natuursteen op de huisplaatsen <i>Johan Nicolay & Harry Huisman</i>	499
19.1	Inleiding	499
19.2	Verzamelwijze, vondstcontexten en determinatie	499
19.3	Steensoorten en hun herkomst	500
19.4	Werktuigen van natuursteen	511
19.5	Bouwmateriaal	523
19.6	Natuursteen in het vuur	525
19.7	Het gebruik van natuursteen elders in Noord- en West-Nederland	527
20	Schoenen van leer en een bundel dierlijk haar <i>Priscilla Verplanke</i>	533
20.1	Inleiding	533
20.2	Degradatie, conservering en beschrijving	533
20.3	Schoenen van leer: typologie, leerkeuze en sociale status	540
20.4	De bundel dierlijk haar: samenstelling en mogelijke functie	543
20.5	Conclusie	543
21	Bouwmateriaal van de huisplaatsen: wonen in de late middeleeuwen en Nieuwe tijd <i>Sanne van Zanten & Daniël Postma</i>	547
21.1	Inleiding	547
21.2	Verzamelwijze en determinatie	547
21.3	Verbrande leem: 'huttenleem'	549
21.4	Baksteen	553
21.5	Dakpan	555
21.6	Vloertegels	556
21.7	Vensterglas	556
21.8	Twee huisplaatsen nader bekeken	557
21.9	Discussie	562
21.10	Conclusie	563
22	Gekapt, gesneden en gedraaid: het hout van de huisplaatsen <i>Silke Lange</i>	567
22.1	Inleiding	567
22.2	Verzamelwijze en onderzoeksmethode	567
22.3	Resultaten	569
22.4	Houtvondsten per bewoningsfase	574
22.5	Discussie	604
22.6	Conclusie	610

23	Lijnzaadpap na het hooien: vegetatie, landgebruik en plantgebruik tijdens de late middeleeuwen en Nieuwe tijd	615
	<i>Mans Schepers</i>	
23.1	Inleiding	615
23.2	Bemonstering en onderzoeksmethode	615
23.3	Resultaten per huisplaats	618
23.4	Discussie	627
23.5	Conclusie	636
24	Koken op de middeleeuwse huisplaatsen. Chemisch onderzoek naar organische residuen op kogelpotaardewerk	643
	<i>Tania Oudemans</i>	
24.1	Inleiding	643
24.2	Materiaal en methoden	643
24.3	Chemische resultaten	646
24.4	Archeologische Interpretatie: mogelijke herkomst residuen	657
24.5	Vergelijking met andere onderzoeken van organische residuen	658
24.6	Conclusie	660
25	De dierlijke resten: veeteelt in de late middeleeuwen en Nieuwe tijd	663
	<i>Wietske Prummel</i>	
25.1	Inleiding	663
25.2	Vondstaantallen, datering en spreiding	664
25.3	Onderzoeksmethoden	666
25.4	Resultaten	667
25.5	Discussie	680
25.6	De samenstelling van de veestapel vergeleken met die van andere huisplaatsen	681
25.7	Conclusie	683
26	IJzers in het zuur. Bodemcondities in relatie tot verval en behoud van archeologische bodemvondsten	687
	<i>Gert van Oortmerssen</i>	
26.1	Inleiding	687
26.2	Bodem en bodemcondities in het onderzoeksgebied	688
26.3	Bodemcondities en het behoud van archeologische objecten en materialen	694
26.4	Het ijzer uit de polder Matsloot-Roderwolde	697
26.5	De conservering van ijzer en hout: enkele voorbeelden	707
26.6	Conclusie	711
27	Archeologische monitoring van huisplaatsen in De Onlanden	715
	<i>Jos de Moor, Eva Kars & Willy de Groot</i>	
27.1	Inleiding	715
27.2	Archeologische monitoring en behoud <i>in situ</i>	715
27.3	Meetlocaties en -methoden	717
27.4	Resultaten van de monitoring	719
27.5	De mogelijkheden van <i>in situ</i> - behoud van de huisplaatsen	725
27.6	Conclusie en aanbevelingen	727
28	Een hernieuwde interpretatie van oude gegevens: het onderzoek naar een huisplaats in Het Wold bij Peize	733
	<i>Angelique Kaspers</i>	
28.1	Inleiding	733
28.2	Landschap	733
28.3	Opgraving en eerste interpretatie van de gegevens	735
28.4	Hernieuwde uitwerking en interpretatie	736
28.5	Bewoningsfasen	746
28.6	Conclusie	748

29	Een hernieuwde interpretatie van oude gegevens: het onderzoek naar de ‘veenterpen’ van Neerwolde	751
	<i>Bram Verschuren</i>	
29.1	Inleiding	751
29.2	Het uitwerken van een oude opgraving	752
29.3	Het natuurlijke landschap	753
29.4	Eerste publicatie van de opgravingsresultaten	756
29.5	Uitwerking van de opgegraven huisplaatsen	758
29.6	Terug naar de interpretatie door Casparie	782
29.7	Conclusie	784
30	Verleden, heden en toekomst: de dynamiek van een veenweidegebied	787
	<i>Johan Nicolay</i>	
30.1	Inleiding	787
30.2	Huisplaatsen in De Onlanden: waarderen en beschermen	787
30.3	Het pleistocene oppervlak afgedekt door veen	788
30.4	Neolithische boeren weggedrukt door het veen	789
30.5	Stilte in De Onlanden	790
30.6	De vroegste ontginning van het veen: 10e eeuw	790
30.7	De veenontginning schuift op richting zuiden: 11e eeuw	791
30.8	Een tijdsopname: de polder Matsloot-Roderwolde aan het begin van de 11e eeuw	794
30.9	Een huis van veenplaggen: huisplaats 22	794
30.10	De veenontginning voltooid: 12e eeuw	794
30.11	Veenwinputten bij huisplaats 77	795
30.12	Klei op het veen en een omgekeerd ontginning: 13e-14e eeuw	799
30.13	Een tijdsopname: de polder Matsloot-Roderwolde in de late 13e eeuw	801
30.14	Een Gasselte-boerderij op een podium van klei: huisplaats 9	801
30.15	Kleiterpen langs de Matsloot: huisplaats 50	805
30.16	Wonen langs een restgeul: huisplaats 31	805
30.17	Het laatmiddeleeuwse veengebied als agrarisch industriegebied	806
30.18	De meeste huisplaatsen worden verlaten	809
30.19	Hernieuwde bewoning op enkele huisplaatsen: late 15e-19e eeuw	810
30.20	Het gebied wordt definitief verlaten	811
30.21	Besluit: de toekomst van De Onlanden	811

Deel III

Catalogus huisplaatsen	816
<i>Johan Nicolay, Gerard Aalbersberg, Janneke Hielkema, Timo Perger & Bas van de Wetering</i>	

Catalogus	817
Platen	859

Losse bladen (1-16): profiel- en vlaktekeningen proefsleuven



Iron in a pickle. Soil conditions in relation to decay and conservation of archaeological finds: findings in a peat and clay-on-peat landscape

The in-situ preservation of archaeological finds is to a large extent dependent on regional or even local soil conditions. In this chapter the relationship between the soil composition of the Matsloot-Roderwolde peatland and the condition of the excavated finds is examined and set against expectation models concerning destructive or protective conditions for archaeological materials.

The soil conditions in the research area have to be considered acidic, given the extensive peat deposits in the underground. In the area where most of the currently known farmstead sites are located, oxidation and subsidence of the top layers – caused by late-medieval reclamation and farming of the peat – resulted in the formation of a clay-on-peat landscape. Part of the clay was used to create floor platforms or to raise the sites of the farmsteads. Both aspects were assumed to result in better conservation conditions than would normally occur in peat.

A comparable study (2008) for archaeological finds deriving from sandy soils some 10 km away, has shown that expectation models could not in a straightforward way predict the general state of preservation of metal finds. The apparently well-aerated sandy soils yielded an unexpectedly high number of well-preserved items, including a substantial number of iron finds. The current chapter illustrates a comparable outcome, be it now in reverse: the supposed positive contribution of a clay soil to the in-situ preservation of iron finds in Matsloot-Roderwolde peatland has not become apparent when set against finds from a more acidic and aerobic peat context. Probably other factors were involved, such as periodic aeration, shallow deposition of the finds and fluctuating water tables. This combination of factors resulted in an unexpectedly poor condition of metal and especially iron finds from sites in a peat and a clay-on-peat area.

The study from 2008 and the present findings show that the factors involved in the conservation of archaeological materials and objects during deposition in the soil may be diverse, complex and even partially interdependent. This leads to the conclusion that it is hardly possible to predict the state of conservation of materials and artifacts without elaborate geophysical and geochemical assessment of the surrounding soil.

In the final part of this chapter, the conservation methods for treating iron objects and water-logged wood are described and illustrated with some examples.

26 IJzers in het zuur

Bodemcondities in relatie tot verval en behoud van archeologische bodemvondsten

Gert van Oortmerssen

26.1 Inleiding

Wil je voorkomen dat archeologische sporen, materialen en objecten in het bodemarchief verloren gaan, dan zijn er in principe twee mogelijkheden: je laat de vindplaats *in situ* liggen, of je graaft deze op. Bewaar je de vindplaats *in situ*, dan is het niet voldoende om deze met rust te laten. Door steeds grootschaliger en ingrijpender gebruik en beheer van het landschap, in de vorm van bemaling, vernatting, bemesting, vershraling of vergraving, kan het archeologische bodemarchief alsnog verloren gaan. In veel gevallen van landschapsbeheer is er sprake van verlaging van het grondwaterpeil, wat leidt tot uitdroging, blootstelling aan zuurstof en doorgaans ook tot veranderingen in de zuurgraad en de redoxpotentiaal van de bodem. Als gevolg hiervan breken organische materialen versneld af en corroderen de meeste metalen in verhoogd tempo tot nauwelijks nog herkenbare restanten van de originele objecten. Graaf

je de vindplaats op, dan verstoort je in korte tijd de veronderstelde (redelijk) stabiele omstandigheden waaronder objecten eeuwen in de bodem bewaard zijn gebleven. Deze optie betekent dat je al tijdens het opgraven maatregelen moet nemen om verval van materialen en objecten tegen te gaan.¹

Het gebied van de polder Matsloot-Roderwolde – tegenwoordig bekend als De Onlanden – werd in 2003 aangewezen als waterbergingsgebied en ingericht als ‘nieuwe natuur’.² Een sterk aangepast beheer van het landschap zou aantasting van de in dit veen- en klei-op-veengebied bewaarde huisplaatsen uit de late middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen veroorzaken. Uitgangspunt is een verhoogd grondwaterpeil, zeer waarschijnlijk resulterend in een nattere context (fig. 26.1). Zoals beschreven in hoofdstuk 27, zal deze echter niet gegarandeerd permanent waterverzadigd zijn.



Fig. 26.1. De Onlanden vanuit de lucht gezien. De foto is genomen richting het zuidwesten op 6 januari 2012, na afloop van het archeologisch onderzoek en na ingebruikname als waterbergingsgebied. Onderlangs meandert het Peizerdiep, enigszins parallel aan de Groningerweg N372. Het onderzoeksgebied is niet weergegeven en bevindt zich rechts van het Peizerdiep (foto Waterschap Noorderzijlvest).

In de hoedanigheid van waterberging zal het gebied evenwel periodiek onder water staan. Zuurgraad en redoxpotentiaal van de bodem zullen veranderen ten opzichte van de situatie vóór de ingreep en mogelijk meer of andere fluctuaties laten zien. Daarnaast is de verwachting dat groei van diep wortelende vegetatie in de vorm van riet zich op grotere schaal zal voordoen op de relatief hoge delen in het landschap. Juist deze hogere delen zijn de locaties van de huisplaatsen, die vrijwel direct onder het maaiveld liggen. Om die reden is opgraven – of in het geval van de polder Matsloot-Roderwolde ook afdekken met een beschermende folie in combinatie met maai-beheer – dan de enige optie om zoveel mogelijk resten veilig te stellen.³

Het onderzoeksgebied ligt in een overgangszone van verschillende bodemtypen en er zijn diverse factoren die bij de ontwikkeling van het landschap een rol hebben gespeeld.⁴ In deze bijdrage wordt nader ingegaan op de inwerking die de samenstelling en ontwikkeling van de bodemtypen en hun waterhuishouding hebben gehad op de archeologische objecten en materialen die er vanaf de middeleeuwen in zijn verloren of gedeponneerd. De hier gepresenteerde bevindingen vormen een vervolg op een eerdere, vergelijkbare studie naar het vondstmateriaal dat in de nederzetting Midlaren-‘De Bloemert’ (ijzertijd-late middeleeuwen) in zandgrond is aangetroffen.⁵

Het Laboratorium voor Conservatie en Materiaalkennis (LCM) van het GIA speelt een belangrijke rol in de uitwerking van de opgegraven vondsten en materialen.⁶ Het werk in het LCM bestaat uit het doen van onderzoek aan materiaal enerzijds, en het stabiliseren en conserveren van datzelfde materiaal anderzijds. In dit hoofdstuk komen beide werkzaamheden aan de orde aan de hand van de categorieën metaal en hout. Bij de metalen zal het accent liggen op corrosieprocessen in relatie tot de bodemhuishouding; bij het te bespreken hout ligt het accent op het conserveringsproces van deze zeer uitdagende materiaalsoort binnen de archeologie. De volgende vragen zullen aan bod komen:

- Welke bodemcondities heersen in het onderzoeksgebied, en wat zegt dit over de te verwachten conserveringsconditie van specifieke materiaalgroepen tijdens opgraving?
- Hoe zijn materiaalgroepen uit de laat- en post-middeleeuwse huisplaatsen in werkelijkheid geconserveerd, en welke invloed heeft de opbouw van de natuurlijke en archeologische lagen daarop gehad?
- Op welke wijze zijn de vondsten na de opgraving behandeld?

Nadat de bodemopbouw van het onderzoeksgebied kort is besproken, wordt ingegaan op de veranderende bodemcondities (redoxpotentiaal en grondwaterstand) die vanaf de late middeleeuwen (kunnen) zijn opgetreden. Vervolgens wordt per vondstcategorie gekeken wat de invloed van de bodemcondities op de conservering is. Van de metalen is alleen het aantal ijzervondsten groot genoeg om nadere vragen te stellen over de relatie tussen conservering en bodemtype. In dat kader is een selectie gemaakt van enkele huisplaatsen, die zowel op veen (nrs. 8 en 22) als op klei-op-veen (nrs. 9 en 50) liggen. Ter afsluiting

wordt ingegaan op de conserveringsmethode die is toegepast voor de ijzervondsten enerzijds, en de houtvondsten anderzijds – met in het laatste geval een compleet bewaard gebleven karrewiel als voorbeeld.

26.2 Bodem en bodemcondities in het onderzoeksgebied

De polder Matsloot-Roderwolde is een veengebied, waarvan delen met een laag klei zijn afgedekt. In de late middeleeuwen werd het veen noordelijk van Roderwolde ontgonnen, zodat de (mariene) kleiafzettingen – die volgden op inklinking en bodemdaling – mede het resultaat waren van menselijk ingrijpen in het landschap. In de vorige eeuw werd plaatselijk opnieuw een laag grond opgebracht, nu in de vorm van terpaarde die van afgegraven terpen in het noordelijke kweldergebied afkomstig was. Tot slot lijkt de samenstelling van het post-middeleeuwse aardewerk (aangetroffen in de bouwvoor) te wijzen op bemesting met stadsafval, duidend op de aanvoer van nog een ander type ‘grond’.⁷ De opbouw van de bodem onder de huisplaatsen wordt hier kort besproken, waarna monitoringsgegevens uit het volgende hoofdstuk als uitgangspunt worden genomen om de (veranderende) bodemcondities te bepalen – condities die van invloed zijn (geweest) op het wel of niet bewaard blijven van specifieke materiaalgroepen.

Bodemvorming tijdens de middeleeuwse ontginning

Bij het ontstaan van het veenlandschap groeide er in het onderzoeksgebied op het oudere laagveen vooral door heidesoorten gedomineerd hoogveen.⁸ Het gebied stond aan het begin van de laatmiddeleeuwse ontginning niet of nauwelijks meer onder invloed van mariene getijdeprocessen. Het zal mogelijk zelfs aan de droge kant zijn geweest, doordat de voorganger van het huidige Peizerdiep water aan het gebied onttrok. Het veen direct onder de vroegste huisplaatsen bestaat uit vertrappt heideveen, een aanwijzing dat het gebied goed begaanbaar was ten tijde van de eerste ontginningen in de late 10e of 11e eeuw (bewoningsfase 1). Dergelijke veenbodems kenmerken zich door een (licht) zuur milieu met een zuurgraad van pH 3-5.⁹

Ontginning van het veen veroorzaakte oxidatie, die gepaard ging met inklinking van het pakket. Dit proces leidde gedurende de 11e en eerste helft van de 12e eeuw tot gedeeltelijke overslibbing vanuit zee (fasen 1-2).¹⁰ Een zekere mate van verzilting van de bovenlaag is dan een voor de hand liggende veronderstelling, hoewel dat niet uit botanisch onderzoek blijkt.¹¹ De vegetatiereconstructie toont in ieder geval dat zouttolerante planten geen rol van betekenis hebben gespeeld in de vegetatie vanaf het moment van overslibbing. Wel blijkt uit de analyse van botanische monsters dat er zowel geografisch als in de tijd variaties voorkwamen in de mate waarin de omgeving van de huisplaatsen brak of zoet was.¹² Op basis van deze gegevens kan worden aangenomen dat chloriden uit zee-waterafzettingen een negatieve invloed hebben gehad op het behoud van onedele metalen als ijzer en koper.

