StadsOntwikkeling

Gemeente Utrecht

# Werk aan de weg

LR 31 Zandweg: Archeologisch onderzoek aan een verspoelde sectie van de limesweg

Basisrapportage Archeologie 21

www.utrecht.nl

Basisrapportage Archeologie 21

# Werk aan de weg

## LR 31 Zandweg: Archeologisch onderzoek aan een verspoelde sectie van de *limes*weg

**J.S. van der Kamp**

Met bijdragen van:
A.M. Brakman
E.P. Graafstal
M. Hendriksen
E. Jansma
E.A.K. Kars
S. Lange
M.C.M. Langeveld
C. van Pruissen
L. Smits
R.M. Visser

Oktober 2009

## Administratieve gegevens van het project

**Projectcode:**
LR31

**Locatie:**
Gemeente Utrecht, Zandweg 225

**Toponiem:**
Zandweg

**Landelijke coördinaten:**
128.284/455.908

**Opdrachtgever:**
Gemeenschappelijke Exploitatie Maatschappij
Vleuterweide

**Uitvoerder:**
Cultuurhistorie gemeente Utrecht

**Dagelijkse leiding opgraving:**
J.S. van der Kamp

**Coördinator vanuit de gemeente:**
E.P. Graafstal

**Uitvoering veldwerk:**
Februari 2002 – januari 2003

**Documentatie:**
Cultuurhistorie gemeente Utrecht
Zwaansteeg 11
3511 VG Utrecht

**Codering:**
ISBN 978-90-73448-28-5

**Distributie en verkoop:**
HALOS, Books on archaeology
website : www.halos.nl
e-mail: info@halos.nl
telefoon: 043 - 450 0051

# Inhoudsopgave


Inhoudsopgave 4

Samenvatting 7

1 Inleiding 9

1.1 Inleiding 9
1.2 De ontdekking van de Romeinse weg *(E.P. Graafstal)* 10
1.3 Het AMZ-kader *(E.P. Graafstal)* 10
1.4 Personeel en uitvoering 11

2 Landschappelijke en archeologische context 15

2.1 Fysische geografie 15
2.2 De ontwikkeling en datering van de *limes*weg *(M.C.M. Langeveld)* 16

3 Vraagstelling en methode 21

3.1 Geplande bodemingrepen 21
3.2 Vraagstelling *(E.P. Graafstal en J.S. van der Kamp)* 22
3.3 Methode en uitvoering 24
3.4 Het houtonderzoek *(S. Lange)* 30
3.5 Het grindonderzoek 33
3.6 Het dakpanonderzoek *(E.A.K. Kars, A.M. Brakman en C. van Pruissen)* 34

4 De *limes*weg voor 125 37

4.1 Het weglichaam vóór 125 37
4.1.1 De bermbeschoeiingen 38
4.1.2 Aanvangsdatering van de vroegste weg 39
4.1.3 Houtgebruik (structuur H11) *(S. Lange)* 40
4.2 Verhardingsmateriaal 44

5 De verlegde sectie van de *limes*weg uit 125 47

5.1 De tweede-eeuwse rivierdoorbraak 47
5.2 Het tracé van de verlegging 48
5.3 De drooggevallen crevasse-depressie wordt beloopbaar gemaakt (H7) 49
5.3.1 Houtgebruik van de bouwweg (H7) *(S. Lange)* 51
5.4 De zuidelijke bermbeschoeiing 54
5.5 Het gedeponeerde afvalhout (H6) 59
5.6 Twee paalconcentraties (H8 en H9) 61
5.7 Dendrodateringen van de diverse houtconstructies 62
5.8 Houtgebruik van de wegomlegging (structuren H3, H4, H5, H6, H8, H9) *(S. Lange)* 63
5.9 Dendrochronologische analyse van het hout van de *limes*weg te Leidsche Rijn *(R.M. Visser en E. Jansma)* 77
5.9.1 Inleiding 77
5.9.2 Materiaal 77
5.9.3 Methode 78
5.9.4 Resultaten en discussie 81
5.9.5 Gebruik van hout en bossen; analyse van ringbreedtes en stamvormen 87
5.9.6 Conclusie 89
5.10 Verhardingsmaterialen 89

6 De *limes*weg na 125 91

6.1 Het weglichaam: hoogte en taludsteilte 91
6.2 Einddatering van de *limes*weg 93

7 De derde-eeuwse rivierdoorbraak 95

7.1 De rivierdoorbraak 95
7.2 De provisorische rivierbeschoeiing (H2) en de concentratie elzenhouten palen (H10) 96
7.3 Houtgebruik (H2 en H10) *(S. Lange)* 98

## 8 Laatmiddeleeuwse sporen 101

## 9 Vondsten 105

9.1 Aardewerk en botmateriaal 105
9.2 Keramisch bouwmateriaal *(E.A.K. Kars, A.M. Brakman, C. van Pruissen)* 106
9.2.2 Verspreiding en conditie 111
9.2.3 Discussie en conclusie 111
9.3 Metaal *(M. Hendriksen)* 113

## 10 Synthese 117

10.1 De *limes*weg vóór 125 117
10.1.2 Houtgebruik en logistieke aspecten *(S. Lange)* 119
10.2 De wegomlegging van 125 119
10.2.1 De tweede-eeuwse rivierdoorbraak en de bouwweg 119
10.2.2 Tracé en profielopbouw 120
10.2.3 Houtgebruik en logistieke aspecten *(S. Lange)* 122
10.3 De *limes*weg na 125 125
10.4 De derde-eeuwse rivierdoorbraak 127
10.4.1 De provisorische rivierbeschoeiing 127
10.5 Tot besluit: onderzoek met grondradar en tracer 128

## Noten 131

## Literatuur 133

## Eerdere Uitgaven 137

## Colofon 138

## Bijlagen 139

Bijlage 1: *los bijgevoegd*
Alle sporenkaart en uitsnede sleuf 11

Bijlage 2: *los bijgevoegd*
Westprofiel sleuf 7
Zuidprofiel sleuf 11
Westprofiel sleuf 3
Coupe beschotplanken sleuf 11
Coupe A t/m D sleuf 11

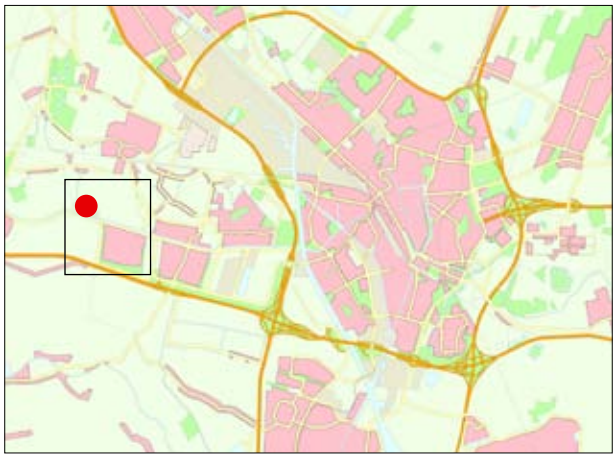
Bijlage 3-1:
Alle dendrochronologische onderzochte meetreeksen aan hout van de *limes*weg in Leidsche Rijn. 140

Bijlage 3-2:
De verwerking van boomstammen tot gebruikshout: schematische weergave. 141

Bijlage 3-3:
De belangrijkste ‘matches’ van het hout in Limes 124 142

Bijlage 3-4: Meetreeksen opgenomen in Limes 124 143

Bijlage 3-5: De onderlinge overeenkomsten van het hout van de *limes*weg te Leidsche Rijn (methode 2 in de tekst) 145



**Afb. 1.1a** Ligging van het opgravingsterrein; stedelijk niveau

**Afb. 1.1b** Ligging van het opgravingsterrein; buurtniveau (afb. 1.1b is uitsnede van afb. 1.1a)

# Samenvatting

In 2002 heeft Cultuurhistorie van de gemeente Utrecht aan de westzijde van Leidsche Rijn (deelgebied Vleuterweide) een opgraving uitgevoerd langs de Zandweg (projectcode LR31). Het te onderzoeken terrein met een lengte van ca. 220 m lag grotendeels direct ten zuiden van de 20 m brede zone die is ingesteld ter bescherming van de in 1997 ontdekte Romeinse *limes*weg langs de zuidelijke rand van de Heldammer stroomrug. Op dit punt diende ten zuiden van deze beschermingszone een ca. 5 m brede, oost-west georiënteerde waterpartij aangelegd te worden. Bovendien moesten vijf smalle, noord-zuid georiënteerde sleuven dwars over de beschermingszone worden onderzocht. In de oostelijke helft van het onderzoeksterrein werd onverwacht het noordelijke deel van een wachttorenterrein aangetroffen. Reeds snel werd duidelijk dat het ging om twee houten wachttorens, waarvan de oudste dateerde van rond het midden van de eerste eeuw na Chr. en de tweede een dendrodatering van 61/62 na Chr. opleverde. De geplande aanleg van de waterpartij en de ongewisse toekomst van de zuidelijke helft van het wachttorenterrein leidden tot de beslissing het complex in zijn totaliteit op te graven.

In de westelijke helft van het onderzoeksterrein werden - wederom tegen de verwachting in - ten zuiden van de beschermingszone twee rivierbochten en een wegomlegging aangetroffen. De publicatie van de opgravingsresultaten is in tweeën verdeeld. In Basisrapportage archeologie 16 (Van der Kamp 2007) zijn de resultaten van het onderzoek naar het wachttorencomplex gepresenteerd, terwijl in dit rapport de *limes*weg, de rivierdoorbraken en de wegomlegging aan bod zullen komen.

**De limesweg vóór 125 na Chr.**

In de vijf sleuven dwars door de beschermingszone werden over een afstand van 275 m delen van een opgehoogd weglichaam aangetroffen, behorend tot de weg uit de periode van de late eerste eeuw tot rond het midden van de derde eeuw. Het grootste deel van het wegtracé binnen de grenzen van het opgravingsterrein bleef in deze periode onveranderd. Bijgevolg is het moeilijk om aan te tonen hoe de *limes*weg er in zijn beginperiode uit heeft gezien. In sleuf 7 echter werd onderin het weglichaam van de pre-125 *limes*weg een grindhoudende zavellaag aangetroffen, die vermoedelijk behoorde tot de oudste wegfase uit de eerste eeuw. Deze bestond uit een onbeschoeid weglichaam met een hoogte van 40 á 50 cm en een breedte van meer dan 5,5 m. De wegverharding bestond op dat punt uit grind zonder bijmenging van dakpanmateriaal of tufsteengruis. Op een onbekend moment werd het weglichaam voorzien van een bermbeschoeiing, vervaardigd van met name elzenhouten palen. Deze waren zij-aan-zij ingeslagen tot een diepte van maximaal ruim 80 cm onder Romeins maaiveld. Er werden geen restanten van horizontale planken of ander bekistingsmateriaal aan de binnenzijde van de palenrij aangetroffen, al zouden deze op een hoger niveau wel aanwezig kunnen zijn geweest. De hoogte van het weglichaam boven het Romeinse maaiveld kon niet worden vastgesteld. In de oostelijke helft van het opgravingsterrein kende de *limes*weg uit deze beginperiode aan de zuidzijde een bermgreppel, gelegen op een afstand van ca. 12,5 m vanaf de zuidelijke bermbeschoeiing. De exacte datering van de oudste beschoeide *limes*weg kon niet worden aangetoond. Wel kan op basis van het tracé van deze weg in relatie tot het wachttorenterrein worden verondersteld dat er vóór de Flavische periode geen opgehoogd weglichaam heeft bestaan op deze plek.

De oudste, zuidelijke bermbeschoeiing is op een gegeven moment vervangen door een nieuwe, die direct ten zuiden daarvan werd geplaatst. Van de nieuwe beschoeiing werden delen van elzenhouten palen met een onderlinge afstand van maximaal 25 cm aangetroffen. Ook ditmaal kon de hoogte van het weglichaam boven het Romeinse maaiveld niet worden vastgesteld. Opvallend is dat de elzenhouten stammen van beide wegbeschoeiingsfasen relatief knoestig waren en deels ook krom gegroeid. Deze tamelijk slechte kwaliteit spreekt voor een exploitatie van een min of meer ongerepte houtopstand, mogelijk een elzenbroekbos. Elzenhout is gemakkelijk te bewerken en het zal ruimschoots in de nabije omgeving aanwezig zijn geweest.

De verwerking van het hout bestond bijna uitsluitend in het aanpunten van de stammen. Elzen met een grotere diameter werden gekloofd in twee of vier stamdelen. In het eerste kwart van de tweede eeuw werd het weglichaam opgehoogd, waardoor het meer dan 90 cm boven Romeins maaiveld moet hebben uitgestoken. Er werden geen restanten van een derde fase van bermbeschoeiingen aangetroffen, dus kennelijk was de elzenhouten beschoeiing uit de vorige fase nog in gebruik. Het wegverhardingsmateriaal bestond uit grind en keien met zowel een Rijn- als Maasherkomst, vermengd met dakpanfragmenten en stukjes tufsteen.

**De tweede-eeuwse rivierdoorbraak en de wegomlegging van 125**
Vermoedelijk kort voor 125 sloeg een zuidelijke bocht van de Heldammer rivier een ca. 50 m lang gat in het weglichaam. Nadat de buitenbocht van de rivier volledig door het weglichaam heen was gebroken, ontstond een crevasse, die in zuidelijke richting stroomde. Vermoedelijk in het voorjaar van 125 werd een ca. 90 m lange wegomlegging aangelegd, die maximaal zo'n 9 m zuidelijker lag dan de oorspronkelijke weg. Daartoe moest eerst de ca. 60 cm diepe depressie, die de crevasse had achtergelaten, beloopbaar worden gemaakt met behulp van takkenbossen, rietmatten, stammen, planken en grind. De nieuwe wegsectie (met een breedte van 5 m) was aan beide zijden voorzien van een bermbeschoeiing. De zuidelijke beschoeiing, die over een lengte van ca. 22 m kon worden waargenomen, bestond uit een dubbele rij eikenhouten palen met een tussenafstand van ca. 20 cm. De binnenste palenrij had de dichtste paalstelling en was aan de noordzijde voorzien van een beschot van eikenhouten planken, mogelijk hergebruikt scheepshout. De palen van de buitenste rij lijken te zijn geplaatst in clusters van twee en drie, afgewisseld door steeds één enkele paal. Mogelijk dienden ze ter bevestiging van horizontale trekbalken, die echter niet werden aangetroffen. Ten zuiden van de wegomlegging werd in de crevasse-depressie een grote hoeveelheid afvalhout gedumpt. Afgezien van grind werd het wegdek vermoedelijk tevens voorzien van hergebruikt dakpanmateriaal, daterend van vóór 70 na Chr. Op basis van dendrochronologisch onderzoek kan worden verondersteld dat het hout gebruikt voor de wegomlegging een Nederlandse groeiplaats heeft, waarbij een herkomst uit Brabant of de midden-Nederlandse zandgronden het meest aannemelijk is. Toekomstig dendrochronologisch onderzoek zal moeten uitwijzen of deze hypothese juist is. Op basis van bewerkingssporen op het hout lijkt een lokale herkomst namelijk aannemelijker. Het eikenhout is krom en knoestig en leent zich tot het reconstrueren van logistieke processen. Direct na de kap (in het najaar van 124 of de winter van 125) van hoofdzakelijk jonge eiken werden tijdens een eerste selectie op de kapplaats zelf bruikbare takken en stamhout deels voorbewerkt. Ze werden gerecht en veelal voorzien van een eerste aanzet voor een aanpunting. De stammen met grote diameters werden gekloofd. Daarna werden ze met behulp van touwen vervoerd naar de juiste plek, waar de meeste een tweede keer werden aangepunt. De periode tussen kapdatum en definitieve verwerking zal maximaal enkele maanden hebben geduurd.

De afstand tussen de zuidelijke rivierbocht en het weglichaam van 125 heeft vermoedelijk slechts maximaal twee meter bedragen. Aangezien deze situatie pas rond het midden van de derde eeuw tot problemen leidde, moet er in de rivierbocht een stevige beschoeiing o.i.d. zijn geweest. Non-destructief onderzoek met een grondradar en -tracer, uitgevoerd na het archeologisch onderzoek, heeft aangetoond dat er zich in de zuidelijke rivierbocht mogelijk een boot bevindt, die als waterkering gediend zou kunnen hebben.

**De derde-eeuwse rivierdoorbraak**
Vermoedelijk rond het midden van de derde eeuw kende de rivier een laatste actieve fase. Ze bedekte het gehele opgravingsterrein met een ca. 80 cm dik kleipakket en verlegde wederom een van haar bochten in zuidelijke richting. Als gevolg werd de westelijke helft van de wegomlegging en vermoedelijk een klein deel van de oorspronkelijke *limes*weg over een afstand van in totaal 80 m weggeslagen. Vermoedelijk werd een poging gedaan om door middel van een provisorische rivierbeschoeiing een verdere zuidwaartse verlegging van de rivierbocht tegen te gaan. Achter de provisorische rivierbeschoeiing werd mogelijk ook een steiger gebouwd. Dit alles betekent vermoedelijk dat de *limes*weg ten tijde van de tweede rivierdoorbraak nog werd gebruikt. Tegelijkertijd echter leverde de opgraving geen aanwijzingen op voor het bestaan van een hernieuwde wegomlegging als reactie op deze tweede doorbraak.
Het onderzoek aan de Zandweg heeft veel nieuwe inzichten opgeleverd betreffende de aanleg van het vroegste weglichaam en de ontwikkelingen daarvan tot in het midden van de derde eeuw. Deze ontwikkelde zich van een lage en onbeschoeide vorm geleidelijk tot een hoger weglichaam, aan weerszijden voorzien van een beschoeiing met breed uitlopende taluds daar tegenaan. Voorzien van een wegdek van grind met een kleine bijmenging van dakpanfragmenten en tufsteen slingerde deze zich bijna twee eeuwen, als een verre voorloper van de huidige rijksweg A12, over de zuidelijke rand van de Heldammer stroomrug. Daarnaast leverde de opgraving een prachtige doorkijk op een roerig stukje van de *limes*, met tekenen van de niet aflatende strijd tegen de onvoorspelbare rivier en het gevaar dat deze vormde voor onder meer de *limes*weg. Op basis van de aangetroffen bermbeschoeiing en het afvalhout ten zuiden daarvan kan het logistieke proces van kap en bewerking grotendeels worden gereconstrueerd, waardoor eens te meer de omvang van de uitgevoerde werkzaamheden en de efficiëntie van het Romeinse militaire apparaat duidelijk worden.