Verder blijkt dat gedurende de gehele ontginningsperiode planten met een vochtige of natte standplaats overheersten.¹³ De dominant aanwezige ‘blauwgraslanden’ overleefden slechts wanneer zij gedurende de winterperi-

ode lange tijd onder water stonden. Na de laatste middeleeuwse bewoningsfase (fase 3) lijkt de vernatting zelfs toe te nemen, aangezien het gebied rond het midden van de 14e eeuw volledig is verlaten – later gevolgd door hernieuwde bewoning op enkele van de huisplaatsen tot in de 18e/19e eeuw (fase 4).

Het algemene patroon dat uit de archeobotanische reconstructie kan worden afgeleid is dat de polder Matsloot-Roderwolde zowel tijdens als na de periode van bewoning steeds vrij nat was, een situatie die de bewaeromstandigheden voor archeologisch materiaal als leer, hout en onedele metalen in theorie positief moet hebben beïnvloed. Hier staat tegenover dat de bodemomstandigheden niet permanent waterverzadigd zullen zijn geweest, de gemiddelde pH-waarden aan de zure kant waren en dat de waarschijnlijke aanwezigheid van chloriden de corrosie van onedele metalen versterkt zal hebben.

Het gebied kent ook bronnen van zoet kwelwater, maar de herkomst ervan is niet duidelijk.¹⁴ Mede van belang voor de conservering van objecten en materialen is de kwaliteit van dit water: wel of niet ijzer-/kalkhoudend, en wel of niet zuurstofarm. Hiernaar is geen onderzoek verricht. Over het algemeen wordt kwelwater gekenmerkt door een pH van rond 7,5, in combinatie met een bovengemiddeld gehalte aan calcium en fosfor.¹⁵

Veranderende bodemopbouw en -condities in het recente verleden

In 2008 zijn voor de polder Matsloot-Roderwolde de bodemomstandigheden geïnventariseerd.¹⁶ Hieruit blijkt dat het gebied toen kenmerken van verdroging vertoonde en dat grazend vee bovendien het oppervlak van de huisplaatsen beschadigde. Verdroging leidt tot oxidatie en inklinking van de veenpakketten, waardoor de huisplaatsen minder zichtbaar worden en de hierin aanwezige materialen en objecten versneld zullen verdwijnen. De in 2008 geconstateerde bodemomstandigheden dragen aldus niet bij tot behoud van het archeologische bodemarchief.

In het onderzoeksgebied zijn van 2009 tot het moment van schrijven pH- en redoxmetingen verricht.¹⁷ Op 15 van de ca. 60 archeologisch onderzochte huisplaatsen zijn metingen gedaan, steeds op vijf verschillende dieptes: 20, 40, 60, 80 en 120 cm onder maaiveld. Uit alle beschikbare data rijst het beeld dat in het gehele gemeten gebied de pH-waarden ongeveer hetzelfde zijn gebleven (net onder 4,5), terwijl er vanaf het begin van de metingen (2009) wel een geleidelijke daling waarneembaar is voor de redoxpotentiaal op alle meetdieptes. De verandering is het sterkst in de bovenlagen, en minder sterk op grotere diepte.¹⁸ Een verlaging van de redoxpotentiaal hangt samen met een verhoging van het grondwaterpeil en is relatief gunstiger voor het behoud van onedele metalen, omdat zuurstof – noodzakelijk voor corrosie – dan in lagere concentraties voorkomt en minder diep in de bodem kan dringen.

Er is sprake van een duidelijke omslag in het landschapsbeheer in januari 2012, als het gebied actief onder water wordt gezet. Dit veranderingsmoment is niet terug te vinden in de metingen als een plotseling afnemende redoxpotentiaal, terwijl dit wel zou mogen worden verwacht. De redoxpotentiaal neemt slechts geleidelijk af. Deze geleidelijke afname wordt verderop in de tekst nader belicht,

bij de bespreking van de redoxwaarden van huisplaats 51.

Om de invloed van de (veranderende) bodemcondities op het archeologisch vondstmateriaal te bepalen, zijn vier huisplaatsen geselecteerd die in deze bijdrage nader bekeken worden. Het gaat om de huisplaatsen 8, 9, 22 en 50, waarvan de eerste twee op veen en de andere twee op klei-op-veen liggen.

In het kader van onderzoek naar conserveringsomstandigheden in verschillende bodems zou het interessant zijn een vergelijking tussen huisplaatsen te maken over de volle variatie aan bodemprofielen: van uitsluitend veen (nr. 8) tot veen overslibd met enkele decimeters klei (nr. 50).

De bodemkaart – op basis van gegevens uit de jaren 1960 – schetst een relatief overzichtelijk beeld van kleibedekking, waarbij de bedekking ter hoogte van huisplaats 8 ontbreekt en de bedekking in noordelijke richting oploopt tot ongeveer een halve meter ter hoogte van huisplaats 50. De kaart is echter onbruikbaar zonder kritisch te kijken naar de bronnen waarop deze is gebaseerd, mede omdat uit de gemeten afzettingen niet exact is af te leiden wanneer deze plaatsvonden. Daarnaast is het interval tussen de boringen vrij groot, waardoor een gedetailleerd beeld van kleiafzetting wordt bemoeilijkt.¹⁹ Voor deze bijdrage is een tijdstip van afzetting minder cruciaal en kan de kaart in algemene zin worden bestudeerd om veronderstelde zoutinvloeden in relatie tot de kleibedekking te reconstrueren.

Daar waar de bodemkaart uit de jaren 1960 een overzichtelijk beeld schetst, blijkt uit de resultaten van de opgraving dat de werkelijkheid genuanceerder en complexer is. Huisplaats 22 lijkt een klei-op-veen locatie, maar de overspoeling met klei vond plaats ná bewoning op deze locatie gedurende de eerste bewoningsfase en was het gevolg van inklinking van het ontgonnen veenpakket. Huisplaats 9 lijkt een veenlocatie, maar blijkt op klei-op-veen te liggen. Beide andere huisplaatsen tonen wel het verwachte beeld: huisplaats 50 is inderdaad gelegen op klei, en huisplaats 8 op veen. Om de lagenopbouw goed te begrijpen is het daarnaast van belang het verschil te kunnen benoemen tussen een (dunne) overslibbingslaag enerzijds, en de bouwvoor of omgewoelde toplaag anderzijds. Dit onderscheid is zeker bij booronderzoek, waarop de bodemkaart van 1968 grotendeels is gebaseerd, niet altijd goed te maken. Het wordt nog complexer als bedacht wordt dat er ook sprake is van opgebrachte grond van elders, deels in de vorm van terpaarde en deels vermoedelijk in de vorm van stadsafval.

Hoofdstuk 2 beschrijft een nieuwe kleibedekkingskaart, samengesteld op basis van gedetailleerde informatie over lagenopbouw van de bovenste 1,2-1,5 m uit de opgravingsdata (fig. 26.2). Deze kaart is evenwel beter te typeren als 'bodembedekkingskaart': er wordt niet alleen een beschrijving gegeven van (klei-)afzettingen, maar ook van het resultaat van veranderingen in de bodemopbouw tot aan de opgravingen. In strikte zin is er in De Onlanden geen sprake (meer) van veen enerzijds, of klei-op-veen anderzijds. Landgebruik en bioturbatie hebben dit onderscheid vertroebeld. Het recente, meer genuanceerde beeld van de bodemsamenstelling toont een geleidelijk verlopende opbouw van de toplaag van

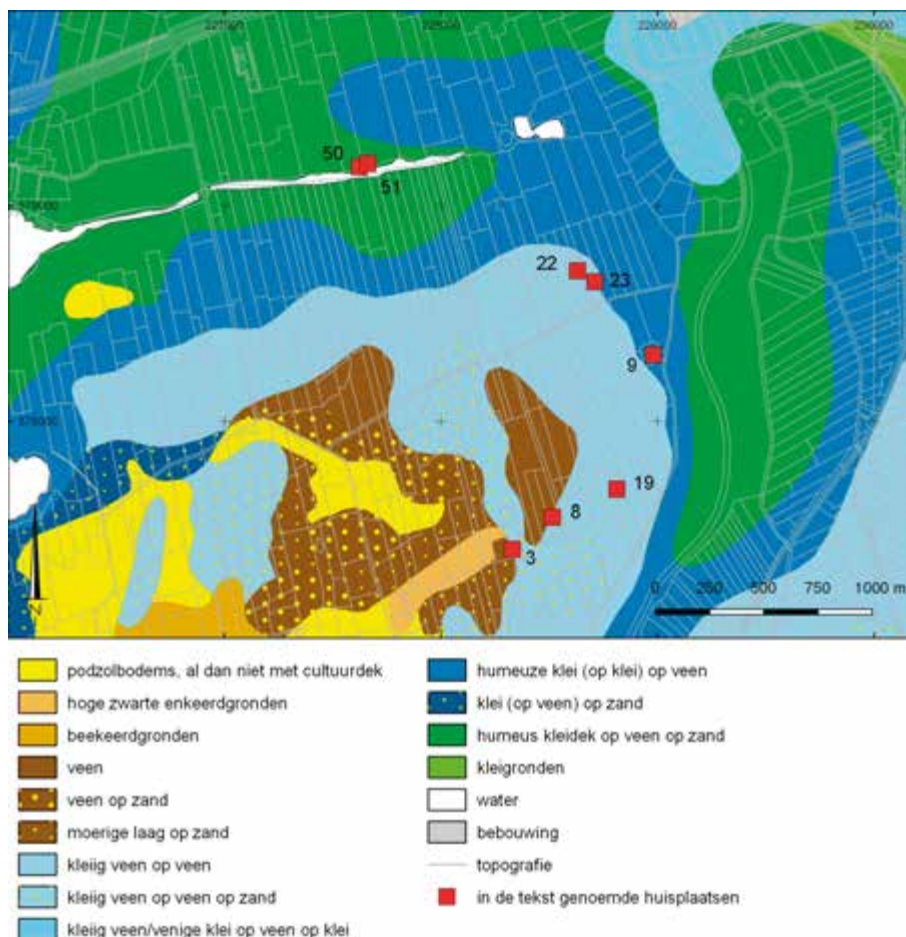


Fig. 26.2. Bodembedekkingskaart van de polder Matsloot-Roderwolde. Aangegeven zijn de locaties van de besproken huisplaatsen (nrs. 8, 9, 22 en 50), aangevuld met de huisplaatsen waarvan de pH/Redox-metingen (nrs. 3, 23 en 51) en de metingen van de grondwaterstanden (nr. 19) zijn gebruikt (kaart G. Aalbersberg, AGEA Advies).

uitsluitend *veen* via *moerige laag op veen* naar *kleiig veen op veen* en eindigend met *humeus kleidek op veen*. Huisplaats 8 bijvoorbeeld, ligt op de overgang van twee zones: een *moerige laag op zand* verlopend naar *kleiig veen op veen op zand*, waarbij *moerig* wil zeggen dat er een gering percentage klei in de bovenste laag aanwezig is. Op basis van de recente bodembedekkingskaart zal worden getracht inzicht te krijgen in eventueel aanwezige verschillen in conservering van metaalvondsten. Echter, voor de leesbaarheid van het betoog zal de eerder genoemde zwart-wit benadering van enerzijds veen en anderzijds klei-op-veen worden gehandhaafd.

Een tweede nuance heeft betrekking op de bron van de klei. Waar de bodemkaart uitgaat van kleiafzetting vanuit zee (en dus aanvoer van zout), is uit het ontbreken van zouttolerante vegetatie in de botanische monsters af te leiden dat een deel van de kleiafzettingen ook kan zijn ontstaan door stagnerende afstroming van zoet water uit het achterland. Hierbij is dan geen mariene klei, maar klei uit geërodeerde keileem afgezet. Een combinatie van hoog opslibbende kwelders, een dalend maaiveld in De Onlanden en perioden met hoogwater (al dan niet in combinatie met spring- of stormvloed) zorgde voor overstromingen in het gebied.²⁰

Om de beschikbaar gekomen nuancerings in bodemopbouw te kunnen relateren aan behoud en verval van materialen moeten de pH/redox-data van de vier te bespreken huisplaatsen eveneens worden bekeken. Op huisplaatsen 9 en 22 zijn metingen verricht. Op huisplaats 9 zijn de

meetinstallaties na 15 maanden verwijderd, voorafgaand aan de aldaar uitgevoerde opgraving. Op huisplaats 22 zijn de metingen – om technische redenen – al na 2 maanden gestopt, ruim een jaar voordat ook hier een opgraving plaatsvond. Op de laatste twee huisplaatsen (nrs. 8 en 50) zijn geen metingen verricht.

Om toch over voldoende meetdata te beschikken, worden ook metingen gebruikt die afkomstig zijn van huisplaatsen in de directe nabijheid van de vier geselecteerde locaties en die een vergelijkbare bodemopbouw kennen (fig. 26.2). Voor huisplaats 8 wordt gebruikt gemaakt van metingen die verricht zijn aan huisplaats 3, over een periode van 4,5 jaar. Huisplaats 22 kent een meetperiode van slechts 2 maanden; ook de condities van de naastgelegen huisplaats 23 zijn over korte tijd gemeten, met grote intervallen. Voor de condities op huisplaats 50 wordt gebruikt gemaakt van de metingen aan huisplaats 51, waar gedurende 4 jaar en 3 maanden is gemeten. Ter vergelijking zal ook worden gekeken naar de metingen aan huisplaats 19 (meetduur 4 jaar en 8 maanden, met onderbreking). Voor huisplaats 9 is helaas geen alternatief voorhanden.

De opbouw van de natuurlijke ondergrond en de hoogteligging van de geselecteerde huisplaatsen is weergegeven in tabel 26.1. Hieruit blijkt dat de bodemopbouw van de eerste selectie huisplaatsen en de 'referentielocaties' goed vergelijkbaar is, hoewel bij huisplaats 3 al op beperkte diepte de pleistocene ondergrond aanwezig is. Het laagste en hoogste punt van de huisplaatsen verschilt onderling, maar bij de veen(-op-zand)-locaties zijn de verschillen –

Tabel 26.1. Overzicht van de in dit hoofdstuk besproken huisplaatsen, waarbij het laagste en het hoogste punt aan het oppervlak in 2012 zijn aangegeven. Voor het type huisplaats en verdere kenmerken per huisplaats, zie tabel 7.1 (*: alleen onderzocht met een proefputje).

huisplaats	bodem	type	laagste punt huisplaats bij benadering (in m -NAP)	hoogste punt huisplaats bij benadering (in m -NAP)
3	veen	D2	1,00	0,50
8	veen (op zand)	A2	0,70	0,30
9	klei-op-veen	F4	1,30	0,40
22	veen	A1	1,00	0,60
23*	veen	A1	1,00	0,70
50	klei-op-veen	F4	2,10	0,70
51*	klei-op-veen	F3	1,60	0,40

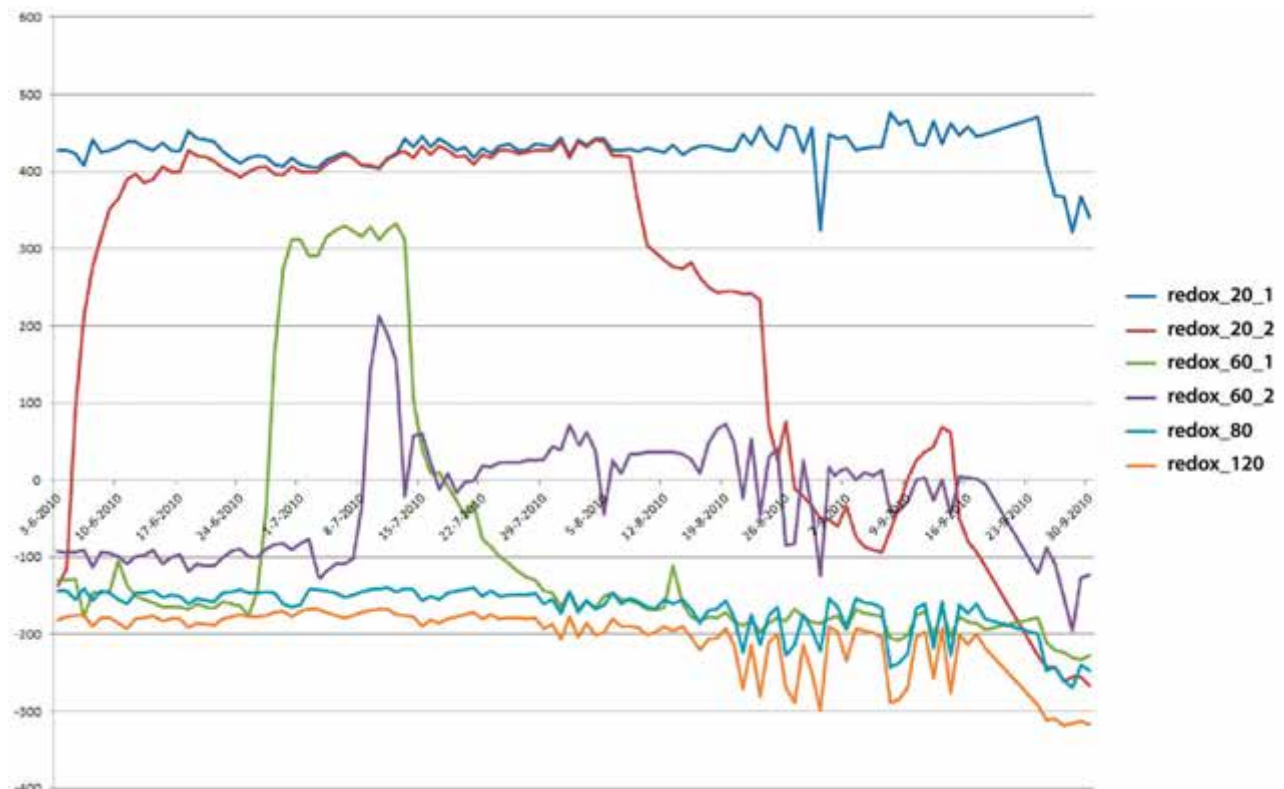


Fig. 26.3. Redoxwaarden tussen 3 juni en 30 september 2010 op huisplaats 23 (veen) voor verschillende meetdieptes: 20 cm (blauw en rood), 60 cm (groen en paars), 80 cm (turquoise) en 120 cm onder maaiveld (oranje) (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

afgezet tegen de oppervlakte van de huisplaatsen – dermate gering dat lokale invloed van de waterhuishouding op de conservering van objecten (in de vorm van afwatering door hoogteverschillen) verwaarloosbaar wordt geacht. De klei-op-veenlocaties laten veel grotere fluctuaties zien, met als gevolg dat afwatering mogelijk wel een rol heeft gespeeld in minder goede conservering van objecten door gemiddeld sterker beluchte omstandigheden. In hoeverre dit effect weer werd opgeheven of beïnvloed door de afdekking met een laag klei is niet te bepalen.

Redoxpotentiaal en grondwaterstand

De redoxpotentiaal is een waarde die uitdrukt in welke mate een bodemomgeving aan zuurstof blootstaat (oxidatie). Blootstelling aan zuurstof is met name voor een onedel metaal als ijzer een belangrijke factor in het tempo van corrosieprocessen: hoe hoger de redoxpotentiaal, hoe sneller corrosievorming kan plaatsvinden. Verandering van

het grondwaterpeil kan aldus van invloed zijn op de redox-potentiaal en daarmee op het verval of behoud van onedele metalen. Het gebied tussen 20 en 60 cm onder het oppervlak is binnen de polder Matsloot-Roderwolde de zone waar de meeste metaalvondsten zijn aangetroffen en waar veranderingen dus de grootste gevolgen op de conservering van het vondstmateriaal hebben.²¹

In 2010 zijn redoxmetingen verricht op huisplaats 23 (veen), tussen begin juni en eind september. **Figuur 26.3** geeft de fluctuaties weer op verschillende dieptes. De twee meetpunten op 20 cm diepte (in blauw en rood) geven een verschillend beeld dat niet verklaard wordt in de rapportage. Terwijl de bovenste, blauwe lijn doorlopend een hoge redoxwaarde laat zien, toont de rode lijn binnen twee weken tijd een waardeinstijging van circa -150 tot +400 mV, om vanaf augustus weer sterk te dalen. Ook de lijnen voor metingen op 60 cm diepte (groen en paars) laten een toe- en afname van de redoxwaarde zien, hoewel minder

extreem. De waarden voor 80 en 120 cm (turquoise en oranje) vertonen geen sterke schommelingen; deze zijn permanent negatief en daarmee veel gunstiger voor behoud van archeologische materialen.

Een verklaring voor de fluctuaties in redoxwaarde kan worden gevonden in de metingen aan de grondwaterstand op dezelfde plek. **Figuur 26.4** geeft de grondwaterstanden weer voor huisplaats 23, tussen oktober 2009 en april 2014. Het in kleur gemarkeerde gebied correspondeert met de periode in **figuur 26.3**.

Op basis van de rapportage bij de metingen kan geen verklaring worden gegeven voor de stabiele waarden van 'redox-20-1' (**fig. 26.3**). De overige redoxmetingen in de bovengrond reflecteren een dramatische fluctuatie van de grondwaterstand in korte tijd. Of dit verschijnsel op deze locatie elk zomerseizoen optrad, voorafgaand aan de aangepaste waterhuishouding vanaf januari 2012, is niet te reconstrueren aan de hand van de beschikbare data.

Onderlinge vergelijking van de data uit beschikbare metingen maakt duidelijk dat bij een deel van de huisplaatsen een sterke, seizoensgebonden fluctuatie optreedt in de grondwaterstand, terwijl dit bij andere huisplaatsen veel minder het geval is. Huisplaats 3 (veen) is voor wat betreft de fluctuatie sterk vergelijkbaar met huisplaats 23; het verschil tussen winter en zomer kan tot wel 1 m oplopen. Huisplaats 51 (klei-op-veen) toont een afwijkend beeld

(**fig. 26.5**). De korte-termijnfluctuaties zijn hier wel zichtbaar, vergelijkbaar met de huisplaatsen 3 en 23, maar van seizoensgebonden fluctuatie is nauwelijks sprake. Juist de korte-termijnfluctuaties lopen hier wat sterker uiteen (ca. 30-50 cm, in plaats van ca. 20-30 cm bij huisplaatsen 3 en 23), waardoor seizoensfluctuaties minder zichtbaar worden.

Huisplaatsen 3 en 23 liggen weliswaar ruim 1 km van elkaar verwijderd, maar behoren beide tot het landschapstype 'veen'. Huisplaats 51 echter, 1 km verwijderd van huisplaats 23 en 1,7 km van huisplaats 3, is van het landschapstype 'klei-op-veen'. De bodemopbouw van huisplaats 51 is mogelijk de oorzaak voor de minder extreme fluctuaties in grondwaterstand als gevolg van 'buffering' door de kleibedekking. Daarentegen is de iets grotere fluctuatie in korte-termijnschommelingen juist in tegenspraak met een te verwachten demping van uitersten in de context van een kleirijke bodem. Opmerkelijk genoeg zijn de korte-termijnvariëaties bij huisplaats 51 het grootst in de periode direct na de aangepaste waterhuishouding van begin 2012, hoewel de verwachting was dat het gebied juist eerder regelmatig vernat zou zijn. Die vernatting is af te lezen aan een gemiddeld hogere grondwaterstand voor de periode na de inrichting van het gebied als waterberging (**fig. 26.5**).

Een ander aspect dat opvalt in de vergelijking tussen veen- en klei-op-veenlocaties wordt zichtbaar wanneer de

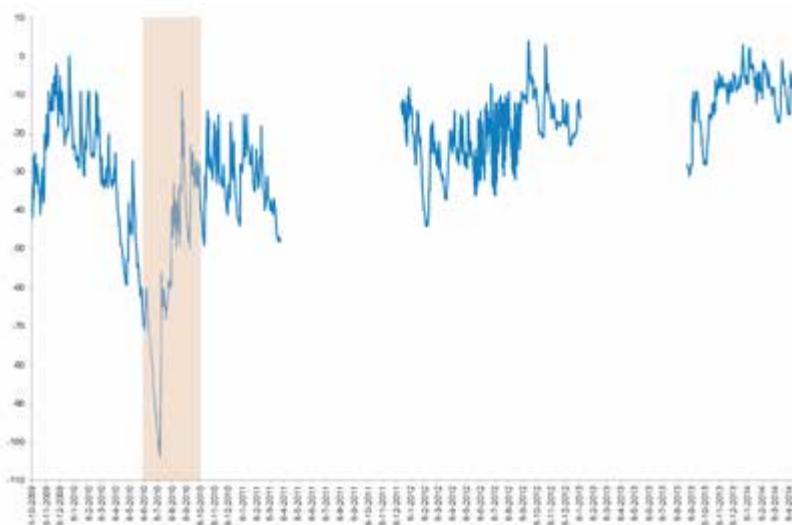


Fig. 26.4. Grondwaterstanden in cm onder maaiveld op huisplaats 23, tussen oktober 2009 en april 2014 (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

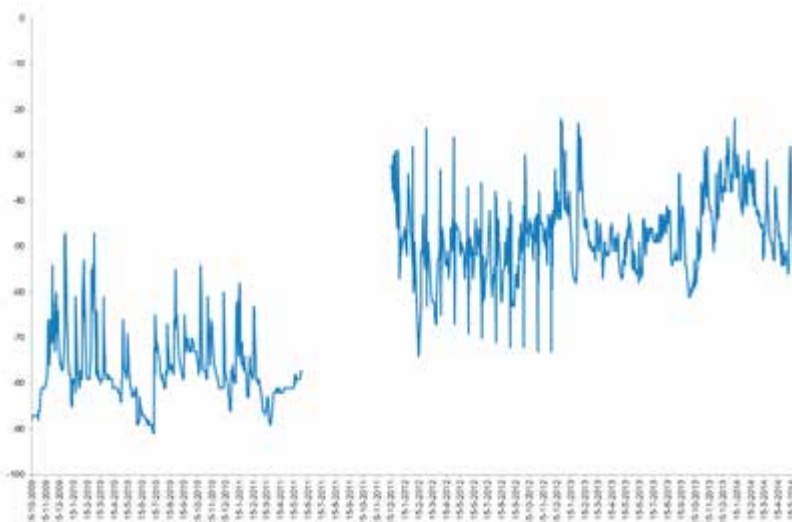


Fig. 26.5. Grondwaterstanden in cm onder maaiveld op huisplaats 51, tussen oktober 2009 en mei 2014 (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

grondwaterstandmetingen van huisplaatsen 23 (veen) en 51 (klei-op-veen) naast elkaar worden gelegd. De grondwaterspiegel bij huisplaats 51 stijgt gemiddeld zo'n 20 tot 30 cm na begin 2012 (fig. 26.5), maar in de grafiek van huisplaats 23 is de aangepaste waterhuishouding niet terug te vinden (fig. 26.4): de waarden blijven min of meer gelijk. Dit kan mogelijk verklaard worden door de hoogteverschillen van de huisplaatsen: huisplaats 23 kent een intern hoogteverschil van 30 cm met een hoogste punt van 70 cm -NAP, terwijl huisplaats 51 – met een hogere 'top' op 40 cm -NAP – een veel groter hoogteverschil laat zien van 120 cm (zie tabel 26.1). Volgens de data van huisplaats 3 (veen, met een intern hoogteverschil van 50 cm) stijgt de gemiddelde grondwaterspiegel eveneens niet of nauwelijks, maar zijn de seizoensfluctuaties na begin 2012 wel minder extreem (fig. 26.6).

Het is niet duidelijk in hoeverre het beeld van de grondwaterspiegel voor klei-op-veenlocaties, zoals geschetst aan de hand van huisplaats 51, als representatief kan worden beschouwd. De waterhuishouding van bijvoorbeeld huisplaats 19 – gelegen op zo'n 250 m ten noordwesten van huisplaats 3 – laat een beeld zien dat eerder lijkt aan te sluiten bij de waarnemingen voor veenlocaties (fig. 26.7).²² Ondanks de aanwezigheid van een kleilaag is hier sprake van een sterke, seizoensgebonden fluctuatie, die slechts licht afneemt na begin 2012.

De enige langdurige vergelijking tussen grondwaterstand en redoxpotentiaal voor de in deze bijdrage beschreven locaties kan worden gemaakt voor huisplaats 51 (klei-op-veen). Op basis van de verhoging van de gemiddelde grondwaterstand (fig. 26.5) zou een afname van de gemiddelde redoxpotentiaal verwacht mogen worden, met name in de bovenste laag. Die afname manifesteert zich uitsluitend – en slechts geleidelijk – in de meetwaarden op 60 cm diepte (fig. 26.8: paarse en groene lijnen). De groene lijn daalt vanaf het moment van aangepaste waterhuishouding (begin 2012), maar de paarse lijn daalt al eerder (in de zomer van 2011) en in veel kortere tijd.

Omdat ook de redoxwaarden van de meetpunten op 20 cm diepte (rode en blauwe lijn) en op 60 cm diepte (groene lijn) vanaf het voorjaar van 2011 tijdelijk dalen, kan een verklaring voor de daling van de paarse lijn mogelijk gevonden worden in een relatief hogere grondwaterstand, bijvoorbeeld als gevolg van een extreem natte periode. Neerslaggegevens van het KNMI uit de meetstations rond De Onlanden (Groningen, Eelde en Roden) tonen echter geen verband tussen de gemeten (sterk wisselende) neerslaghoeveelheden en de redelijk onveranderlijke waarden van de redoxpotentiaal op 60 cm diepte, voorafgaand aan de daling die in april 2011 wordt ingezet.²³ Ook de daling zelf lijkt geen verband te houden met de hoeveelheid gevallen neerslag, zodat de verandering uitsluitend kan

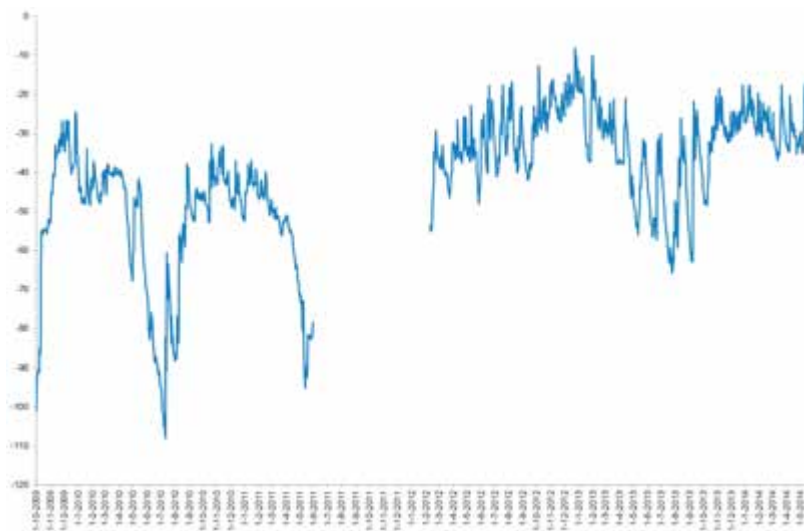


Fig. 26.6. Grondwaterstanden in cm onder maaiveld op huisplaats 3, tussen oktober 2009 en mei 2014 (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

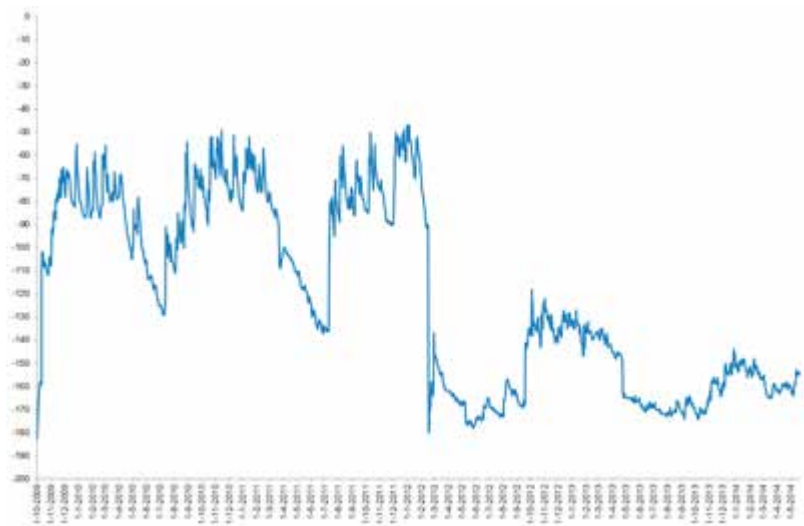


Fig. 26.7. Grondwaterstanden in cm onder maaiveld op huisplaats 19, tussen oktober 2009 en mei 2014. De duidelijke verandering rond het begin van 2012 heeft te maken met de ophoging/afdekking van de huisplaats met een halve meter grond (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

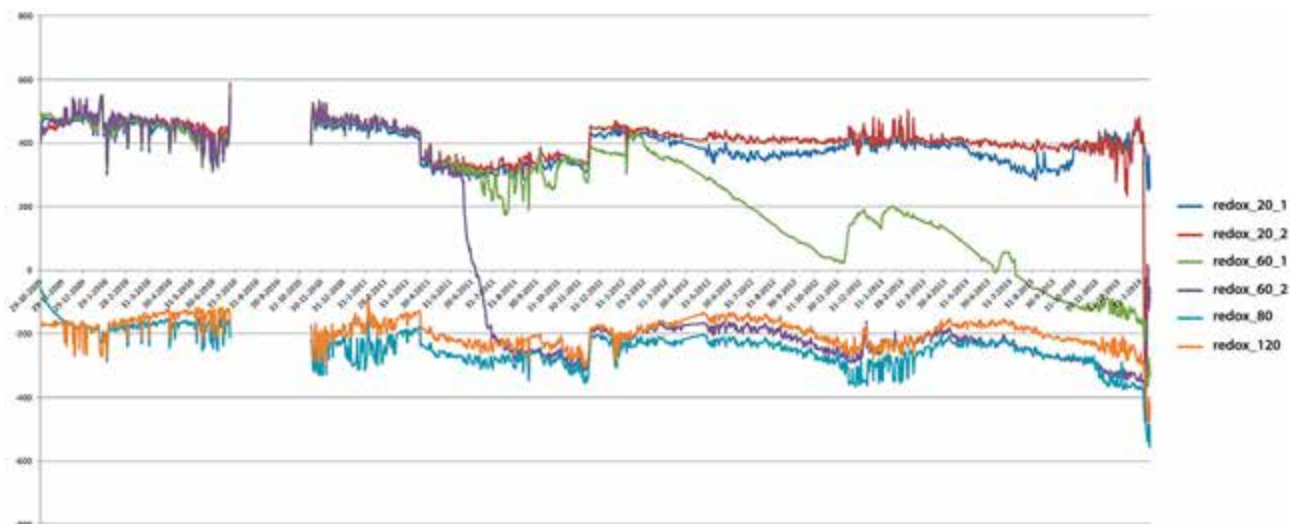


Fig. 26.8. Redoxwaarden tussen oktober 2009 en januari 2014 op huisplaats 51 voor verschillende meetdieptes: 20, 60, 80 en 120 cm beneden maaiveld (bron data: J. de Moor, EARTH Integrated Archaeology).

worden toegeschreven aan een stijging van de grondwaterspiegel. Het lijkt er op dat een grondwaterspiegelstijging al gaande was voorafgaand aan de bewuste vernattingsoperatie van begin 2012.