# 1 Inleiding

## 1.1 Inleiding

Sinds 1997 wordt ten westen van Utrecht gewerkt aan de realisatie van Leidsche Rijn, de grootste VINEX-locatie van Nederland. Deze stadsuitbreiding is grotendeels gelegen op de stroomrug van de Rijn, die vanaf het midden van de eerste eeuw na Chr. de grens van het Romeinse Rijk (limes) vormde. Het archeologisch onderzoek in Leidsche Rijn in de afgelopen jaren heeft een grote hoeveelheid Romeinse vindplaatsen opgeleverd, waarvan het merendeel betrekking heeft op de grensrivier en de *limes*weg ten zuiden hiervan. Op basis van dit onderzoek kan een gedetailleerd beeld worden geschetst van de inrichting en ontwikkeling van dit deel de Nedergermaanse limes. Meer nog dan een daadwerkelijke grens vormde de limes een bundel van infrastructurele werken met de grensrivier en de *limes*weg als centrale logistieke structuren.

Aan de westzijde van Leidsche Rijn ligt deelgebied Vleuterweide, dat zijn naam dankt aan de polder Vleuterweide, het komgebied tussen de Oude Rijn stroomrug aan de noordzijde en de Heldammer stroomrug aan de zuidzijde. Vleuterweide wordt aan de zuidzijde begrensd door het kanaal de Leidsche Rijn en de Zandweg direct ten noorden hiervan. In september 1997 werd tijdens de archeologische begeleiding van bouwwerkzaamheden in deelgebied Veldhuizen - gelegen ten zuidoosten van Vleuterweide - de *limes*weg aangetroffen, die vervolgens door middel van een booronderzoek over een lengte van 3 km kon worden gevolgd (zie paragraaf 1.2). De getraceerde restanten van de *limes*weg werden en worden tijdens de realisatie van Leidsche Rijn zo veel mogelijk ontzien door middel van een ingestelde beschermingszone met een breedte van 20 m. De Romeinse weg bevindt zich grotendeels in deelgebied Veldhuizen. Een kleinere sectie van de weg is gelegen in de zuidwesthoek van Vleuterweide. In dit deel van Vleuterweide diende in 2002 een oost-west georiënteerde waterpartij aangelegd te worden direct ten zuiden van de voorgestelde beschermingszone. Een klein deel van de geplande waterpartij lag zelfs hierbinnen. Daarnaast moesten vijf noord-zuid georiënteerde sleuven dwars door de beschermingszone gegraven worden ten behoeve van een fietspad en diverse drains. Het werd noodzakelijk geacht de geplande bodemingrepen archeologisch te begeleiden of op de plekken daarvan vooraf archeologisch onderzoek uit te voeren. Dit archeologisch onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de Gemeenschappelijke Exploitatie Maatschappij Vleuterweide, heeft de opgravingcode LR31 gekregen (afb. 1-1).

Het onderzoek werd begonnen met het aanleggen van twee noord-zuid georiënteerde, smalle sleuven dwars door de beschermingszone (sleuf 1 en 2; zie afb. 3-1). Deze hadden tot doel de exacte ligging van het weglichaam te bepalen. Op basis van de waarnemingen in deze beide sleuven werd op de plek van de aan te leggen waterpartij ten zuiden van de beschermingszone niet veel meer verwacht dan het zuidelijke talud van het weglichaam en mogelijk een bermgreppel. In de 220 m lange zone die uiteindelijk werd onderzocht, bleken echter de restanten van twee rivierdoorbraken uit de Romeinse periode, een zuidelijke beschoeiing van het Romeinse weglichaam (onderdeel van een zuidwaartse wegomlegging als reactie op de eerste rivierdoorbraak) en twee eerste-eeuwse houten wachttorens aanwezig te zijn. Zowel de bermbeschoeiing als de beide wachttorens waren uitermate goed geconserveerd. Daarnaast werden in de vijf noord-zuid georiënteerde sleuven dwars door de beschermingszone restanten van de *limes*weg aangetroffen. Het onverwachte karakter van de vondsten in combinatie met de complexiteit en het arbeidsintensieve karakter van het archeologisch onderzoek van beide verschijnselen had tot gevolg dat de opgraving niet in één campagne kon worden uitgevoerd. Uiteindelijk vonden vijf afzonderlijke campagnes plaats, variërend in lengte van enkele dagen tot ruim zes weken. In totaal is 89 dagen gegraven, inclusief de publieksdagen tijdens de definitieve opgraving van de wachttorens in de laatste campagne. Het onderzoek strekte zich uit over de periode van februari tot en met november 2002. In januari 2003 werden enkele waarnemingen gedaan in twee sleuven ten behoeve van drainage-buizen. De eerste campagne is uitgevoerd door medewerkers van het Archeologisch Diensten Centrum (ADC), de overige vier door medewerkers van Cultuurhistorie van de gemeente Utrecht. De sleuven en vondsten van de vijf campagnes zijn in een doorlopende nummering geadministreerd.

Onder meer vanwege de omvang en de complexiteit van de opgraving is besloten bij de verslaglegging de resultaten van het project LR31 in tweeën te splitsen. In de eerste basisrapportage zijn de twee eerste-eeuwse wachttorens in sleuf 9 en 14 besproken (Van der Kamp 2007). De *limes*weg kwam in dit rapport slechts ter sprake omdat de zuidelijke flank ervan gedeeltelijk over de wachttorensporen heen lag. Bovendien doorsneed een bermgreppel van de weg het wachttorenterrein. Daarnaast werd in dit eerste rapport op basis van het ruimtelijk voorkomen van de wachttorensporen aannemelijk gemaakt dat er

vóór ca. 70 na Chr. geen volledig ontwikkeld weglichaam kan hebben bestaan op de plek van de in archeologisch opzicht oudste traceerbare *limes*weg. In de voorliggende basisrapportage zullen de oorspronkelijke *limes*weg, de tweede-eeuwse wegomlegging en de twee rivierdoorbraken van de Heldammer rivier worden besproken.

## 1.2 De ontdekking van de Romeinse weg *(E.P. Graafstal)*

De ontdekking en daarop volgende kartering van de Romeinse weg in de verschillende deelgebieden van Leidsche Rijn gaat terug op een vondstmelding in de zomer van 2007 in de wijk Veldhuizen, destijds gemeente Vleuten-De Meern, waar toen het bouwrijpmaken net begonnen was. Tijdens de daarop volgende waarneming werden goed geconserveerde resten van een Romeinse wegconstructie blootgelegd en gedocumenteerd. Het bleek te gaan om een zware bekisting, geborgd door eikenhouten palen, die door middel van jaarringonderzoek in het jaar 125 kon worden gedateerd (Langeveld in voorb.). Kort na deze ontdekking kon de Romeinse weg op drie andere punten in Veldhuizen worden waargenomen in kleine bodemontsluitingen. Gezien de zwaarte van de constructie en haar sterke gelijkenis met de in het voorgaande decennium in Valkenburg (Z.-H.) opgegraven weg, werd al snel de conclusie getrokken dat het hier moest gaan om de *limes*weg, die de opeenvolgende Romeinse forten langs de Rijn met elkaar verbond

Een gericht booronderzoek door RAAP bracht het wegtracé in Veldhuizen in het najaar van 1997 over een lengte van 1400 m in kaart. De weg bleek hier tamelijk getrouw de zuidrand te volgen van de Heldammer stroomrug, een smalle stroomgordel opgebouwd door een zijtak van de Rijn, waarvan de laatste fase van activiteit te dateren valt in de midden-Romeinse tijd.. Op basis van deze fysisch-geografische verwachting werd het tracé van de *limes*weg in de winter van 1997-98 over nog eens 800 m vervolgd in de aangrenzende wijk Vleuterweide, waarvoor de planvorming toen net begonnen was (Haarhuis 1999a).

## 1.3 Het AMZ-kader *(E.P. Graafstal)*

Door het vroege stadium van planvorming waren er in Vleuterweide, anders dan in Veldhuizen, goede perspectieven om de resten van de Romeinse weg in te passen in de ruimtelijke plannen en in situ te bewaren. Hiertoe werden in samenspraak tussen de gemeente Vleuten-De Meern, de provincie Utrecht en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, tegenwoordig opgegaan in de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, RCE) enkele uitgangspunten opgesteld. Voor Vleuterweide kwamen deze erop neer dat de resten van de weg overal waar deze in het verleden niet was overbouwd, zoals ter plaatse van de waterzuiveringsinstallatie, zouden worden opgenomen en fysiek beschermd in een 20 m brede beschermingszone. Zonodig kon, met het oog op de nieuwe inrichting, een beperkte ophoging plaatsvinden. Zo kwam voor deelgebied 2 in het zuidwesten van Vleuterweide de aanleg van een langzaam-verkeersroute in beeld. Zowel tijdens als na de bouw diende het grondwater op het voortijds bestaande peil te blijven. Na realisatie van de bouw- en inrichtingswerkzaamheden zou de beschermingszone overal worden aangewezen als wettelijk beschermd monument.

Slechts een beperkt aantal doorsnijdingen, die om verkeerskundige of civieltechnische redenen onvermijdelijk waren, zou binnen de beschermingszone worden toegestaan, steeds echter op voorwaarde van voorafgaand of begeleidend archeologisch onderzoek, waarvoor de ROB de voorwaarden zou aangeven. Het ging onder andere om de aanleg van een fietspad, gecombineerd met enkele kabel- en leidingtracés, en enkele drains in deelgebied 2, waar de *limes*weg ruwweg 100 m ten noorden van de Zandweg ligt. Het begeleidend archeologisch onderzoek dat met deze ingrepen gepaard ging, maakt deel uit van deze rapportage.

Een bijzonder probleem in deelgebied 2 vormde de waterhuishouding langs de zuidrand van de beschermingszone. Met het oog op de organische resten van de Romeinse weg, maar ook vanwege de bestaande bebouwing langs de Zandweg, diende het grondwater in deze zone op het oude peil te blijven, terwijl dat in het aangrenzende deel van Vleuterweide zou gaan dalen. Daarom was het nodig dat langs de zuidzijde van de beschermingszone van de *limes*weg, en daarmee langs de achterzijde van de erven aan de Zandweg, een nieuwe watergang zou komen. De ruimte daartoe was echter zeer beperkt, terwijl de bestaande erfbebouwing van Zandweg 225 zelfs vrijwel aan de beschermingszone grensde. In overleg met de ROB werd daarom besloten dat in de zone tussen Zandweg 223 en 225 twee zoeksleuven zouden worden gegraven, met als doel de precieze ligging van de Romeinse weg te bepalen. Dit onderzoek is uitgevoerd door het Archeologisch Dienstencentrum (ADC) in februari 2002. Op basis hiervan zijn de ligging en dimensies van de aan te leggen waterpartij tussen Zandweg 223 en 225 nader bepaald.

Uit de twee zoeksleuven bleek echter ook dat zich een hardnekkig knelpunt voordeed achter het erf van Zandweg 225. Intensief overleg tussen de GEM Vleuterweide, de gemeente (inmiddels Utrecht), de ROB en de eigenaar van Zandweg 225 leidde in mei 2002 uiteindelijk tot de afspraak dat een sloot zou worden aangelegd gecentreerd op de zuidrand van de beschermingszone, dus half daarin. De dimensies ervan waren teruggebracht tot een functioneel nog net aanvaardbaar minumum van 1 m bodembreedte met 1:1 oplopende kanten. Voorwaarde

was wel dat het tracé van de sloot van tevoren integraal zou worden opgegraven op basis van een door de ROB goed te keuren onderzoeksvoorstel. Na aanleg van de sloot zou de noordwand worden bekleed met een stabiliserende mat (Jogemat), die in het voorjaar van 2003 is aangebracht.

## 1.4 Personeel en uitvoering

Het project LR31 speelde zich af op en rondom het erf van boerderij De Goedenburgh (Zandweg 225), destijds eigendom van wijlen dhr. H. van Eck. Hij stond de medewerkers van Cultuurhistorie toe tijdens de diverse campagnes gebruik te maken van zijn erf en schuur, voorzag hen van water en stroom en stelde tenslotte zelfs een deel van zijn grond beschikbaar voor archeologisch onderzoek. Zonder zijn bijdrage was dit archeologisch onderzoek niet mogelijk geweest.

Verspreid over vijf campagnes werden in totaal dertien sleuven aangelegd en werd de aanleg van twee drainagesleuven archeologisch begeleid (zie afb. 3-1). De eerste campagne is uitgevoerd door medewerkers van het Archeologisch Diensten Centrum (ADC), terwijl de overige campagnes zijn uitgevoerd door medewerkers van Cultuurhistorie van de gemeente Utrecht. Tijdens de eerste campagne in februari 2002, uitgevoerd door W.K. Vos en A. Veenhof (beiden ADC), zijn twee sleuven aangelegd. De eerste sleuf dateert van 14 februari en had aanvankelijk nummer 44, aangezien deze administratief gekoppeld was aan het ADC-onderzoek Wachttoren-Gemeentewerf uit 2001. Achteraf is deze sleuf hernoemd als sleuf 1 van het later toegekende opgravingnummer LR31. De tweede sleuf werd aangelegd op 28 februari 2002 en kreeg aanvankelijk sleufnummer 45. Dit nummer werd later veranderd in sleufnummer 2 van het project LR31. Van beide sleuven werd één vlak en het oostprofiel gedocumenteerd. Tijdens het onderzoek werd de machine met schaafbak geleverd door de firma De Wit uit Maurik. Niet eerder heeft verslaglegging van de resultaten van dit onderzoek plaatsgevonden. Vandaar dat deze resultaten zijn geïntegreerd in deze basisrapportage.

Gedurende de overige vier campagnes hebben medewerkers van Cultuurhistorie van de gemeente Utrecht in opdracht van de Gemeenschappelijke Exploitatie Maatschappij Vleuterweide het veldwerk uitgevoerd en achteraf de technische uitwerking gedaan. De wetenschappelijke leiding van het archeologische onderzoek lag in handen van E.P. Graafstal. Tijdens het veldwerk was hij regelmatig aanwezig, enerzijds om in perioden van drukte het opgravingsteam te versterken, anderzijds om in gezamenlijk overleg met het team de opgravingstrategie te toetsen aan de laatste gegevens en indien nodig te wijzigen. Tevens onderhield hij voorafgaand aan, tijdens en na de diverse campagnes de contacten met diverse betrokken partijen, zoals onder meer de GEM Vleuterweide, de Grontmij en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek. Achteraf heeft E.P. Graafstal bovendien mede de betrokken specialisten ingeschakeld en aangestuurd (zie ook onder). Gedurende de diverse campagnes langs de Zandweg bestond de kern van het opgravingsteam uit J.S. van der Kamp (opgravingsleider), M. Hendriksen en C. van der Linde. Van 2 tot en met 13 september bestond het team slechts uit J.S. van der Kamp en M. Dorst. De veldploeg werd regelmatig ondersteund door H.L. Wynia (Cultuurhistorie gemeente Utrecht). Bovendien heeft A. IJtsma (archeologiestudente VU) van 10 tot en met 28 juni het opgravingsteam versterkt.

Een tweede korte opgravingcampagne langs de Zandweg vond plaats op 4, 5 en 9 april 2002, voorafgaand aan de aanleg van enkele kabels onder een nog te realiseren fietspad. Gedurende deze drie dagen werd de ca. 3,5 m brede sleuf 3 aangelegd aan de westzijde van het opgravingterrein. Vier vlakken en een profiel werden gedocumenteerd. De graafmachine werd geleverd door de firma Ballast Nedam. Bij de bestudering van het profiel werd de hulp ingeroepen van wijlen dhr. H.J.A. Berendsen, docent van de vakgroep Fysische-geografie van de Universiteit Utrecht.

De derde opgravingcampagne vond plaats van 10 juni tot en met 9 juli. In deze periode werd sleuf 4 tot en met 13 aangelegd. Van sleuf 9 werden vlak 1, 2 en 3 gedocumenteerd, alsmede een deel van het noordprofiel. Halverwege het afwerken van de sporen op vlak 3 werd geconcludeerd dat de onderzochte sporen behoorden tot de noordelijke helft van een eerste-eeuwse wachttoren. Als gevolg daarvan werd besloten het derde vlak af te dekken en de sleuf dicht te werpen, om vervolgens de consequenties van de getrokken conclusie te inventariseren en een vernieuwde strategie voor de vervolgopgraving te bedenken. In deze derde campagne van het project LR31 werden van sleuf 11 de vlakken 1 en 2 aangelegd en gedocumenteerd. Op basis van de gegevens van vlak 2 werd geconcludeerd dat de Romeinse weg op dit punt vanwege een vroeg tweede-eeuwse rivierdoorbraak een zuidelijke omleiding heeft gekend. Als gevolg daarvan bleek een deel van de goed geconserveerde zuidelijke bermbeschoeiing in de sleuf aanwezig te zijn. In de westelijke helft van sleuf 11 is deze beschoeiing als gevolg van een tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw verdwenen. In de derde campagne werden de beddingafzettingen van deze doorbraak volledig onderzocht. Met het naderende zomerreces in aantocht werd besloten in het oostelijke deel van sleuf 11 het vlak af te dekken en de sleuf dicht te werpen. De bermbeschoeiing diende in een vierde campagne onderzocht te worden.