Ondanks lacunes in de meetwaarden laten de hierboven beschreven details zien dat fluctuerende grondwaterstanden invloed hebben op de redoxpotentiaal en daarmee op de corrosiepotentie van onedele metalen. Daarnaast blijkt voor een op het oog redelijk overzichtelijk gebied van beperkte omvang dat de gemeten grondwaterstandenwaarden op een bepaalde huisplaats niet zonder meer kunnen worden geëxtrapoleerd naar omliggende huisplaatsen. Blijkbaar zorgen zeer lokale verschillen in onder andere bodemopbouw en (ondergrondse) waterhuishouding voor plaatsgebonden variaties die kunnen leiden tot meer of minder gunstige omstandigheden voor behoud van archeologische vondsten. In ieder geval is op uitgebreide schaal archeologisch materiaal onderhevig geweest aan cycli van vernatting en verdroging, een ongunstig scenario voor behoud.

Nu de bodemcondities in de polder Matsloot-Roderwolde in grote lijnen inzichtelijk zijn gemaakt, is het mogelijk aan te geven welke materiaalgroepen verwacht kunnen worden en wat per groep de te verwachten staat van conservering zal zijn.

26.3 Bodemcondities en het behoud van archeologische objecten en materialen

Archeologische objecten en materialen verblijven vaak enkele honderden tot meer dan duizenden jaren in de bodem. Afhankelijk van de condities in de bodem kunnen ze behouden blijven of (gedeeltelijk) vergaan. In bijzondere situaties kunnen omstandigheden zelfs binnen een gebied van 10 cm² zo verschillend zijn dat een object gedeeltelijk verloren gaat, terwijl een ander deel in relatief goede conditie verkeert.²⁴ Een pH-neutrale, waterverzadigde bodem met stilstaand water biedt de beste uitgangspunten voor behoud, maar dergelijke omstandigheden komen weinig of slechts lokaal voor. Een waterput of een beerput

is een goed voorbeeld van een lokale context die verval van objecten en materialen kan vertragen of beperken. Tabel 26.2 geeft een overzicht van materiaalsoorten die worden aangetroffen bij opgravingen, waarbij de kans op behoud onder verschillende bodemomstandigheden is aangegeven.

Metingen aan de recente bodem van de polder Matsloot-Roderwolde hebben zichtbaar gemaakt dat de bodemcondities in de periode vóór de opgraving als *zuur* (pH 4,5) en *vochtig* (zuurstofrijk) gekwalificeerd kunnen worden voor de diepte waarin de meeste objecten zich bevinden (ca. 20–70 cm beneden maaiveld). Op basis hiervan is een lijst samen te stellen van materialen die waarschijnlijk wel en zeer waarschijnlijk niet zullen worden aangetroffen.

Van de *metalen* blijven goud, zilver en metaalslakken bewaard. Voor de koperlegeringen en voor ijzer geldt dit alleen voor de objecten uit waterverzadigde context. Lood en lood-tinlegeringen blijven niet bewaard in zure bodemomstandigheden. Bij *silicium houdende materialen* blijven porselein, steengoed en het op hogere temperatuur gebakken aardewerk wel behouden. Het aardewerk dat op temperaturen lager dan 900°C werd gebakken, zal zijn aangetast of vergaan. Hetzelfde is aan te nemen voor kalksteen en middeleeuws glas. Bij *organisch materiaal*, ten slotte, blijft uitsluitend het in waterverzadigde context gelegen leer, textiel en hout bewaard. Bot, hoorn en gewei vergaan in zowel vochtige als waterverzadigde omstandigheden.

Welke materialen zijn aangetroffen en in welke conditie verkeren ze?

Diverse bijdragen in deze publicatie besteden aandacht aan de ‘archeologische vervuiling’ van het onderzoeksgebied.²⁵ Terpaarde afkomstig van afgegraven terpen of wierden in het aangrenzende kweldergebied is in de 19e of 20e eeuw opgebracht over delen van de polder Matsloot-Roderwolde.²⁶ Als gevolg hiervan zijn locatie-vreemde vondsten, inclusief vondsten die ouder zijn dan de laatmiddeleeuwse ontginningsfase (11e–14e eeuw), aangetroffen in de bouwvoor. Twee aansprekende pre-ont-

Tabel 26.2. De relatie tussen bodemomstandigheden en het verval van archeologische materialen (●: waarschijnlijk goed geconserveerd, ○: waarschijnlijk aangetast/vergaan, ●○: beide mogelijk op basis van specifieke bodemomstandigheden, A: loodlegeringen, B: niet zijde/wol, wel vlas/hennep, C: niet vlas/hennep, wel zijde/wol).²⁷

			VOCHTIG			WATERVERZADIGD		
			alkalische bodem	neutrale bodem	zure bodem	alkalische bodem	neutrale bodem	zure bodem
metalen en hun legeringen		goud	●	●	●	●	●	●
		zilver	●	●	●	●	●	●
		koper	●	●	○	●	●	●
		tin	○	○	○	○	●	○
		lood	●	●	○	● ^A	●	○
		ijzer	○	●○	○	●	●	●
		zink	○	○	○	○	●	○
		metaalslak	●	●	●	●	●	●
siliciumhoudende materialen	keramiek	porselein	●	●	●	●	●	●
		steengoed	●	●	●	●	●	●
		aardewerk (>900 °C)	●	●	●	●○	●	●○
		aardewerk (<900 °C)	●	●	○	●○	●	●○
	steen	kalksteen	●	○	○	●	●	○
	glas	glas (Romeins)	○	●	●	○	●	○
		glas (middeleeuws)	○	●	○	○	●	○
organisch materiaal		hoorn/gewei	○	○	○	○	●	○
		bot	●	●	○	●	●	○
		leer	○	○	○	●	●	●
		textiel	○	○	○	● ^B	●	● ^C
		hout	○	○	○	●	●	●

ginningsvondsten zijn de Romeinse fibulae (figs. 17.1-2) die in hoofdstuk 17 worden besproken. Delen van het gebied zijn ook na de 14e eeuw, zelfs tot ver in de Nieuwe tijd, in gebruik gebleven. Materialen en objecten uit die periode komen deels uit de later opgebrachte grond die als stadsafval kan zijn aangevoerd.²⁸

In deze bijdrage ligt het accent op de relatie tussen (veranderende) bodemcondities en het behoud van de vondsten en materialen uit de middeleeuwse bewoningsfasen. Eerdere, latere of locatie-vreemde vondsten worden in principe buiten beschouwing gelaten, tenzij ze het beeld van de onderzoeksperiode versterken of illustreren.

Metalen

Hoewel goud en zilver behoren tot de te verwachten materialen, zijn ze niet aangetroffen. Daarentegen zijn objecten van koperlegeringen, lood, lood-tinlegeringen en ijzer in het vondstmateriaal wel aanwezig.

Van de 20 objecten van *koperlegeringen* behoort het merendeel tot de Nieuwe tijd. Stukken die mogelijk samenhangen met de laatmiddeleeuwse bewoning zijn alle afkomstig uit de bouwvoor of aangetroffen tijdens de aanleg van een opgravingsvlak, zodat de oorspronkelijke context onduidelijk is. Het enige object uit een gesloten context is een stuk schroot van metaalbewerking (GIA116-954; afkomstig uit een ophogingslaag van venige klei). De meeste koperlegeringen tonen een toplaag van groene

kopercarbonaten, en daaronder een rode laag van koperoxiden. Er is weinig metallisch koper meer aanwezig. Representatief voor de polder Matsloot-Roderwolde is een conditie waarbij de groene carbonatenlaag is aangetast of verdwenen (fig. 26.9, onderste object). Sommige objecten laten alleen nog een poederig, rood en cupritisch sub-opervlak zien (fig. 26.9, bovenste object). Deze staat van conservering past in een zuur en belucht bodemmilieu.²⁹

Een groot deel van de in totaal 415 *ijzervondsten* uit de polder Matsloot-Roderwolde wordt gerekend tot de periode van middeleeuwse bewoning, hoewel slechts 29 daarvan in een gesloten context zijn gevonden. Ondanks het gegeven dat de contextdateringen vooral op de post-middeleeuwse fase van bewoning wijzen, is voor veel van de aangetroffen nagels toch een oudere datering aan te nemen. Dit geldt in ieder geval voor de honderden nagels van huisplaats 9, die met een afgebrand, 13e-eeuws gebouw lijken samen te hangen (zie fig. 17.20).³⁰ Het meeste ijzer heeft een slechte tot zeer slechte conditie, zoals in de volgende paragraaf in meer detail wordt besproken.

Lood of lood-tin horen niet bij te verwachten metalen, maar toch zijn er respectievelijk 5 en 4 objecten van deze metaalsoorten aangetroffen. Ze zijn afkomstig van huisplaatsen 9, 22 en 50. Dit zijn alle locaties van het type klei-op-veen, hoewel huisplaats 22 pas is overslibd na de periode van bewoning (zie tabel 26.1). Lood of lood-tin is niet aangetroffen op de enige veenlocatie (huisplaats



Fig. 26.9. Representatieve voorbeelden van de conditie van objecten van koperlegeringen uit de polder Matsloot-Roderwolde. Het bovenste object is een deel van een schoengesp (GIA116-245, huisplaats 9, aanleg vlak 1; verg. fig. 17.5), het onderste een sierbeslag (GIA116-511, huisplaats 9, aanleg vlak 1). Schaal 2:1 (foto's auteur).



Fig. 26.10. Representatieve voorbeelden van de conditie van objecten van lood en lood-tin uit de polder Matsloot-Roderwolde. Het bovenste object is een fragment van een schoengesp van huisplaats 9. Schaal 2:1 (GIA116-744/1, aanleg vlak 1), het onderste mogelijk een gewicht van huisplaats 22 (GIA116-175, aanleg vlak 1). Schaal 2:1 (foto's auteur).

8) van de vier in deze bijdrage besproken huisplaatsen. Mogelijk is dit gerelateerd aan een relatief meer zure context, of aan een hogere redoxpotentiaal als gevolg van blootstelling aan zuurstof.

De aangetroffen objecten van lood en lood-tin behoren tot de Nieuwe tijd; alleen een spinklos van lood, aangetroffen op huisplaats 50 (GIA116-10/1, fig. 17.10), is vermoedelijk laatmiddeleeuws. Geen van de objecten komt uit een gesloten context en hun conditie loopt sterk uiteen. **Figuur 26.10** toont een onbepaald object (mogelijk een gewicht) van huisplaats 22 met een instabiel, wit-poederig oppervlak van loodcarbonaten. De aanvankelijk gevormde loodcarbonaten zijn in een zure context gedeeltelijk opgelost, waardoor het oorspronkelijke oppervlak niet meer aanwezig is. **Figuur 26.10** toont ook een

gespfragment waarvan het oppervlak wordt gekenmerkt door langzaam gevormde, compacte loodcarbonaten. Deze zijn ontstaan in een vochtige, meer kalkrijke (minder zure) context en kunnen lood beschermen tegen verder verval.³¹

Metaalslakken zijn te verwachten onder alle bodemcondities. Hoewel niet in grote aantallen, is onder andere smeedslak inderdaad aangetroffen.³²

Siliciumhoudende materialen: aardewerk, steen en glas

Bij de determinatie van het *handgevormde aardewerk* is een onderscheid gemaakt tussen verweerd en niet- of nauwelijks verweerd materiaal.³³ Dit onderscheid blijkt grotendeels samen te vallen met de herkomst. In geringe mate verweerd of onverweerd aardewerk lijkt kenmerkend

te zijn voor het materiaal uit later opgebrachte terpaarde, hoewel het ook in gesloten, laatmiddeleeuwse contexten voorkomt. Verweerd aardewerk daarentegen behoort over het algemeen tot de periode van middeleeuwse bewoning en wordt vooral aangetroffen in gesloten contexten. Het merendeel van het aangetroffen aardewerk uit de late middeleeuwen bestaat uit baksels die werden vervaardigd bij een temperatuur lager dan 900 °C.³⁴ Deze categorie is het meest gevoelig voor aantasting. Een randscherf van huisplaats 22 is representatief voor de verweerde conditie van een aanzienlijk deel van het op lagere temperaturen gebakken aardewerk dat met bewoning op de huisplaatsen samenhangt (fig. 26.11). Ook importaardewerk uit een gesloten context, dat met een hogere baktemperatuur is geproduceerd, laat een enkele keer chemische aantasting zien die verband houdt met een zure bodem.³⁵

Middeleeuws glas is noch op de huisplaatsen noch tijdens de kartering aangetroffen. Wel is post-middeleeuws glas gevonden, dat echter geen aantasting vertoont.

Organische materialen

De bijdrage over *dierlijk bot* maakt duidelijk dat het determineerbare materiaal voornamelijk dateert van ná de late middeleeuwen.³⁶ Ook dit relatief jonge materiaal verkeert in een matige tot slechte staat, een indicatie voor ongunstige – in dit geval zure – omstandigheden. Er is in verhouding tot andere vondstgroepen vrij weinig onverbrand botmateriaal aangetroffen; het bestaat grotendeels uit fragmenten van tandkapsel. Het verbrande bot vormt een grotere vondstgroep, maar bestaat voornamelijk uit kleinere en veelal niet determineerbare fragmenten.

Het behoud van andere organische materialen, zoals *hout* (n = 267), *leer* (n = 10) en een bundel *touwachtige draden*, hangt samen met een waterverzadigde context (een waterput of de vulling van een sloot).³⁷ Het feit dat deels uit wol vervaardigde draden (GIA116-333 en 586, figs. 20.9-11) zijn aangetroffen in een ondiepe sloot naast huisplaats 9 wijst specifiek op zure en bovendien permanent waterverzadigde bodemomstandigheden op die plaats (fig. 26.12). Ook het leer komt in alle gevallen uit een slootvulling (zie tabel 20.1). Het hout is in meerdere typen contexten aangetroffen, variërend van waterputten en sloten tot de blijkbaar waterverzadigde paalkuilen van het al genoemde, afgebrande gebouw (zie fig. 22.26).

Samenvattend bevestigen de aangetroffen materiaalsoorten en de waargenomen conserveringsconditie een (sterk) zuur karakter van de bodem. Dit sluit aan bij de meetresultaten van pH en Redox, besproken in hoofdstuk 27. Tegen de verwachting in zijn op enkele huisplaatsen ook objecten van lood en lood-tin aangetroffen; vermoedelijk hangt dit samen met de aanwezigheid van (opgebrachte) klei op deze locaties.

26.4 Het ijzer uit de polder Matsloot-Roderwolde

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op enkele vragen die voortkomen uit de waargenomen conserveringsconditie van de ijzeren voorwerpen in relatie tot de bodemgesteldheid. Alleen ijzeren objecten zijn in substantiële aantallen en over het gehele onderzoeksgebied aangetroffen (zie tabel 17.1). Hierdoor biedt uitsluitend deze metaalsoort voldoende mogelijkheden om een vergelijking te kunnen maken tussen materiaal afkomstig uit een veen- dan wel een klei-op-veencontext. In de literatuur over conservering en bodemomstandigheden wordt aangenomen dat een kleirijke bodem doorgaans een gunstig effect heeft op het bewaard blijven van ijzeren voorwerpen, omdat zuurstof minder gemakkelijk bij het oppervlak van een object kan komen. Dit gunstige effect is echter mede afhankelijk van de vochthuishouding, de zuurgraad en de diepte waarop de vondsten zich bevonden.