Deze vierde campagne langs de Zandweg vond plaats van 19 augustus tot en met 13 september. In deze vier weken

werd sleuf 11 opnieuw open gegraven en werd vlak 3 aangelegd en gedocumenteerd. Ook werd het noord-, oost- en zuidprofiel van de sleuf vastgelegd. De zuidelijke bermbeschoeiing en een grote hoeveelheid gedumpt afvalhout ten zuiden daarvan werden in deze campagne volledig afgewerkt.

De vijfde, laatste en langste campagne van het project LR31 (24 september tot en met 21 november) had nagenoeg geheel betrekking op de eerste eeuwse houten wachttorens in sleuf 9 en 14. In deze campagne werd sleuf 9 opnieuw open gegraven en werden de vlakken 4 tot en met 7 en het zuidprofiel aangelegd en gedocumenteerd. Vervolgens werd sleuf 14 aangelegd, waarin vijf vlakken werden gedocumenteerd. De opgraving werd afgesloten met het tekenen van het oostprofiel van sleuf 9/14 en het noordprofiel van sleuf 9.

Op 23 januari 2003 hebben E.P. Graafstal en J.S. van der Kamp waarnemingen gedaan in twee (relatief ondiepe) noord-zuid georiënteerde drainagesleuven dwars door de beschermingszone. Bij beide sleuven konden zij slechts het westprofiel documenteren, aangezien het vlak onleesbaar was.

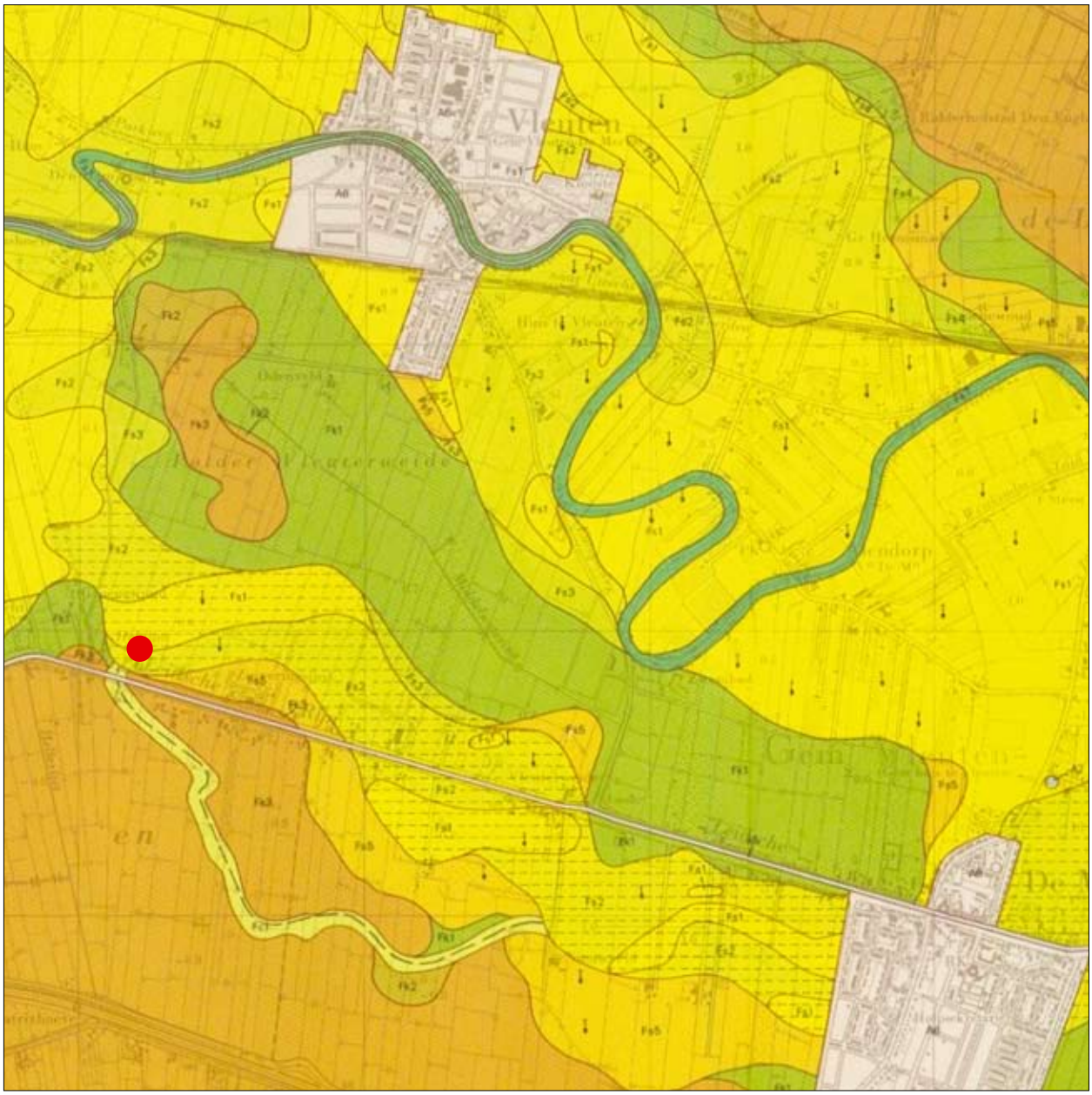
Tijdens de diverse opgravingcampagnes van het project LR31 verleenden de Afdeling Landmeten van de gemeente Utrecht en de Fotodienst van Het Utrechts Archief de gevraagde ondersteuning. Gedurende de laatste drie opgravingcampagnes werd de graafmachine met schaafbak geleverd door de Firma Agterberg in De Bilt.

**Betrokken specialisten**

Tijdens het blootleggen en documenteren van de zuidelijke bermbeschoeiing en het vele afvalhout ten zuiden daarvan in het oostelijk deel van sleuf 11 is houtspecialist S. Lange (Bureau voor Eco-archeologie) acht dagen aanwezig geweest ter bestudering van houtstructuren *in situ* en onderzoek van de vele takkenbossen, palen en planken direct na verwijdering daarvan. Daarnaast heeft zij in een later stadium nog een deel van de houtvondsten die ze in het veld niet heeft kunnen onderzoeken, *ex situ* gedocumenteerd. Al haar waarnemingen heeft ze vastgelegd in een uitgebreide database, die inclusief het hout van de wachttorens uit sleuf 9 en 14 ruim 400 stuks hout bevat. Vervolgens heeft ze op basis van de gegevens in deze database een bijdrage geschreven over de doelstellingen, de methodiek en de resultaten van het houtonderzoek. Haar bevindingen zijn in zeven delen toegevoegd aan deze basisrapportage (paragraaf 3.4, 4.1.3, 5.3.1, 5.8, 7.3, 10.1.2 en 10.2.3).

Tijdens de uitwerking van de opgravingsgegevens is de hulp van meerdere specialisten ingeroepen. R.M. Visser en E. Jansma (RING) hebben onderzoek gedaan naar de mogelijke herkomst van het hout dat werd gebruikt voor de bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125 (paragraaf 5.9). G. Aalbersberg van het Instituut voor Geo- en Bio-archeologie van de Vrije Universiteit Amsterdam onderzocht zeven grindmonsters. De resultaten van dit onderzoek (tezamen met die van vier andere opgravingen in Leidsche Rijn) zijn door hem gepubliceerd in een rapport (Aalbersberg 2004). Op basis van dit rapport zijn drie paragrafen geschreven over het gebruikte verhardingsmateriaal (paragraaf 3.5, 4.2 en 5.10). E.A.K. Kars, A.M. Brakman en C. van Pruissen (allen ADC) onderzochten het Romeinse baksteenmateriaal, dat voornamelijk werd aangetroffen op de wegflanken en in de bedding van de tweede rivierdoorbraak. Ook zij legden hun gegevens vast in een database, op basis waarvan ze vervolgens paragraaf 3.6 en 9.2 hebben geschreven. M. Hendriksen (Cultuurhistorie Gemeente Utrecht) conserveerde en determineerde de metalen voorwerpen. In paragraaf 9.3 geeft hij een beschrijving van deze materiaalcategorie. B.J. van Veen van het Rijksmuseum Het Koninklijk Penningkabinet determineerde de vier aangetroffen munten. Het dierlijke botmateriaal van het project LR31 is onderzocht door E. Esser van Archeoplan Eco. Aangezien slechts een zeer klein deel van dit botmateriaal afkomstig is uit een context die in verband gebracht kan worden met de *limes*weg, heeft zij haar bevindingen niet in rapportvorm op papier gesteld. Datzelfde geldt voor E. Taayke van Buro Potgruis (handgevormd aardewerk) en R. Niemeyer van KUN-Auxilia (gedraaide aardewerk). In paragraaf 9.1 worden op basis van hun bevindingen wel enkele opmerkingen gemaakt over het dierlijke botmateriaal en het gedraaide en het handgevormde aardewerk. De menselijke botresten uit de bedding van de tweede rivierdoorbraak zijn onderzocht door L. Smits (Smits Antropologisch Bureau). Haar bevindingen zijn weergegeven in paragraaf 9.1. E. Hanraets van RING onderzocht 27 dendro-monsters, waarvan zij er uiteindelijk tien dateerde (RING Intern Rapport 2003013). Een deel van de planken van het beschot en ca. vijftien eikenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125 worden op dit moment geconserveerd bij de afdeling scheepsarcheologie van de Rijksdienst voor archeologie, cultuurlandschap en monumenten (RACM Lelystad).