De conditie van het ijzer nader bekeken

Het archeologisch onderzoek heeft 415 (fragmenten van) objecten van smeedijzer opgeleverd. Op 21 van de in totaal 62 onderzochte huisplaatsen is ijzer aangetroffen. In een veencontext is bij ongeveer 75% van de onderzochte locaties géén ijzer aangetroffen, terwijl dit percentage bij een klei-op-veencontext rond 60% ligt. Van de locaties waar wel ijzer is aangetroffen, liggen er 10 huisplaatsen op veen en 11 op klei-op-veen. Beide constatering leveren geen duidelijk onderscheid op vanuit de veronderstelling dat een kleiige bodem gunstiger is voor behoud. Dit kan betekenen dat de kleiige laag niet voldoende afsloot, of dat andere factoren als waterhuishouding, zuurgraad, beplanting of omwoeling van de bodem een relatief voordeel van klei ten opzichte van veen teniet hebben gedaan.

Van alle objecten zijn röntgenopnamen gemaakt, vooral



Fig. 26.11. Buiten- en binnenzijde van een scherf met sterk verweerd oppervlak, afkomstig van huisplaats 22 (GIA116-181). Deze scherf is representatief voor het aardewerk dat met bewoning op de laatmiddeleeuwse huisplaatsen samenhangt. Schaal 1:2 (foto's auteur).

Tabel 26.3. Indicatie van het gehalte metallisch ijzer van een steekproef van de later geconserveerde ijzeren objecten. De naar boven afgeronde waarden in de laatste kolom zijn weergegeven in rood (100% corrosie) of in groen (<100% corrosie). Het soortelijk gewicht van ijzer is 7,86 g/cm³. Voor de functie van de objecten wordt verwezen naar hoofdstuk 17. Bij meerdere objecten uit hetzelfde vondstnummer is ter onderscheid een letter toegevoegd.

vondstnr.	object	huisplaats	vondstcontext	gewicht in gram	volume in ml ethanol	soortelijk gewicht
001 a	nagel	40	bouwvoor	34,7	7	5,0
001 b	nagel	40	bouwvoor	5,0	2,5	2,0
002	nagel	50	bouwvoor	6,9	3	2,3
016	nagel	40	stort	5,3	2	2,7
062	indet	92	ophoging klei	26,5	11	2,4
064	nagel	92	ophoging klei	52,8	22	2,4
121	indet. (holle staaf)	9	brandlaag	68,8	14	4,9
125	drevel/wig?	50	bouwvoor	5,7	2,0	2,9
169	scharnierbeslag	31	sloot	54,0	12	4,5
203	nagel	9	aanleg vlak	4,8	1,5	3,2
205 a	nagel	9	aanleg vlak	1,5	1	1,5
205 b	nagel	9	aanleg vlak	5,3	1	5,3
205 c	nagel	9	aanleg vlak	7,9	4,5	1,8
205 d	nagel	9	aanleg vlak	10,9	2,5	4,4
205 e	nagel	9	aanleg vlak	7,0	3,5	2,0
205 f	nagel	9	aanleg vlak	8,8	3,0	2,9
212	metaalslak	7	ophoging klei	21,4	6	–
217	nagel	9	aanleg vlak	12,5	4	3,1
220	nagel	9	aanleg vlak	3,7	1,5	2,5
221	nagel	9	aanleg vlak	11,2	4	2,8
337	werkmes	9	aanleg vlak	37,4	8	4,7
368	nagel	9	aanleg vlak	4,8	2	2,4
381	nagel	9	aanleg vlak	4,3	2,5	1,7
384 a	nagel	9	aanleg vlak	7,2	2,5	2,9
384 b	klem	9	aanleg vlak	35,3	10	3,5
387	nagel	9	aanleg vlak	4,6	2	2,3
400	nagel	9	aanleg vlak	20,2	5	4,0
503	scharnierbeslag	9	aanleg vlak	72,8	20	3,6
507	furket	9	aanleg vlak	103,3	21	4,9
514	nagel	9	aanleg vlak	14,3	4	3,6
517	nagel	9	aanleg vlak	8,8	3	2,9
519	nagel	9	aanleg vlak	7,6	2,5	3,0
532	nagel	9	aanleg vlak	4,7	2	2,4
540	nagel	9	aanleg vlak	1,6	1,0	1,6
541	nagel	9	aanleg vlak	3,8	1,5	2,5
548 a	nagel	9	aanleg vlak	5,1	2	2,5
548 b	nagel	9	aanleg vlak	3,3	1	3,3
553	nagel	9	aanleg vlak	5,6	2,5	2,2
556	nagel	9	aanleg vlak	1,4	0,5	2,8
557	nagel	9	aanleg vlak	4,9	2	2,5
573	nagel	9	aanleg vlak	3,5	1,5	2,3
583	vlakbeitel?	9	bouwvoor	33,8	13	2,6
709	zeis/sikkel?	9	aanleg vlak	16,0	10	1,6
719	nagel	9	aanleg vlak	12,5	2,5	5,0
724	nagel	9	aanleg vlak	4,3	1,5	2,9
725	oog	9	aanleg vlak	2,5	1	2,5

Tabel 26.3. Vervolg.

vondstnr.	object	huisplaats	vondstcontext	gewicht in gram	volume in ml ethanol	soortelijk gewicht
733 a	nagel	9	aanleg vlak	6,9	4	1,7
733 b	vlakbeitel?	9	aanleg vlak	32,1	7	4,6
735	nagel	9	aanleg vlak	13,8	3,5	3,9
738	recent (spijker)	9	aanleg vlak	3,4	1,5	2,3
741	nagel	9	aanleg vlak	6,4	3	2,1
744	nagel	9	aanleg vlak	6,4	3	2,1
764	haarspid	9	aanleg vlak	416,9	72	5,8
771	nagel	9	aanleg vlak	2,6	1,5	1,7
783	nagel	9	aanleg vlak	1,5	1	1,5
794 a	nagel	9	aanleg vlak	2,5	1	2,5
794 b	nagel	9	aanleg vlak	3,2	1	3,2
799	huls	9	aanleg vlak	46,8	10	4,7
800	nagel	9	aanleg vlak	8,0	4	2,0
803	recent (spijker)	9	aanleg vlak	2,1	1	2,1
804	nagel	9	aanleg vlak	2,4	1	2,4
805	indet.	9	aanleg vlak	3,7	2	1,9
806	nagel	9	aanleg vlak	4,8	2,5	1,9
809	emmer/ketel	9	aanleg vlak	33,3	18,5	1,8
891	nagel	8	aanleg vlak	1,6	1	1,6
893	indet.	8	aanleg vlak	54,8	15	3,7
895	t-sluiting?	8	aanleg vlak	7,6	2,5	3,0
1059	nagel	9	greppel	5,1	1,5	3,4
1062	nagel	9	kuil	6,2	2,5	2,5

om te bepalen wat zich in de corrosie bevindt en daarnaast om hun conditie beter in kaart te brengen. Alleen objecten met voldoende diagnostische kenmerken en een conditie die de mogelijkheid biedt om verder te behandelen, zijn voor conservering geselecteerd. In totaal gaat het om materiaal uit 108 vondstnummers. Op de röntgenfoto's is bij weinig objecten een kern van metallisch ijzer waargenomen. Het maakt daarbij niet uit of de voorwerpen van een huisplaats op veen of op klei-op-veen komen.

Het gehalte metaal in archeologisch ijzer is volgens de methode van Stambolov te bepalen aan de hand van het soortelijk gewicht.³⁸ Bij een gewicht/volume-ratio van 2,9 of lager wordt aangenomen dat de gecorrodeerde objecten volledig gemineraliseerd zijn en bovendien een holle kern hebben. Bij het ijzer uit de polder Matsloot-Roderwolde is deze methode toegepast op een steekproef van 69 te conserveren objecten. Het gaat om de objecten die op basis van röntgenopnamen mogelijk tot zeker nog enig metallisch ijzer bevatten. De meting is gedaan na verwijdering van de niet tot het object behorende grond of aankoeksels, omdat de metingen zouden worden beïnvloed door objectvreemde volumes.

Tabel 26.3 geeft de meetresultaten van de steekproef weer. Lang niet alle objecten bleken een holle kern te hebben. Dit geldt voor 24 van de 69 gemeten objecten, waarvan bijna de helft niet ver boven de ondergrenswaarde van

2,9 zit. De resultaten bevestigen de algemene indruk dat het aangetroffen ijzer in een buitengewoon slechte conditie verkeert. De sporadisch aanwezige objecten die meer metallisch ijzer bevatten (soortelijk gewicht 4 of hoger), zijn gevonden bij de aanleg van een vlak of komen uit de bouwvoor. Naar verwachting zouden deze voorwerpen eerder uit diepere grondlagen of uit een waterverzadigde context moeten komen. Het enige voorwerp binnen de steekproef dat een vrij hoge meetwaarde heeft en uit een gesloten context komt (een brandlaag op huisplaats 9) is een holle staaf die functioneel niet te duiden is. Op basis van de geringe aantallen is geen uitspraak te doen over de relatief goede conservering van een klein aantal van de ijzeren vondsten. Mogelijk is depositie in een kleirijke bouwvoor of andere kleirijke laag van invloed geweest op de relatief goede conservering, maar dit geldt alleen als de bouwvoor niet regelmatig is omgewoeld. Een alternatieve gedachte is dat deze vondsten afkomstig zijn uit opgebrachte terpaarde.

Van het totale aantal objecten dat in relatief betere conditie verkeert, is het merendeel afkomstig van huisplaats 9 – waarmee de indruk van relatief gunstiger bodemomstandigheden automatisch naar klei-op-veen lijkt te verschuiven. De vondsten van huisplaatsen 31 en 40, ook gelegen op klei-op-veen, versterken dit beeld. Twee vondsten in relatief betere conditie komen echter van huisplaats 8, dat op veen ligt en aantoonbaar dat de aanwezig-



Fig. 26.12. Wolresten in situ tijdens de opgraving van huisplaats 9, zichtbaar boven de maatbalk (45 cm onder maaiveld, ca. 1,3 m -NAP). De resten bevinden zich in de vulling van een sloot uit de 16e of 17e eeuw. Lengte maatbalk 30 cm (foto RUG/GIA).

heid van klei niet de enige factor is die de conservering in gunstige zin heeft beïnvloed.

In het kader van een omvangrijk archeologisch onderzoek bij het Drentse Midlaren heeft de auteur het verband onderzocht tussen conserveringsconditie en hoogteligging voor de ijzeren voorwerpen die werden aangetroffen in een typische zandgrondcontext.³⁹ Een dergelijke benadering is hier niet mogelijk voor een veen-/kleicontext, omdat van de 415 ijzervondsten er slechts 29 uit een gesloten context komen (zie tabel 17.1). Voor een deel is dit het gevolg van de onderzoeksstrategie. In Midlaren was sprake van een vlakdekkende opgraving, terwijl het onderzoek in de polder Matsloot-Roderwolde bestond uit een combinatie van kartering en enkele verspreid liggende opgravingen. Daarnaast zijn de vondsten uit Midlaren op sterk wisselende dieptes aangetroffen, terwijl de meeste objecten uit de huisplaatsen zich op een diepte van 20-70 cm onder maaiveld bevonden.

Het meeste smeedijzer dat werd aangetroffen, is vrijwel geheel omgezet in corrosieproducten. Kenmerkend in algemene zin zijn de volumineuze afzettingen om het object heen, met insluiting van aarde en zand.⁴⁰ [Figuur 26.13](#) toont twee voor conservering geselecteerde vondsten met de bijbehorende röntgenopname. De lichte toon in de kern en de scherpe begrenzing tussen kern en corrosie op de röntgenopname suggereren dat er nog weinig corrosie in de kern heeft plaatsgevonden. [Figuur](#)

[26.14](#) laat het beeld zien dat voor het grootste deel van de ijzeren objecten opgaat: het getoonde object is zijn metallische ijzer grotendeels kwijt, hoewel de contour van het object op basis van de midden-grijze toon in de röntgenfoto wel kan worden gereconstrueerd. Objecten in een dergelijke slechte conditie worden niet mechanisch gereinigd. Het materiaal zou verkrumelen, en wanneer een dergelijk object wel met veel moeite is gereinigd dan voegt dit weinig of niets toe aan de informatie die uit de röntgenfoto kan worden afgeleid.

Mechanisch reinigen van de twee nagels uit [figuur 26.13](#) bracht aan het licht dat de veronderstelling van relatief veel metallisch ijzer in dit geval niet opgaat. In werkelijkheid bleek het grootste deel van het oorspronkelijke volume uit zeer dicht, gemineraliseerd materiaal te bestaan. Het breken van een van beide nagels tijdens het reinigen gaf zicht op een doorsnede waarin inderdaad geen metallisch ijzer kon worden waargenomen. Bovendien reageerden de nagels sterk magnetisch, waarmee het gemineraliseerde materiaal hoogstwaarschijnlijk grotendeels als magnetiet kan worden geduid.

De soortelijk-gewicht-bepaling van beide nagels geeft de indicatie van een laag metallisch ijzergehalte ([tabel 26.3](#)). Op basis van de meting zou het corrosiegehalte rond 100% zijn. Magnetiet heeft een soortelijk gewicht van ongeveer 5,2 g/cm³. Dit is beduidend lager dan dat van ijzer (7,86 g/cm³), maar niet zo laag als de gemeten

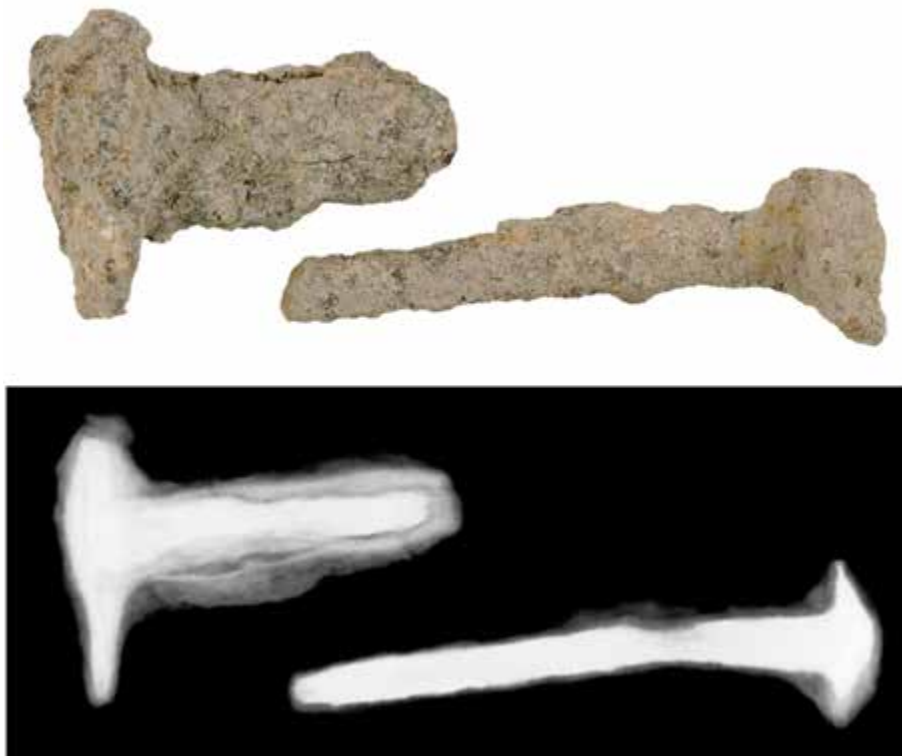


Fig. 26.13. Twee ijzeren nagels (GIA116-794), gevonden tijdens de aanleg van vlak 1 op huisplaats 9. Boven zoals aangetroffen, onder een röntgenopname van de nagels in dezelfde toestand. De oorspronkelijke vorm van een nagel is herkenbaar in de lichte zones. Schaal 2:1 (foto's auteur).



Fig. 26.14. IJzeren nagel (GIA116-545), gevonden tijdens de aanleg van vlak 1 op huisplaats 9. Boven zoals aangetroffen, onder de röntgenopname: het lichtgrijze deel bevat mogelijk nog enig metallisch ijzer. Schaal 1:1 (foto's auteur).

waarden van 3,2 en 2,5. Ook andere ijzercorrosieproducten als goethiet ($4,3 \text{ g/cm}^3$) of hematiet ($5,2\text{-}5,3 \text{ g/cm}^3$) komen niet in de buurt van de grenswaarde. Een mogelijkheid is dat het verschil tussen ca. 3 en 5,2 verklaard kan worden door een meetonnauwkeurigheid bij lage volumes, die relatief gezien groter is dan bij hogere gewicht/volume eenheden. Een meer voor de hand liggende verklaring is echter dat het verschil wordt veroorzaakt door 'luchtige', volumineuze corrosie aan de buitenzijde van de objecten.

Het kwalificatiemodel voor de conditie van ijzer, eerder opgesteld voor de ijzervondsten uit Midlaren, kan ook in dit verband worden gebruikt (fig. 26.15).⁴¹ De hierboven genoemde uitzonderingen met een vrij hoog soortelijk gewicht daargelaten, is al het in de polder Matsloot-Roderwolde opgegraven ijzer in te delen in de categorie FE3 of FE4. De meeste objecten bevinden zich op de grens hiervan: mogelijk nog wel (een deel van) een kern, maar (vrijwel) geen metallisch ijzer meer – zoals geldt voor het object in figuur 26.14.