Deze basisrapportage is grotendeels geschreven door J.S.van der Kamp. E.P. Graafstal onderwierp de tekst aan een kritische blik. Daarnaast zijn de paragrafen over de ontdekking van de Romeinse weg (paragraaf 1.2) en het AMZ-kader (paragraaf 1.3) door hem geschreven. Hij was bovendien mede verantwoordelijk voor de paragraaf met de vraagstelling (paragraaf 3.2) en hij schreef een korte tekst over de aangetroffen stempels op de dakpannen (onderdeel van paragraaf 9.2.1). M.C.M. Langeveld tenslotte schreef een paragraaf over de ontwikkeling en datering van de *limes*weg (paragraaf 2.2)



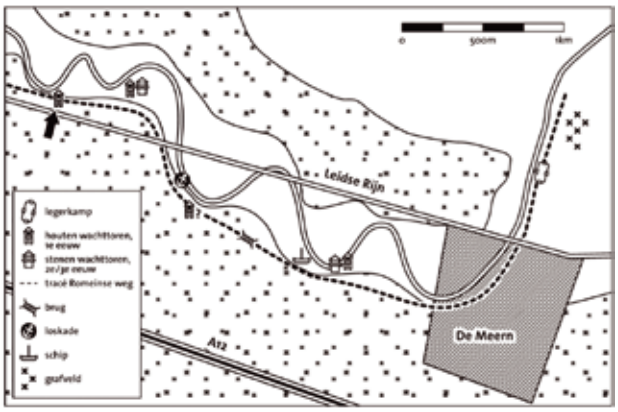
**Afb. 2.1** Detail van de geomorfogenetische kaart van Zuid-Utrecht met daarop aangegeven de ligging van het opgravingsgebied. Duidelijk zichtbaar zijn de brede stroomrug van de Oude Rijn aan de noordzijde (met in groen de twaalfde-eeuwse restgeul), de smalle stroomrug van de Heldam aan de zuidzijde en het kleine komgebied van Polder Vleuterweide daar tussenin. Ten zuiden van de Heldammer stroomrug is een smalle crevasserug weergegeven, die vermoedelijk uit de Bronstijd dateert. Bron: Berendsen 1982, blad 1.

# 2 Landschappelijke en archeologische context

## 2.1 Fysische geografie

Aan het begin van het Holoceen (10.000 BP tot nu) lagen in geheel Nederland afzettingen uit het Weichselien (de laatste fase van het Pleistoceen; 120.000 – 10.000 BP) aan het oppervlak. In het onderzoeksgebied bestonden deze afzettingen uit dekzanden behorend tot de Twente Formatie. Doordat in het vroege Holoceen de zeespiegel snel steeg, ontstonden op deze dekzanden dikke veenpakketten. Rond ca. 4.300 voor Chr. verlegde de Rijn zijn hoofdafvoer (ter hoogte van het huidige Wijk bij Duurstede) vanuit het centrale deel van het rivierengebed naar het noorden, om vervolgens vanaf het huidige Utrecht weer naar het westen te stromen. Vanaf 3.000 v.Chr. was er echter pas sprake van grootschalige rivieractiviteit binnen dit zogenaamde Utrechtse stroomstelsel (Jansma en Morel, 17). De rivier ten westen van Utrecht stond vanaf de Middeleeuwen bekend als de Oude Rijn. De stroomrug hiervan is direct ten westen van Utrecht ca. 2 km breed, om tussen en Harmelen en Woerden te versmallen tot zo'n 1 km (afb. 2-1). Deze relatief grote breedte is het gevolg van het feit dat het pleistocene dekzand zich hier relatief dicht onder het oppervlak bevindt.

Het huidige onderzoeksterrein is gelegen op de ca. 4 km lange Heldammer stroomrug, die zich ten noorden van de Meern afsplitst van die van de Oude Rijn. Ter hoogte van Harmelen komen ze weer samen. Tussen de beide stroomruggen bevindt zich het ca. 3,5 km lange en ca. 500 m brede komgebied polder Vleuterweide. De Heldammer stroomrug is ontstaan rond het begin van het Laat-Neolithicum (ca. 2.900 v.Chr.) als gevolg van grootschalige rivieractiviteit van de Rijn. De rivier op deze smalle stroomrug is echter niet altijd actief geweest en perioden van verhoogde activiteit werden afgewisseld door perioden van verminderde en zelfs onderbroken rivieractiviteit. Op basis van archeologisch onderzoek kunnen twee fasen met zekerheid worden onderscheiden, de zogenaamde Heldammer stroomrug fase 1 en fase 2. Fase 1 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een vegetatiehorizont (laklaag) in de top van de oeverafzettingen, gelegen op een hoogte van 0,50 m -NAP tot 0,00 m NAP (wat neerkomt op een diepte van ca. 1 m onder oorspronkelijk maaiveld). De top van de beddingafzettingen (zand) ligt op maximaal 1,40 m -NAP. De stroomrug was in deze fase ca. 400 m breed. In deze beginperiode ontstond er ten zuiden van de Heldammer stroomrug een smalle crevasserug met een lengte van ca. 2 km. De eindfase hiervan wordt gedateerd aan het einde van het Laat-Neolithicum




**Afb. 2.2** Schematische weergave van de Heldammer stroomrug, inclusief de rivierbedding en de belangrijkste opgegraven Romeinse structuren. Van de beide stenen wachttorens zijn geen overblijfselen daadwerkelijk opgegraven, maar de aanwezigheid van de torens wordt verondersteld op basis van aangetroffen (bouw)materialen in de geul van de Heldam. De middelste houten wachttoren is niet gevonden, maar wordt vermoed op basis van de gereconstrueerde zuidelijke rivierbocht. Inmiddels is direct ten westen van de meest oostelijke houten wachttoren een tweede schip aangetroffen, dat nog slechts gedeeltelijk is opgegraven. Het opgravingsterrein van LR31 wordt aangegeven met de pijl.

(2.600-2.000 v.Chr.). In de Midden Bronstijd (rond ca. 1.400 v.Chr.) begon de Heldammer rivier te verlanden en vermoedelijk in de Late Bronstijd is de boven genoemde vegetatiehorizont ontstaan. Waarschijnlijk heeft er tot in de Late IJzertijd geen noemenswaardige sedimentatie plaatsgevonden, als gevolg waarvan dit gebied bruikbaar was voor de mens. Uit archeologische vondsten blijkt dan ook dat er bewoning was in (in ieder geval de Late) IJzertijd.

In de tweede fase vond er een reactiveringplaats, die vermoedelijk kort voor het begin van de jaartelling gedateerd moet worden. De meandergordel uit deze periode is op veel punten slechts 200 m breed en vertoont grote meanderbochten. Hierdoor is de onderliggende meandergordel uit fase 1 grotendeels omgewerkt. Het huidige maaiveld weerspiegelt de top van de oeverafzettingen, terwijl de top van de onderliggende beddingafzettingen zich meestal direct onder de huidige bouwvoor bevindt (ca. 0,70 m+NAP). Archeologisch onderzoek heeft aangetoond dat de bedding van de Heldammer rivier in deze fase vermoedelijk ca. 4 m diep was. Waarschijnlijk hoorde daar een beddingbreedte van ongeveer 25 tot 30 m bij. Na de vondst van de *limes*weg in september 1997 in deelgebied Veldhuizen werd duidelijk dat de Heldammer rivier als grensrivier heeft gediend. Mogelijk werd hiertoe

besloten omdat deze een betere waterdoorvoer had dan het parallelle deel van de Oude Rijn. Mogelijk ook streefde men ernaar het aantal rivierkruisingen van de landroute te beperken. De Heldammer rivier heeft in de Romeinse periode waarschijnlijk vijf grote zuidelijke bochten gekend (afb. 2-2). Langs drie van deze bochten zijn de afgelopen jaren Romeinse wachttorens opgegraven, waaronder die van het project LR31. De situering van deze torens doet vermoeden dat de grensrivier het belangrijkste object van observatie vormde.

Tot ruim 200 na Chr. vertoonde de rivier aanzienlijke activiteit, die regelmatig leidde tot erosie van onder meer soms zwaar beschoeide secties van de *limes*weg. Vermoedelijk rond het midden van de derde eeuw begon de Heldammer rivier te verlanden en liepen haar dimensies vrij plotseling sterk terug. Hierdoor restte rond het midden van de derde eeuw nog slechts een klein geultje met een waterdiepte van niet veel meer dan 1 m. Vooralsnog is het de vraag of het vrij plotselinge einde van de Heldammer rivier een gevolg was van de beëindiging van serieuze onderhoudswerken aan de *limes*-infrastructuur als gevolg van het wegvallen van de militaire presentie in dit gebied.

**Bodemopbouw van het onderzoeksterrein**
Het opgravingsterrein van het project LR31 bevindt zich aan de uiterste westzijde van de Heldammer stroomrug, die op dit punt ca. 450 m breed is. De afstand van de opgravingssleuven tot aan de uiterste zuidgrens van de stroomrug bedraagt zo'n 60 m. Bij bestudering van het zuidprofiel van sleuf 9 bleek de bodem ter plaatse van het wachttorenterrein te bestaan uit oever- op komafzettingen. De komafzettingen bestaan uit een pakket venige klei. De oeverafzettingen worden gevormd door een ca. 70 tot 80 cm dik pakket kalkrijke, lichte klei en zware zavel. De overgang tussen de kom- en de bovenliggende oeverafzettingen is abrupt. Dit in tegenstelling tot de geleidelijke overgang die stroomopwaarts in Leidsche Rijn steeds is aangetroffen (zie o.a. Vos en Blom 2003, 21). Daar bestaan de komafzettingen uit een pakket venige klei met daarop een pakket kalkloze, zware en matig zware klei, waarin zich een vegetatiehorizont heeft ontwikkeld. Naar boven toe gaan deze komafzettingen geleidelijk over in oeverafzettingen die bestaan uit een pakket kalkrijke, lichte klei en daarboven een pakket zavel. De abrupte overgang op het wachttorenterrein geeft aan dat de top van de komafzettingen op dit terrein is geërodeerd door de bovenliggende oeverafzettingen. Daarbij is een pakket met een dikte van hooguit enkele decimeters verdwenen. De wachttorens zijn dus aangelegd op oeverafzettingen. Aangezien de oudste wachttoren op het terrein vermoedelijk dateert uit de jaren 40 van de eerste eeuw na Chr. is de vorming van deze oeverafzettingen te dateren in de (Late) IJzertijd of vlak na het begin van de jaartelling.

In het bestudeerde profiel was bovendien te zien dat boven op de oeverafzettingen een ca. 80 cm dik kleipakket ligt. De top van dit pakket is opgenomen in de (subrecente) bouwvoor. De ontstaanswijze van dit pakket is niet zeker. Hiervoor bestaan twee opties. Het is het meest waarschijnlijk dat het gaat om natuurlijke overstromingsafzettingen van de Heldammer rivier, die zijn gevormd nadat de Romeinse weg buiten gebruik was geraakt. De afzettingen zouden in dat geval gevormd zijn in de derde eeuw na Chr. De afzettingen zijn dan te koppelen aan overstromingen die plaats vonden ten tijde van de eindfase van de Heldammer stroomrug. Een minder waarschijnlijke mogelijkheid is dat de afzettingen behoren bij overstromingen vanuit de Oude Rijn in een latere periode. Het opgravingsterrein ligt namelijk slechts 500 m ten oosten van het aansluitpunt van Heldammer stroomrug op die van de Oude Rijn. De Oude Rijn is tot aan de afdamming bij Wijk bij Duurstede in of rond 1122 na Chr. actief geweest. Tot die tijd heeft sedimentatie plaats gevonden in het aangrenzende gebied.

Ter hoogte van het westelijke deel van sleuf 11 sluit de smalle crevasserug (zie boven) aan op de Heldammer stroomrug. Deze 50 á 60 m brede crevasserug ontspringt halverwege de Heldammer stroomrug en slingert over een afstand van zo'n 2 km door het aangrenzende komgebied. Restanten van deze crevasserug werden echter niet waargenomen. Dit is vermoedelijk het gevolg van het feit dat ter hoogte van het westelijk deel van sleuf 11 een derde-eeuwse rivierbocht de oorspronkelijke bodemopbouw volledig heeft verstoord.

## 2.2 De ontwikkeling en datering van de limesweg *(M.C.M. Langeveld)*

Historische bronnen met betrekking tot de constructie en de morfologie van Romeinse wegen zijn slechts in beperkte mate voorhanden. Indirecte verwijzingen naar de constructie van wegen hebben voornamelijk betrekking op het mediterrane gebied. Voor inzichten in de constructieve aspecten zijn we vrijwel uitsluitend aangewezen op archeologische bronnen. Onderzoek naar de morfologie van Romeinse wegen en het Romeinse wegennet in Frankrijk (Chevalier 1997) en Groot-Brittannië (Davies 2002) hebben enkele belangrijke inzichten opgeleverd.

Traditioneel worden wegen weergegeven met een verhoogd grondlichaam en een verhard wegoppervlak (Davies 2002, 33). Het grondlichaam (agger) is aan beide zijden geflankeerd door (primaire) bermgreppels die waarschijnlijk voor de afvoer van water gediend hebben. Parallel aan de primaire bermgreppels zijn op enige afstand zogenaamde secundaire bermgreppels aangelegd. De zone tussen deze greppels is ontgonnen, hoewel de functie ervan onduidelijk is. Chevalier veronderstelt drie mogelijke functies voor deze 'secundaire bermzones'.

In de eerste plaats interpreteert hij deze fenomenen als een ruimtelijke afbakening van de openbare weg. Daarnaast dienen zij wellicht om een zone met vrij zicht te creëren met het oog op struikroverij en andere vormen van banditisme. Een derde mogelijke interpretatie omvat een functionele toewijzing van deze nevenstroken als veedriften en/ of ruiterpaden.

Davies (2002, 142) wijst op de grote variatie in maatvoering en constructie binnen het Romeinse wegennet in Brittania. Desalniettemin kunnen enkele trends worden waargenomen. Aan de hand van 39 vindplaatsen heeft Davies de variatie in straatbreedtes geanalyseerd. Een straatbreedte van 14 pedes (4,2 m) komt met zes vertegenwoordigers (15%) het meest voor. Wegdekbreedtes van 10, 12, 22 en 27 pedes (respectievelijk 3 m, 3,6 m, 6,6 m en 8,1 m) hebben een lagere frequentie (ieder drie maal: 7,5%). Verder wijst hij op het feit dat de wegen in het noorden van Engeland over het algemeen zijn uitgerust met een zwaardere fundering aan de basis van de agger. Daarnaast is ook het wegdek van de noordelijke Romeinse wegen meestal breder dan hun zuidelijke tegenhangers. Volgens Davies hangen deze kenmerken van de noordelijke wegen voor een groot deel samen met de voornamelijk militaire doeleinden die deze gediend hebben.

**De limesweg in het Nederlandse rivierengebied**
Gepubliceerd onderzoek naar de *limes*weg in het rivierengebied is in beperkte mate voorhanden. De publicaties over dit onderwerp beperken zich tot die van Valkenburg-De Woerd (Van Dierendonck 1993, Bult en Hallewas 1990), Valkenburg-Veldzicht (Vos en Lanzing 2000), in mindere mate Woerden-Wagenstraat, Gedempte Binnengracht (Haalebos 1998, 31) en enkele locaties in Leidsche Rijn (Graafstal 2000).

Binnen Leidsche Rijn is op verscheidene locaties onderzoek naar de *limes*weg verricht. Secties hiervan zijn aangesneden bij het project 'Zuidelijke Stadsas II' (Vos en Blom 2001), op diverse locaties in plangebied Veldhuizen (project 'Waterland'; Graafstal 2000, en project 'De Balije'; Vos en Blom 2003 en Langeveld en Luksen-IJtsma in voorber.), alsmede in plangebied Vleuterweide (project 'LR31 Zandweg') en binnen plangebied De Woerd (project 'LR46'; Langeveld, Luksen-IJtsma en Weterings in voorber.). Bij deze onderzoeken is gebleken dat er, naast een aantal specifieke kenmerken, een zekere mate van variatie in constructiewijze is toegepast. De belangrijkste verklaring hiervoor ligt waarschijnlijk in de geomorfologische gesteldheid van het terrein waarop het tracé is aangelegd en de datering van de aanleg (Graafstal 2000, 174).
Er kunnen grofweg twee constructievarianten worden onderscheiden. De eerste variant omvat het zogenaamde 'profieltype' en wordt voornamelijk aangetroffen op de drogere ondergronden, zoals bijvoorbeeld oeverafzettingen of oude beddingafzettingen. Dergelijke constructies beschikten vaak over een opgeworpen weglichaam (van soms zeer beperkte hoogte) of maakten gebruik van natuurlijke verhogingen in het landschap. In sommige gevallen werd de agger geflankeerd door één of twee primaire bermgreppels. Daarnaast zijn er sporadisch ook secundaire bermgreppels geconstateerd. Op de kruin van het grondlichaam werd meestal wegdekverharding aangebracht, die vrijwel uitsluitend werd gevormd door een grindpakket.