Voorafgaand aan het onderzoek werd aangenomen

dat ijzervondsten uit de polder Matsloot-Roderwolde een betere staat van conservering zouden laten zien dan de werkelijk aangetroffen gemiddelde conditie. De deels kleiige bodem lijkt gunstig en de relatief lage ligging zou hebben kunnen bijdragen aan een gemiddeld relatief hoge grondwaterstand, en daarmee aan een lagere redoxpotentiaal. De aangetroffen conditie van het merendeel van het ijzer wijst er echter op dat de bodemomstandigheden in het gebied in ieder geval gedurende langere perioden ook belucht moeten zijn geweest.⁴² Interessant in dit verband is een vergelijking met de metaalvondsten uit Midlaren, waar – ondanks de herkomst uit zandgrond – juist een onverwacht hoog aantal redelijk tot goed geconserveerde ijzervondsten werd aangetroffen.⁴³ De natte, waarschijnlijk zelfs permanent waterverzadigde bodemomstandigheden gedurende langere tijd moeten in Midlaren een belangrijke rol hebben gespeeld bij het behoud van zoveel ijzer.

IJzerfosfaten: vivianiet of niet?

Op zeven ijzeren voorwerpen, alle afkomstig van huisplaats 9, zijn afzettingen van een blauwgrijze substantie waargenomen, zoals het voorbeeld in figuur 26.16 laat zien.⁴⁴ De blauwgrijze laag zit niet direct op het oorspronkelijke oppervlak van de objecten, maar waarschijnlijk op een corrosielaag. De ervaring met honderden ijzervondsten uit diverse opgravingsprojecten van het GIA leert dat ijzeren objecten met een dergelijke blauwgrijze afzetting doorgaans (veel) meer metallisch ijzer bevatten dan ijzeren objecten die deze afzetting niet hebben wanneer ze op dezelfde locatie zijn gevonden. Veelal is de samenstelling van een dergelijke blauwgrijze afzetting een ijzerfosfaat, vivianiet genaamd. In de context van natte (zuurstofarme), organische bodemlagen kunnen objecten zelfs geheel met deze afzetting bedekt zijn en vormt het een beschermende laag.⁴⁵ De genoemde nagels laten echter geen enkel

Smeedijzer (doorsnede)	Kwalificatie
	1. Uitstekende conservatie (FE 1) Metaal (lichtgrijs) >90% bewaard gebleven; bedekt met een aangeslagen oppervlak of een dun patina van ijzeroxiden (middengrijs); de originele vorm is vrijwel intact.
	2. Goede conservatie (FE 2) Metaal (lichtgrijs) 50-90% bewaard gebleven; buitenste schil metaal omgezet in corrosieproducten van hogere dichtheid (donkergrijs) met behoud van originele vorm; het geheel is bedekt onder één of meer dunne lagen van corrosieproducten en/of aanroestingsproducten van verschillende dichtheid (middengrijs).
	3. Redelijke conservatie (FE 3) Metaal (lichtgrijs) <50% bewaard gebleven; buitenste schil metaal omgezet in corrosieproducten met hogere dichtheid (donkergrijs); het originele oppervlak is (sterk) verstoord en bedekt onder één of meer onregelmatig gevormde lagen van corrosieproducten en/of aanroestingsproducten van zeer variërende dichtheid (middengrijs).
	4. Slechte conservatie (FE 4) Metaal (nauwelijks tot) niet bewaard gebleven en omgezet in dikke lagen corrosieproducten met hogere dichtheid (donkergrijs); de kern is hol (wit); het originele oppervlak is (sterk) verstoord en resten daarvan zijn vaak uitsluitend te onderscheiden door verschil in dichtheid van corrosieproducten; het geheel is bedekt onder één of meer zeer onregelmatig gevormde lagen van corrosieproducten en/of aanroestingsproducten van sterk variërende dichtheid (middengrijs).

Fig. 26.15. Kwalificatiemodel voor het beschrijven van de conserveringstoestand van voorwerpen van ijzer uit zuurstofrijke bodems (naar Van Oortmerssen 2008, 500).

verschil in conservering zien in vergelijking met objecten uit dezelfde context zónder de blauwgrijze laag. De beschadiging van het uiteinde van de nagel in [figuur 26.16](#) toont dezelfde degradatiestaat als de nagel in [figuur 26.14](#).

Een andere nagel van huisplaats 9 wordt gekenmerkt door zowel blauwgrijze als witte afzettingen ([fig. 26.17](#)). XRF-metingen aan dit object toonden aan dat er ijzer(II) fosfaat in de corrosielaag aanwezig is, maar dit hoeft niet noodzakelijk vivianiet te zijn.⁴⁶ De stabiele vorm van ijzerfosfaat onder aerobe omstandigheden is bruinwit van kleur, waarbij de waarneembare roest (bruine kleur) op beluchte omstandigheden wijst. IJzerfosfaat is onder aerobe omstandigheden niet mobiel. De afzetting moet aldus onder anaerobe (natte) omstandigheden zijn ontstaan. Eén mogelijkheid is dat de opgeloste fosfaten aanvankelijk als vivianiet zijn neergeslagen en nadien zijn geoxideerd. Een andere mogelijkheid is dat de bodemomstandigheden periodiek vochtig zijn geweest, waarbij opgeloste fosfaten op het object zijn neergeslagen in een omgeving waar zuurstofarme en zuurstofrijke omstandigheden elkaar afwisselden.⁴⁷ De bron voor fosfor is niet vast te stellen; dit zou mest kunnen zijn van koeien en andere dieren die op de huisplaatsen werden gestald, maar ook kwelwater.⁴⁸

Chloriden uit zeewater?

De reconstructie van de vegetatiegeschiedenis laat zien dat chloriden, afkomstig uit zout water, geen significante rol spelen in bodemlagen in en onder de huisplaatsen.⁴⁹

Toch ontwikkelden meerdere (maar niet alle) objecten na opgraving overlangse splijting tijdens opslag onder passieve conservatie.⁵⁰ Deze vorm van splijting treedt gewoonlijk op binnen enkele dagen tot weken na het moment van opgraven als ijzer wél chloriden bevat en juist niet onder passieve conservering wordt opgeslagen.⁵¹ In alle gespleten objecten is een identieke gelaagdheid waarneembaar: een kern met een vezelige structuur, bedekt met fel oranje- of geelgekleurd poeder ([fig. 26.18](#)). In zeldzame gevallen zijn lokaal nog zones met metallisch ijzer zichtbaar. Om de kern heen bevindt zich dan een extreem harde mantel van corrosieproducten met hoge dichtheid, die het object bijeenhoudt. De laag is sterk magnetisch, mogelijk duidend op de aanwezigheid van magnetiet. De externe begrenzing van de mantel komt niet exact maar wel in grote lijnen overeen



Fig. 26.16. Blauwgrijze afzetting op een ijzeren nagel van huisplaats 9 (GIA116-532, aanleg vlak 1). De beschadigde punt rechts toont een zelfde lagenopbouw als bij het object in [figuur 26.14](#) en het object in [figuur 26.18](#). Schaal 2:1 (foto auteur).



Fig. 26.17. Blauwgrijze afzetting op een ijzeren nagel van huisplaats 9 (GIA116-1060, greppel). Schaal 4:1 (foto auteur).

met het oorspronkelijke oppervlak van het object. Om de mantel heen bevindt zich een dichte laag van zandige klei die dicht op de harde mantel een vermenging van klei en corrosie laat zien.

Bij bestudering onder de microscoop waren nergens op de spleetvlakken dieporanje gekleurde druppels van akageniet (ijzerchloride: $\text{FeO}(\text{OH})\text{Cl}$ of $\beta\text{-FeOOH}$) zichtbaar, in geval van aanwezigheid een aanwijzing voor *actieve* chloriden-gerelateerde corrosie. Bij voldoende beschikbaar vocht en zuurstof zal de aanwezigheid van chloriden resulteren in een cyclisch proces van corrosievorming. Objecten zullen relatief zeer snel vervallen tot een onbepaalde staat.

Het oranje- tot geelgekleurde, poederige materiaal is evenwel te duiden als ingedroogde akageniet.⁵² De XRF-meting aan een laag met dezelfde kenmerken op een nagel van huisplaats 9 (GIA116-778) bevestigde deze aanname.⁵³ Zoals gezegd, bevatten de meeste ijzeren objecten uit de polder Matsloot-Roderwolde weinig tot geen metallisch

ijzer. In een dergelijke situatie zijn niet genoeg ijzer(II) ionen aanwezig om nog meer akageniet te vormen in aanwezigheid van vocht en zuurstof.⁵⁴ Aanwezigheid van akageniet is dan op zichzelf niet (meer) bedreigend voor ijzer, maar vormt vooral een indicatie voor de aanwezigheid van chloriden.⁵⁵

De aanwezigheid van chloriden lijkt in tegenspraak met de uitkomsten van het botanisch onderzoek. Ook de reden voor de genoemde splijting onder passieve conservatie is een nog onopgeloste kwestie. Beide vraagstukken komen mogelijk samen als een detail in de lagenopbouw van de corrosie nader wordt bekeken.

Figuur 26.18 laat zien dat er tussen de oranje- tot geelgekleurde laag en de dichte mantel ruimte aanwezig is. Dit verschijnsel is geconstateerd bij meerdere objecten die zijn gespleten onder passieve conservatie. De aanwezigheid van ruimte tussen het akagenietpoeder en de mantel kan zijn veroorzaakt door periodieke krimp en rek van de



Fig. 26.18. IJzeren nagel, gevonden op huisplaats 9 (GIA116-217, aanleg vlak 2), na opslag onder passieve conservatie: overzicht (boven, schaal 1:1) en detail (onder, niet op schaal) (foto's auteur).

bodem (klei) om het object heen tijdens het verblijf in de bodem.⁵⁶ Daarna kan een scheurtje in, of porositeit van de corrosielaag ertoe hebben geleid dat water met opgeloste chloriden in de tussenlaag is gedrongen, resulterend in de huidige lagenopbouw. De locatie en mate van gevormde akageniet is dan te vergelijken met zoutophoping in aardewerk of poreuze steen in een woestijnbodem, waarbij de concentratie in het object een sterk vertekend beeld geeft van het milieu waarin de corrosie is gevormd. Een dergelijk scenario valt beter te rijmen met een situatie waarin chloriden geen rol van betekenis spelen, terwijl er zeker overslibbing met zeeklei moet hebben plaatsgevonden. Voor de conservering van het ijzer blijft een (lokaal) verhoogd chloridengehalte evenwel een punt van zorg. Bij de geringste aanwezigheid van metallisch ijzer zal het corrosieproces alsnog doorgaan, behalve bij een passieve conservatie van <12% Relatieve Vochtigheid (RV).⁵⁷

De opslag onder passieve conservatie van het ijzer uit de polder Matsloot-Roderwolde na opgraving heeft bij sommige objecten toch geleid tot splijting. Cronyn beschrijft dat een extreem lage RV, ondanks de noodzaak ervan voor het behoud van ijzer, ook een zeker risico inhoudt. Mogelijk is de oorzaak van splijting het gevolg van krimp van corrosielagen door uitdroging, of ontstaat het als gevolg van wisselende temperaturen – en dus krimp en rek – bij opslag. Een andere mogelijkheid is kristallisatie van oplosbare zouten (zoals chloriden), die leidt tot opbouw van druk en splijting.⁵⁸ Zoals geconstateerd, bevindt zich vaak ruimte tussen kern en mantel bij de gespleten objecten; bij verlies aan intern verband is splijting als gevolg van druk door kristalvorming een voor de hand liggend gevolg.

Een ijzeren nagel van huisplaats 8 (GIA116-881) had na opgraving al een gedeeltelijk afgebroken oppervlak en gaf door de specifieke breuk de mogelijkheid verschillende lagen met XRF te meten. In [figuur 26.19](#) geeft gebied 1 de metallische kern weer, waarin – naast een hoog gehalte ijzer – sporen van fosfor, zwavel en chloor werden gevonden. Gebied 2 is als laag vergelijkbaar met de oranje/gele, poederige laag op de nagel in [figuur 26.18](#), terwijl gebied 3 correspondeert met de buitenste corrosielaag van dezelfde nagel. Gebied 2 gaf, tegen de verwachting in, geen specifiek hogere waarde voor chloriden, zoals het geval was bij de meting van de nagel van huisplaats 9 (GIA116-778). De gemeten waarden corresponderen met waarden van een 'standaardcorrosie', net als de waarden in gebied 3. Een verklaring hiervoor is niet gevonden. Mogelijk is er wel een relatie met de herkomst van beide nagels. De nagel van huisplaats 8 is aangetroffen in een veencontext, terwijl de nagel van huisplaats 9 afkomstig is uit een klei-op-veencontext. De klei kan een bron van chloriden zijn geweest.

Verschillende corrosiepatronen bij verschillende huisplaatsen?

Tijdens bestudering van de metaalvondsten, zoals die in hoofdstuk 17 zijn gepresenteerd, ontstond in toenemende mate de indruk dat de vorm en mate van corrosie en aankoeksel van de nog niet gereinigde ijzeren artefacten per huisplaats verschilt ([fig. 26.20](#)). Zo'n verschil zou zijn oorsprong kunnen hebben in ongelijke bodemomstandigheden, of mogelijk verklaard kunnen worden door een specifieke archeologische context. Het viel op dat er



Fig. 26.19. IJzeren nagel, gevonden op huisplaats 8 (GIA116-881, aanleg vlak 1), met verschillende 'corrosiezones' die met witte cijfers zijn aangegeven: overzicht (boven, schaal 2:1) en detail (onder, niet op schaal). De verschillende corrosiezones worden in de tekst besproken (foto's auteur).

Tabel 26.4. Verschillende uiterlijkheden van corrosie-/aankoeksel patronen op ijzeren nagels afkomstig van diverse huisplaatsen. Vergelijk met fig. 26.20 voor een visuele indruk van de waargenomen verschillen.

huisplaats	omschrijving	context (n)	bouwvoor (n)	totaal (n)	bestudeerd (n)
8	hazelnootkleurige buitenlaag, geen volumineuze corrosie. De oorspronkelijke vorm is ook zonder röntgenopname vrij duidelijk leesbaar.	1	27 waarvan 3 post-middeleeuws	28	20
22	gemiddeld corrosiepatroon, hazelnootkleurige buitenlaag, onregelmatig, soms volumineus, soms weinig volumineus, waarbij de oorspronkelijke vorm niet goed leesbaar is. Nauwelijks insluiting van grovere componenten als verbrande leem, hout.	1	4 waarvan 2 post-middeleeuws	5	5
50	onregelmatige, zeer volumineuze corrosie, vaak grijskleiige buitenlaag met puisten, dikwils met zwart gekleurde gebieden. Nauwelijks insluiting van grovere componenten als verbrande leem, hout.	5	6 waarvan 5 post-middeleeuws	11	10
9	volumineuze corrosie, vaak een grijskleiige buitenlaag met puisten, met insluiting van verbrande keileem en/of hout. De combinatie van aankoeksel en corrosie weerspiegelt nauwelijks of niet de oorspronkelijke vorm.	13	189 waarvan 10 post-middeleeuws	202	34

enerzijds vondsten waren die hun oorspronkelijke vorm vrijwel hadden behouden, met een gering volume aan corrosie. Anderzijds waren er vondsten met een zeer volumineuze, onregelmatige corrosievorming, wat herkenning van de oorspronkelijke vorm vrijwel onmogelijk maakte. In tabel 26.4 is de typering van een aantal van de geconstateerde verschillen weergegeven. Deze leken samen te vallen met een herkomst uit de in deze bijdrage behandelde huisplaatsen 8, 9, 22 en 50. Om de relevantie van deze indruk te staven, is het totale aantal vondsten of een steekproef van de vondsten per huisplaats nader bestudeerd. De aantallen per huisplaats bekeken vondsten zijn hierbij uitgesplitst naar objecten uit een gesloten context en objecten uit de bouwvoor.

Per huisplaats loopt het aantal vondsten sterk uiteen, wat een goede vergelijking bemoeilijkt. Van huisplaatsen 8 en 9 komen de grootste vondstgroepen. Binnen deze groepen lijkt op het eerste gezicht inderdaad een verhoogde aanwezigheid zichtbaar van ijzeren objecten met in tabel 26.4 genoemde karakteristieken.

Van de 20 onderzochte vondstnummers uit huisplaats 8 hebben er 14 een corrosie die als kenmerkend wordt gezien voor de locatie: nauwelijks corrosievolumen in de huidige conditie, waarbij de oorspronkelijke vorm redelijk tot goed leesbaar is zonder röntgenopname. De overige zes vondstnummers van huisplaats 8 passen echter meer bij de kwalificaties die kenmerkend worden geacht voor huisplaats 22; sommige objecten hebben zelfs insluitsels die kenmerkend worden geacht voor huisplaats 9.

Maar liefst 19 van de 20 onderzochte vondstnummers van huisplaats 8 komen uit de bouwvoor. Juist het enige object uit een gesloten context (GIA116-953, ophogingslaag venige klei) vertoont meer de kenmerken zoals beschreven voor huisplaats 22. Op basis hiervan kan niet eenduidig worden vastgesteld dat de objecten van huisplaats 8 worden gekenmerkt door een gering

corrosievolumen. De 14 vondstnummers met objecten uit de bouwvoor roepen de vraag op of het corrosieproces van deze objecten wellicht al geheel voltooid was vóórdat ze in de bouwvoor terecht kwamen. Het geringe volume geeft de indruk dat het corrosieproces heeft plaatsgevonden onder gunstige, waterverzadigde en/of zuurstofarme omstandigheden, waardoor de oorspronkelijke vorm werd behouden. Als nog metallisch ijzer aanwezig zou zijn geweest, dan had een 're-depositie' in de bouwvoor een tweede corrosiecyclus op gang gebracht met meer volumineuze afzettingen op de buitenkant. Eén van de nagels (GIA116-888, aanleg vlak 1) van huisplaats 8 is ingezaagd om de doorsnede te kunnen vergelijken met de lagenopbouw van ijzeren nagels van de andere huisplaatsen. De lagenopbouw van deze nagel is identiek aan die van een andere nagel van huisplaats 8 (fig. 26.19; GIA116-V881, aanleg vlak 1).

Bij huisplaats 9 valt een aanwezigheid op van volumineuze corrosie met insluiting van onder andere stukjes verbrande klei – een kenmerk dat direct lijkt samen te hangen met de aanwezigheid van een 'brandlaag' van verbrande klei rond de afgebrande boerderij op deze locatie.⁵⁹ Om dit beeld te verifiëren, zijn aan de aanvankelijk zeven op het oog geselecteerde objecten met een dergelijke corrosielaag nog eens 27 andere, willekeurig geselecteerde vondsten toegevoegd. De vondsten zijn deels afkomstig uit een gesloten context, en deels uit de bouwvoor. Bij dit grotere aantal objecten blijkt het beeld minder specifiek te worden. Ook op de objecten van huisplaats 9 komen corrosievormen voor die als kenmerkend worden beschouwd voor de andere onderzochte huisplaatsen. Van de 25 geselecteerde objecten uit de bouwvoor zouden er acht als groepskenmerkend kunnen worden aangemerkt, terwijl 12 andere meer bij de kenmerken van huisplaats 22 passen en nog vijf andere bij de kenmerken van huisplaats 8 aansluiten. Van de negen vondstnummers uit een geslo-



Fig. 26.20. Verschillende uiterlijke kenmerken van corrosie-/aankoeksel patronen. Afgebeeld zijn een nagel van huisplaats 8 (GIA116-884, aanleg vlak 1), schaal 2:1; van huisplaats 22 (GIA116-440, aanleg vlak 1), schaal 2:1; van huisplaats 50 (GIA116-19, ophogingslaag klei), schaal 1:1 en van huisplaats 9 (GIA116-530, aanleg vlak 1), schaal 2:1 (foto's auteur).

ten context hebben er twee een aankoeksel/corrosie-beeld dat als kenmerkend wordt gezien voor huisplaats 9; ook hier sluiten de overige objecten beter aan bij het beeld van de andere drie huisplaatsen. Al met al blijft de indruk van huisplaatsgebonden kenmerken voor huisplaats 9 overeind, maar deze kunnen door de eveneens aanwezige variatie niet als onderscheidend worden bestempeld.

Van huisplaatsen 22 en 50 komt een te gering aantal vondsten om een verantwoorde vergelijking mogelijk te maken. Daarbij komt dat de weinige objecten per huisplaats een zelfde variatie laten zien zoals beschreven voor huisplaatsen 8 en 9.

De vraag is of de voor een huisplaats op het eerste gezicht kenmerkende objecten wellicht uit één specifieke context afkomstig zijn. Beantwoording van deze vraag is alleen mogelijk voor huisplaatsen 8 en 9, waar de vondstaantallen het grootst zijn. Huisplaats 8 valt hierbij af, omdat alle kenmerkende vondsten uit de bouwvoor komen. Huisplaats 9 biedt meer mogelijkheden, doordat een deel van de vondsten uit verschillende contexten komt. De objecten komen uit een greppelcomplex (GIA116-1054 t/m 1062; n = 7), uit een brandlaag (GIA116-121) en uit een kuil (GIA116-578). Van deze negen objecten hebben

er slechts twee, mogelijk drie, de specifieke kenmerken, inclusief de insluiting van verbrande klei. De andere objecten zijn voor wat betreft de corrosiepatronen vergelijkbaar met die van huisplaatsen 8 en 22.

Hoewel op de vier nader bekeken huisplaatsen in alle gevallen proefsleuven zijn aangelegd, hebben twee huisplaatsen (nrs. 22 en 50) opvallend weinig vondsten opgeleverd. Bij huisplaats 22 bestaat er mogelijk een verband met de versterking van de bodem. Bosma constateert dat bij deze huisplaats het gemiddelde scherfgewicht het kleinst is van alle onderzochte huisplaatsen. Zij ziet hierin een aanwijzing voor een grote mate van versterking door vertrapping en ploegen.⁶⁰ Ook het percentage verwerking van het aardewerk is op huisplaats 22 veel hoger dan op de andere besproken huisplaatsen (50% tegen 11-29%), wat verklaarbaar is doordat dit de oudste van de vier huisplaatsen is (fase 1: late 10e eeuw-vroege 12e eeuw).⁶¹ Verval van ijzeren objecten kon hier 100 tot 300 jaar langer doorgaan dan op de andere drie huisplaatsen, die (aanzienlijk) jonger zijn (fasen 2-4: 12e-14e eeuw, deels doorlopend tot in de 18e/19e eeuw). Het geringe aantal ijzervondsten van huisplaats 50 is niet goed te duiden. Er is weliswaar sprake van een relatief korte bewoningsduur



Fig. 26.21. Een vermoedelijk als haarspit (aambeeld) gebruikt object van huisplaats 9 (GIA116-764, aanleg vlak 1) na de testperiode van 2 jaar. Het object is dan nog niet afgedekt met zuurvrije microkristallijne was, om te voorkomen dat het bufferende effect van deze laag de test beïnvloedt. Schaal 2:3 (foto auteur).



Fig. 26.22. IJzeren object dat als steun voor een musket (een zogenaamd 'furket') is gedetermineerd en afkomstig is van huisplaats 9 (GIA116-507, aanleg vlak 1) na de testperiode van 2 jaar. Het gebied links van de zwarte lijn illustreert de uitstraling van het oppervlak na impregnatie met Paraloid B72, het gebied rechts van de lijn toont het oppervlak na de daaropvolgende behandeling met zuurvrije microkristallijne was. Schaal 1:1 (foto auteur).

(alleen fasen 3-4), maar het dikke pakket ophogingslagen zou vanuit het perspectief van bodemconserveringsomstandigheden gunstig moeten zijn. Van de besproken huisplaatsen is het hoogteverschil bij huisplaats 50 daarentegen het grootst (zie tabel 26.1), met in potentie grotere variatie in natte en droge bodemomstandigheden als gevolg van afwatering.

De vraag of de vier nader onderzochte huisplaatsen in het geval van ijzeren objecten significant verschillende corrosiepatronen laten zien, is niet te beantwoorden aan de hand van het beschikbare materiaal. Het gebrek aan duidelijke conclusies zou kunnen leiden tot het weglaten van de beschreven waarnemingen. Ze zijn hier toch opgenomen, omdat ze zichtbaar maken hoe er naar het onderzoeksmateriaal is gekeken. Bij toekomstig, vergelijkbaar onderzoek kunnen voorwaarden, mogelijkheden en beperkingen dan vooraf beter worden ingeschat.

Resultaten uit het verleden en behoud voor de toekomst

Op basis van de corrosiepatronen in het aangetroffen ijzer, de variatie in landschap en vegetatie en ten slotte de recente monitoringsgegevens kan worden aangenomen dat de bodemomstandigheden gedurende lange tijd niet uitsluitend nat, maar – gezien de aanwezige ijzerfosfaten – eerder afwisselend nat én droog moeten zijn geweest. De recent uitgevoerde bepalingen van het grondwaterpeil be-

vestigen dit beeld voor de afgelopen jaren (2009-heden). Voor het toekomstig behoud van de metalen objecten zijn beluchte of afwisselend beluchte en natte omstandigheden een slecht en zorgwekkend scenario wanneer deze situatie zich langere tijd voordoet. Vooral de (lokale) aanwezigheid van chloriden vormt in de context van afwisselend beluchte en natte omstandigheden een factor die sterk kan bijdragen aan versnelde corrosie van de objecten waarin nog metallisch ijzer aanwezig is.

26.5 De conservering van ijzer en hout: enkele voorbeelden

Nadat in eerdere paragrafen de opgravingsvondsten zijn gepresenteerd, wordt in deze paragraaf ingegaan op de conserveringsmethoden van twee voor de polder Matsloot-Roderwolde kenmerkende vondstgroepen: de objecten van ijzer, vooral bestaande uit nagels, en objecten van hout, waaronder een compleet bewaard gebleven karrewiel. De beschreven methoden worden toegepast in het Laboratorium voor Conservatie en Materiaalkennis van het GIA.

Passieve en actieve conservatie van ijzer

Binnen de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) worden steeds meer voorwaarden verbonden aan de overdracht van materialen uit opgravingen aan archeologische depots. De redenen hiervoor zijn divers van aard.



Fig. 26.23. Houten karrewiel tijdens de opgravingswerkzaamheden, aangetroffen in een sloot bij huisplaats 3 (GIA116-V869). Doorsnede 65-69 cm (foto RUG/GIA).

Een groeiend bewustzijn onder archeologen en collectiebeheerders dat van veel typen objecten al voldoende en goed geconserveerde voorbeelden zijn opgeslagen of worden tentoongesteld, heeft ertoe geleid dat nieuw aan te leveren objecten kritischer worden bekeken. Dit kan resulteren in de beslissing bepaalde objecten af te stoten. Ook de conditie van objecten zelf kan aanleiding zijn ze af te stoten, bijvoorbeeld wanneer de diagnostische kenmerken zo sterk zijn aangetast dat een typologische koppeling of een datering niet mogelijk is.

De objecten die wél worden overgedragen, moeten sinds 2013 voldoen aan strikte eisen van conservering. Ze moeten worden aangeleverd in stabiele of gestabiliseerde conditie, en onderhoudsarm zijn als het gaat om hun bewaarcondities.⁶² In het geval van archeologisch ijzer betekent dit naast actieve ook altijd passieve conservatie. Actieve conservatie bestaat uit schoonmaken, ontzilten, stabiliseren en het 'bufferen' van het oppervlak tegen eventueel optredende wisselende condities van relatieve vochtigheid (RV). Passieve conservatie voorziet in het stabiel maken en houden van de bewaaromgeving. Voor ijzer gaat het dan om een zeer lage RV van <12%. Alleen onder die RV-waarde is corrosie bij ijzer volledig te stoppen.

Ontzout, gestabiliseerd en gebufferd ijzer kan bij een RV van <35% stabiel worden bewaard.⁶³

Voor de opslag van archeologisch ijzer beschikt het Noordelijk Archeologisch Depot in Nuis over een klimaat-

kamer van ca. 6 x 5 x 3 m, waar de RV permanent op 24% wordt gehouden bij een temperatuur van 18 °C.⁶⁴ Het handhaven van een RV van 12 tot 15% is met het volume van een klimaatkamer niet mogelijk zonder aanzienlijke investeringen. Dit is een algemeen voorkomend probleem bij erfgoedinstellingen die archeologisch ijzer bewaren. Om die reden wordt nog steeds onderzoek verricht naar mogelijkheden om de actieve conservatie van ijzer zodanig aan te passen dat het materiaal onder minder extreme condities kan worden bewaard.⁶⁵

De problemen op het gebied van passieve conservatie van het in de polder Matsloot-Roderwolde aangetroffen ijzer direct na opgraving gaven al aan dat sommige objecten alleen onder bepaalde condities geen verdere schade zouden oplopen. Behandelde objecten zullen minder gevoelig zijn voor corrosie als chloriden zo veel mogelijk zijn verwijderd, maar ook dan is een RV van ca. 35% gewenst.

De behandeling van archeologisch ijzer bestaat doorgaans uit mechanisch reinigen, ontzilten in een verwarmd vloeistofmengsel van natriumhydroxide en natriumsulfiet, het aanbrengen van tannine op het oppervlak ter verkrijging van stabiel ijzer-tannaat, en het bufferen van het oppervlak met zuurvrije was. De toepassing van tannine staat evenwel ter discussie, omdat onderzoek heeft aangetoond dat de beschermende werking beperkt is. Daarnaast is er de esthetische toepassing van tannine om meer visuele eenheid aan te brengen bij ernstig aangetas-



Fig. 26.24. Segment van het wiel met twee spaken en twee verbindingspennen na reinigen met water en voor de conservatiebehandeling. Schaal 1:4 (foto auteur).



Fig. 26.25. Onderdelen uit [figuur 26.24](#) na de impregnatie met hars, maar voor de nabehandeling waarbij overtollige hars wordt verwijderd. Schaal 1:4 (foto auteur).

te objecten. Deze toepassing staat niet ter discussie.⁶⁶

Bij RV-condities van boven 35% is nog steeds 'gewone oxidatie' of roesten mogelijk. Parallel aan de experimenten uit lopende onderzoeken is binnen het LCM vanaf 2012 ook gekeken of een extra ingreep in de actieve conservatie het behandelde ijzer stabiel kan maken. In dat kader wordt al het ijzer na het aanbrengen van tannine geïm-

pregneerd met een oplossing van 15-20% Paraloid B72 in aceton.⁶⁷ Het glanzende oppervlak dat door deze behandeling ontstond, kon worden afgezwakt met behulp van de zuurvrije, microkristallijne was, die al in het behandelingstraject werd toegepast. De objecten hebben hierdoor geen onnatuurlijke glanzende uitstraling. Enkele van de op deze wijze behandelde objecten – maar dan nog zonder



Fig. 26.26. Twee velgdelen van het wiel: het bovenste velgdeel na impregnatie, maar voor verwijdering van overtollige hars, het onderste velgdeel na afronding van de behandeling. Schaal 1:4 (foto auteur).



Fig. 26.27. Het wiel tijdens de reconstructie. Een nieuwe pen verbindt twee velgdelen. De pen op de rechter foto is bijgekleurd. Niet op schaal (foto's auteur).



Fig. 26.28. Het wiel na behandeling en reconstructie: gereed om tentoon te worden gesteld zonder dat daarbij strikte voorwaarden moeten worden gesteld aan temperatuur en Relatieve Vochtigheid. Schaal 1:4 (foto auteur).

afdekkende laag microkristallijne was – zijn gedurende twee jaar blootgesteld aan wisselende RV-condities, zoals die voorkomen in de normale leefomgeving: temperaturen tussen 17 en 25 °C en RV-waarden die schommelen tussen 40 en 95%. Gemiddeld lagen de waarden echter rond 20 °C en schommelde de RV-waarden tussen 45 en 65%.⁶⁸ De geteste objecten laten geen enkel spoor van corrosie of deformatie zien (figs. 26.21-22). Binnen de KNA wordt impregneren met Paraloid B72 inmiddels ook aanbevolen, waarmee de implementatie van een nieuwe methode van actieve conservatie de voorwaarden voor passieve conservatie en opslag vereenvoudigt.

De conservering en reconstructie van een houten karrewiel

In Nederland blijft hout uitsluitend bewaard in permanent waterverzadigde en zuurstofloze omstandigheden. Hout dat in GIA-opgravingen wordt aangetroffen, is dikwijls in een redelijke tot goede conditie en op basis van diagnostische kenmerken de moeite waard om na het onderzoek te worden gedeponneerd of tentoongesteld. Het kan gaan om gebruiksvoorwerpen, zoals kommen of lepels, maar ook om delen van gereedschappen of bouwkundige elementen. De opgravingen in de polder Matsloot-Roderwolde hebben 267 stuks diagnostisch hout opgeleverd, die in detail besproken worden in hoofdstuk 22.

Rond 2005 is binnen het LCM onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van een conserveringstechniek voor waterverzadigd hout die weinig ingang heeft gevonden, maar waarvan de resultaten destijds al veelbelovend waren.⁶⁹ De techniek is oorspronkelijk onderzocht en gepubliceerd in de jaren '70 van de vorige eeuw.⁷⁰ Het principe berust op het ontwateren van het hout met behulp van aceton, waarna het wordt geïmpregneerd met een in aceton oplosbare, vullende en stabiliserende stof. Behandelde objecten zijn stevig, voelen 'natuurlijk' aan qua huid en gewicht, en behoeven geen nabehandeling. Onderzoek aan materiaal dat op deze wijze is behandeld blijft mogelijk, omdat de kenmerken van het materiaal en de houtsoort uitstekend zichtbaar blijven.⁷¹

Beperkend aan de techniek is de toepassing van aceton en de daarbij behorende risico's van organische oplosmiddelen. Echter, voor kleinere voorwerpen tot ongeveer 60 x 20 x 20 cm is ze uitermate geschikt, omdat de risico's klein zijn.⁷² Vanaf 2012 is bij het LCM een speciaal voor de toepassing gebouwde installatie in bedrijf om kleinere houten voorwerpen zelf met deze techniek te kunnen behandelen.

Een aansprekend voorbeeld van een object dat volgens de hierboven omschreven methode werd behandeld, is een compleet karrewiel afkomstig van huisplaats 3 (GIA116-V869, fig. 22.1 en fig. 26.23). Het wiel is gevonden in waterverzadigde omstandigheden, in de vulling van een sloot, op 1.25 tot 1.50 m -NAP (zie ook fig. 7.18 en blad 1). De hoogstgelegen delen van het wiel werden tijdens de aanleg van een nieuw opgravingsvlak licht aangeschaafd door de graafmachine.

Het wiel is groter dan de eerder genoemde maximale afmetingen, maar werd in stukken geborgen. Vervolgens zijn de fragmenten nat, koel en in het donker opgeslagen. De conditie van de onderdelen liep sterk uiteen en varieerde van goed (stevig, niet sponzig, niet gescheurd

of gelamineerd) bij enkele velgdelen, tot slecht (zacht, sponzig, vervormend bij inknippen, gescheurd of gelamineerd) bij de naaf. De naaf laat bovendien een groot aantal houtwormgaatjes zien.

Het hout is in het LCM nader onderzocht. De velgdelen, verbindingsspennen en spaken zijn gemaakt van eikenhout, een voor de hand liggende materiaalkeuze als het gaat om sterkte en duurzaamheid.⁷³ De naaf echter, is een uitgehold stuk stam van een els. Els is minder hard en duurzaam in vergelijking met eik, maar elastischer en daardoor beter in staat om schokken tijdens het rijden op te vangen. De vervaardigingswijze van het wiel vormt een overgang tussen een oudere techniek die bestaat uit het toepassen van een uitgeholde naaf in combinatie met een gesloten schijfwiel, en een nieuwere techniek in de vorm van spaken en velgdelen. Bijzonder detail is de gefacettede afschuining van de velgdelen aan de binnenzijde (zie fig. 22.23). Het wiel wordt gedateerd in de 13e-14e eeuw.

De fragmenten zijn eerst gereinigd (fig. 26.24). Vervolgens zijn ze behandeld volgens de aceton/hars-methode, geïmpregneerd met colofonium (fig. 26.25) en daarna gereconstrueerd met behulp van Paraloid B72 (figs. 26.27-28).⁷⁴ Een behandeling met polyethyleenglycol (PEG) zou hebben geresulteerd in een vettig oppervlak waar Paraloid B72 niet aan kan hechten.

De verbindingsspennen voor de velgdelen waren gebroken of zodanig verzwakt dat deze niet konden worden toegepast in de reconstructie zonder het beoogde interne verband op voorhand zwak te maken. Om die reden zijn vier nieuwe pennen op maat gesneden uit gedroogd essen-hout (fig. 26.27). Voorafgaand aan hun plaatsing in de reconstructie zijn ze geïmpregneerd met 10% Paraloid B72 in aceton om de hechting te verbeteren en om hygroscopische werking van het hout te voorkomen. Na toepassing zijn de nog zichtbare gebieden van de pennen bijgekleurd met acrylverf in een passende donkerbruine toon (fig. 26.27).⁷⁵

Indien nodig voor het herstel van het intern verband zijn scheuren in velgdelen of de naaf gevuld met Paraloid B72, en daarna gematteerd met een in bruine toon voorgekleurde, zuurvrije microkristallijne was.⁷⁶ Het eindresultaat is zo stabiel dat het voorwerp onder normale, wisselende binnenklimaatcondities (ca. 40-85% RV bij 10-25°C) kan worden opgeslagen en tentoongesteld (fig. 26.28). Passieve conservatie is niet nodig. Ook nabehandeling, zoals bij impregnatie met PEG, is overbodig.

26.6 Conclusie

Bestudering van de diverse vondstcategorieën uit de polder Matsloot-Roderwolde heeft inzichtelijk gemaakt dat er in algemene zin een verband bestaat tussen de regionale of lokale bodemomstandigheden en de conservering van archeologische objecten en materialen in die context. De hier besproken objecten verkeren in een matig tot slechte staat als gevolg van een zuur milieu en een afwisselend meer of minder natte bodem. De opgegraven huisplaatsen liggen op twee typen bodems: veen en klei-op-veen. Op voorhand was de verwachting dat ijzeren objecten uit een klei-op-veencontext gemiddeld beter bewaard zouden zijn gebleven dan die uit een veencontext, aangezien klei ervoor zorgt dat er minder zuurstof bij de objecten komt. Om de juistheid van deze aanname te toetsen, is voor vier huis-

plaatsen, waarvan er twee op veen en twee op klei-op-veen lagen, een selectie van ijzervondsten onderling vergeleken.

De verwachte verschillen in conservering werden niet aangetroffen. Niet alleen de verschillen tussen klei en veen, maar ook andere factoren, zoals grondwaterfluctuaties, lokale variaties in bodemopbouw, vegetatie, verstoring en landbouwactiviteiten, zullen hebben bijgedragen aan een mate van verval. Hierdoor is het relatieve voordeel van klei als bewaaromgeving, afgezet tegen de bewaartijd, teniet gedaan. Zelfs de geleidelijke vernatting van het gebied, nadat dit begin 2012 als waterberging en natuurgebied is ingericht, heeft niet geleid tot (permanent) waterverzadigde omstandigheden waarin het nog aanwezige materiaal in de verdere toekomst goed bewaard blijft.

Deze bevindingen, gecombineerd met de eveneens onverwachte bevindingen uit een eerdere studie naar ijzer uit zandgronden, geven aan dat verwachtingen over bodemomstandigheden in relatie tot staat van conservering van materialen niet op voorhand zijn uit te spreken zonder uitgebreid geofysisch en chemisch onderzoek, en dat de mate van conservering zelfs binnen een vindplaats sterk kan verschillen.

Noten

- 1 Zie www.sikb.nl/richtlijnen en protocollen archeologie; zie ook Cronyn 1990.
- 2 Zie hoofdstuk 1.2.
- 3 Voor afdekken en het belang van maaibeheer, zie hoofdstuk 1.4.
- 4 Voor een overzicht, zie de hoofdstukken 2 en 3.
- 5 Van Oortmerssen 2008.
- 6 Zie www.lcm.rug.nl.
- 7 Zie hoofdstuk 14.7.
- 8 Voor de landschappelijke ontwikkeling, zie hoofdstuk 2.
- 9 Streefkerk & Casparie 1989, 42-45; Beijerinck 1977, 94-101.
- 10 Zie hoofdstuk 2.3 (fase E).
- 11 Zie hoofdstuk 23.
- 12 Zie hoofdstuk 23.4.
- 13 Zie hoofdstuk 23.4.
- 14 Zomer 2009, 10.
- 15 Zie www.kwrwater.nl/chemische_en_biologische_procesen, geraadpleegd op 1 mei 2015.
- 16 Vorenhout 2008, 7.
- 17 Zie hoofdstuk 27.
- 18 De Groot *et al.* 2014, 23, fig. 13.
- 19 Zomer 2009, 41.
- 20 Pers. med. G. Aalbersberg (AGEA Advies); zie ook hoofdstuk 2.3 (fase E).
- 21 Smit *et al.* 2006, 60-67.
- 22 Huisplaats 19: type F1 (klei-op-veen), hoogste punt van de huisplaats bij benadering 5 cm -NAP, laagste punt bij benadering 100 cm -NAP.
- 23 Zie www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/gegevens/monv over de jaren 2009-2014, aan de hand van beschikbare kaarten (geraadpleegd in maart 2016). Omdat neerslaghoeveelheden lokaal sterk kunnen variëren, is het gemiddelde van de drie meetstations genomen.
- 24 Van Oortmerssen 2008, 511-514; Janaway 2001, 380-399; Huisman 2009.
- 25 Zie onder andere de hoofdstukken 13-14 (middeleeuws en post-middeleeuws aardewerk), 17 (metaal) en 18 (slak).
- 26 Zie hoofdstuk 4.2. De grond zou bijvoorbeeld afkomstig kunnen zijn uit het Groningse Dorkwerd (zie Van Es *et al.* 2008).
- 27 Naar Van Oortmerssen 2008, 500.
- 28 Voor de suggestie dat materiaal met stadsafval kan zijn aangevoerd, zie hoofdstuk 14.7.
- 29 Huisman 2009, 118. Bij de twee afgebeelde koperlegeringen (fig. 26.9) is geen actieve chloriden-gerelateerde corrosie waargenomen, hoewel ijzeren nagels afkomstig van dezelfde huisplaats wel sporen van chloriden laten zien.
- 30 Zie hoofdstuk 17.5.
- 31 Cronyn 1990, 202-205.
- 32 Zie hoofdstuk 18.
- 33 Zie hoofdstuk 13.3.
- 34 Rice 1987, 166-184.
- 35 Pers. med. K. Bosma (RAAP, Drachten).
- 36 Zie hoofdstuk 25.
- 37 Zie de hoofdstukken 22 (hout en houtskool) en 20 (leer en touwachtige draden).
- 38 Stambolov 1985, 128.
- 39 Van Oortmerssen 2008.
- 40 Cronyn 1990, 179-181.
- 41 Zie ook Van Oortmerssen 2008, 502.
- 42 Zie ook Vorenhout 2008.
- 43 Van Oortmerssen 2008, 517-518.
- 44 Het gaat om GIA116-532, 533, 545, 724, 783, 1060 en 1062 (voor verdere details van deze objecten, zie [bijlage 17.1](#)).
- 45 Cronyn 1990, 180-181.
- 46 Pers. med. H. Huisman & B. van Os (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort).
- 47 Pers. med. B. van Os (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort).
- 48 Zie Zak 2004.
- 49 Zie hoofdstuk 23.4.
- 50 Passieve conservering betreft alle maatregelen aan de bewaaromgeving van objecten om ze zo goed mogelijk stabiel en in dezelfde conditie te houden. Denk hierbij aan klimaatbeheersing of geforceerd droge opslag in luchtdichte containers met behulp van silicagel.
- 51 Watkinson & Lewis 2004, 88-89: bij 20°C en 12% RV geen corrosie, bij 15% RV na 160 uur wel enige corrosie, en bij 35% RV een snelle corrosie na enkele uren. In deze situatie is er nog metallisch ijzer aanwezig.
- 52 Turgoose 1982; Selwyn 1999.
- 53 Bij de meting is 3% chloor aangetoond. Dit is een overschatting, omdat het slechts een dun laagje betreft. Het geeft echter een duidelijke indicatie voor de aanwezigheid van akageniet (pers. med. H. Huisman, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort).
- 54 Turgoose 1985; Selwyn 1999.
- 55 Ståhl *et al.* 2003, 2574.
- 56 Pers. med. H. Huisman (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort).
- 57 Watkinson & Lewis 2004, 88-89: bij 200 °C en 12% RV geen corrosie, bij 15% RV na 160 uur wel enige corrosie, en bij 35% RV een snelle corrosie na enkele uren. In deze situatie is er nog metallisch ijzer aanwezig.
- 58 Vergelijk het beschadigen van aardewerk door zoutkristallisatie (Cronyn 1990, 195-196).
- 59 Zie de hoofdstukken 6.4 ('brandlagen') en 7.3.
- 60 Zie hoofdstuk 13.3.
- 61 Zie hoofdstuk 13.3, vooral [tabel 13.10](#).

- 62 Zie http://www.sikb.nl/richtlijnen_detail.aspx?id=11934: KNA 4.0 Landbodems, protocol 4010 depotbeheer, geraadpleegd 30 juni 2016.
- 63 Watkinson & Lewis 2004, 88-89.
- 64 Zie www.nadnuis.nl, geraadpleegd op 30 juni 2016.
- 65 Zie o.a. Scarlett 2016.
- 66 Scott & Eggert 2009, 87-88.
- 67 Koob 1986.
- 68 Tussen 15-01-2013 en 15-01-2015 zijn de temperatuur en RV van de ruimte bijgehouden op maandagen en vrijdag. In de ruimte bevindt zich in die periode geen speciale klimaatbeheersing.
- 69 Van Oortmerssen 2006; zie ook www.lcm.rug.nl.
- 70 McKerrell *et al.* 1972.
- 71 Pers. med. S. Lange (BIAX, Zaandam).
- 72 McKerrell *et al.* 1972. De dampdruk van het verwarmde aceton-harsmengsel is lager dan de dampdruk van aceton bij kamertemperatuur. Het mengselvat is afgesloten en omgeven door een eveneens afgesloten *au-bain-marie* waterbad.
- 73 Zie hoofdstuk 22.4 (bewoningsfase 3).
- 74 McKerrell *et al.* 1972; Koob 1986.
- 75 Winsor & Newton verf: *Artists' Acrylic* (voorheen *Finity*).
- 76 *Renaissance wax* (leverancier: Van Kaathoven).

Literatuur

- Beijerinck, W., 1977 (oorspr. 1934): *Sphagnum en sphagnetum, bijdrage tot de kennis der nederlandsche veenmossen naar hun bouw, levenswijze, verwantschap en verspreiding*. Rotterdam.
- Cronyn, J.M., 1990: *The elements of archaeological conservation*. Londen.
- Es, W.A. van, E. Knol, G. Kortekaas & A. Nieuwhof, 2008: *Om een profiel der afgraving te bezien: na 100 jaar ter rug naar Dorkwerd* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 92). Groningen.
- Groot, W.J.M. de, H.P.J. Huiskes & J.R. Mulder, 2014: *Monitoring veenterpen, effectmonitoring van waterberging in herinrichting Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eldermaden, 2009-2014* (= Alterra rapport 2014). Wageningen.
- Huisman, D.J. (red.), 2009: *Degradation of archaeological remains*. Den Haag.
- Janaway, R.C., 2001: Degradation of clothing and other dress materials associated with buried bodies of archaeological and forensic interest. In: W. D. Haglund & M. H. Sorg (red.), *Advances in forensic taphonomy: method, theory and archaeological perspectives*. Washington DC, 379-399.
- Koob, S.P., 1986: The use of Paraloid B-72 as an adhesive: its application for archaeological ceramics and other materials. *Studies in Conservation* 31, 7-14.
- McKerrell, H., E. Roger & A. Varsanyi, 1972: The acetone/rosin method for conservation of waterlogged wood. *Studies in Conservation* 17, 111-125.
- Oortmerssen, G.J.M. van, 2006: ...En de ton viel niet in duigen. Conservatie van een waterverzadigde houten emmer. *Paleo-aktueel* 17, 178-186.
- Oortmerssen, G.J.M. van, 2008: Grondig Ingrijpen? Over het behoud van archeologische vondsten uit Midlaren: voor, tijdens en na opgraving. In: J. A. W. Nicolay (red.), *Opgravingen bij Midlaren: 5000 jaar wonen tussen Hondsrug en Hunzedal*. Groningen, 499-517.
- Rice, P.M., 1987: *Pottery analysis, a sourcebook*. Chicago.
- Scarlett, T. J., 2016: *Potential applications of supercritical carbon dioxide extraction and impregnation for the stabilization and conservation of industrial heritage artifacts* (= Eindrapport, 15 januari 2016: www.mtu.edu/social-sciences/research/reports/Scarlett_Caneba_Final_Report.pdf).
- Scott, D.A. & G. Eggert, 2009: *Iron and steel: corrosion, colorants, conservation*. Londen.
- Selwyn, L.S., P.J. Sirois & V. Argyropoulos, 1999: The corrosion of excavated archaeological iron with details on weeping and akaganéite. *Studies in Conservation* 44, 217-232.
- Smit, A., R.M. van Heeringen & E.M. Theunissen, 2006: *Standaard Archeologische Monitoring (SAM). Richtlijnen voor het non-destructief beschrijven en volgen van de fysieke kwaliteit van archeologische vindplaatsen*. Gouda.
- Ståhl, K., K. Nielsen, J. Jiang, B. Lebech, J.C. Hanson, P. Norby & J. van Lanschot, 2003: On the akaganéite crystal structure, phase transformations and possible role in post-excavational corrosion of iron artifacts. *Corrosion Science* 45, 2563-2575.
- Stambolov, T., 1985: *The corrosion and conservation of metallic antiquities and works of art*. Amsterdam.
- Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie, 1992: *The hydrology of bog ecosystems*. Utrecht.
- Turgoose, S., 1982: Post-excavation changes in iron antiquities. *Studies in Conservation* 27, 97-101.
- Turgoose, S., 1985: The corrosion of archaeological iron during burial and treatment. *Studies in Conservation* 30, 13-18.
- Vorenhout, M., 2008: *Veenterpen Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eldermaden: beperkte nulmeting en advies voor monitoring* (= IGBA Rapport). Amsterdam.
- Watkinson, D. & M.R.T. Lewis, 2004: *The role of βFeOOH in the corrosion of archaeological iron. ICOM-CC Metal WG, Canberra 4-8 oktober 2004*. Canberra, 88-103. www.lcm.rug.nl: website van het Laboratorium voor Conservatie & Materiaalkennis van het GIA, met voorbeelden van archeologisch materiaalonderzoek en conservatie/restauratie van archeologische vondsten.
- Zak, D., J. Gelbrecht & C.E.W. Steinberg, 2004: Phosphorus Retention at the Redox Interface of Peatlands Adjacent to Surface Waters in Northeast Germany, *Biogeochemistry* 70/3, 357-368.
- Zomer, J., 2009: *Landschapsgeschiedenis van Roderwolde. Een interdisciplinair onderzoek naar de natuurlijke landschapsgenese van een woldgebied in de Kop van Drenthe en de kolonisatie en ontginning in de late Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd* (= Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen). Groningen.