Op minder 'vaste' ondergronden, zoals bijvoorbeeld in komgebieden, is een aanvullende versteviging aan weerszijden van het grondlichaam aangebracht. Deze constructievariant is dan ook volledig kunstmatig (antropogeen) en maakt in constructief opzicht geen gebruik van de aanwezige landschappelijke factoren. Het weglichaam was aan beide zijden voorzien van een bermbeschoeiing, bestaande uit een rij ingeslagen palen met aan de binnenzijde een beschot van planken of vlechtwerk. Zowel de palen als het beschot werden aangebracht onder de nog aan te leggen kruin van het grondlichaam. Het beschot functioneerde als grondkering en verdeelde de interne krachten binnen het weglichaam. Aan weerszijden van het weglichaam werd tegen de bermbeschoeiing aan een aarden talud aangelegd. Aan de voet van deze taluds is op een aantal locaties een lichter beschot geconstrueerd om erosie tegen te gaan. Primaire en secundaire bermgreppels worden bij deze constructievariant vrijwel niet aangetroffen. Grind lijkt het belangrijkste wegverhardingmateriaal te zijn geweest.

**De vroegste fase van de weg**
Op grond van dendrochronologisch onderzoek naar de in deze wegen gebruikte eikenhouten palen en de hiermee geassocieerde structuren zijn voor de *limes* in west-Nederland twee grootschalige bouwfasen aangetoond. De vroegste fase is doorgaans uitgevoerd in lokaal zachthout zoals es, els en iep. Voor deze houtsoorten zijn (nog) geen referentiecurven beschikbaar, zodat ze dendrochronologisch niet gedateerd kunnen worden. Enkele eikenhouten constructiedelen met een lokale herkomst zijn bepalend voor de datering van deze eerste fase van de weg. Deze eiken bleken regelmatig een veldatum van 99/100 na Chr. te hebben. Dit was in eerste instantie aanleiding om een grootscheepse bouwcampagne te veronderstellen in de eerste jaren van de regering van keizer Traianus (98-117 na Chr.) (Haalebos 1998). De toegenomen aandacht voor het Nederlandse deel van de rijksgrens werd in verband gebracht met zijn gouverneurschap van Germania Inferior in 98 na Chr., kort voordat hij tot keizer werd uitgeroepen.

Voortschrijdend inzicht heeft echter een genuanceerder beeld en een vroegere datering opgeleverd. Onderzoek in Valkenburg heeft uitgewezen dat de aanleg van een aantal wegsecties mogelijk reeds in de laat-Flavische periode (69-96 na Chr.) gedateerd moet worden. Een herziene datering van constructiehout in een weglichaam

in Valkenburg-Marktveld (Van Dierendonck 1993, 17) heeft een kapdatum tussen 90 en 100 na Chr. opgeleverd (Vos en Lanzing 2000, 23). Verder wordt voor de oudste secties van de vroegste wegfase in Valkenburg-Veldzicht een datering tussen 39/40 en 90 na Chr. verondersteld (Vos en Lanzing, 23). Daarna hebben hier tussen 90 en 100 na Chr. constructieve aanpassingen plaatsgevonden aan deze wegsectie (Vos en Lanzing 2000, 27). Daarnaast zijn bij een opgraving aan de Gedempte Binnengracht in Woerden resten van een meerfasige weg-achtige constructie aangetroffen, gelegen op de beddingafzettingen van een rivier uit de Romeinse tijd. Dendrochronologisch onderzoek heeft dateringen in 99/100 en 124/125 na Chr. opgeleverd (Haalebos 1998, 31). Op grond van associaties met de in 1984 als 'weg' geduide resten aan de Wagenstraat veronderstelde Haalebos dat de constructie aan de Gedempte Binnengracht ook als dam of weg geïnterpreteerd moet worden. Deze interpretatie is echter niet zeker. De vroegste constructie aan de Gedempte Binnengracht bestaat slechts uit één rij verticaal gestelde palen en beschotplanken. Hierdoor kan niet met zekerheid worden gesteld dat het een weg betreft. Zeker gezien de landschappelijke situering kan niet worden uitgesloten dat het een beschoeiingconstructie of kadewerken betreft.

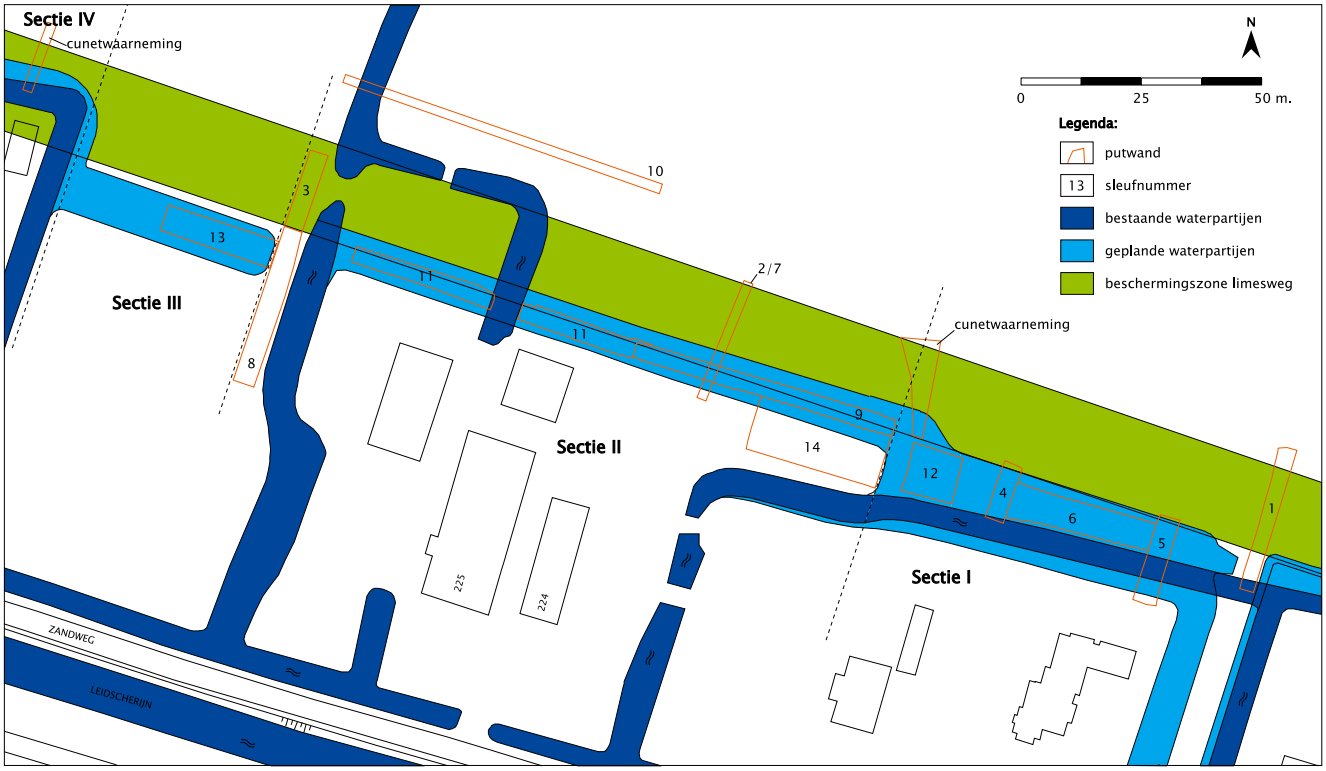
Voorbeelden van een pre-Traiaanse wegaanleg zijn echter ook in Leidsche Rijn aangetoond. In sleuf 6 van het project 'Waterland' bleken twee (niet exact te dateren) wegfasen vooraf te gaan aan aanpassingen uit de jaren 100 en 107 na Chr. In sleuf 2 van dat project kon een bermbeschoeiing worden gedateerd in 89 na Chr. Daarnaast zijn er enkele secundaire aanwijzingen voor een pre-Traiaanse datering van de vroegste wegaanleg. Aanvullende informatie over onderhoudscampagnes kan namelijk worden afgeleid uit met de Romeinse weg geassocieerde constructies, zoals bijvoorbeeld rivierbeschoeiingen en steiger- en kadeconstructies. Enkele van deze elementen hebben nauwkeurige dateringen opgeleverd. Genoemd moeten worden onder andere een steigerconstructie van het project 'Waterland' uit 92/93 na Chr., een rivierbeschoeiing van het project 'Zuidelijke Stadsas II' uit 93 na Chr. en een rivierbeschoeiing uit het project 'Waterland' uit 90 en 91 na Chr.

Op basis hiervan mag worden verondersteld dat de *limes*weg in west-Nederland zich mogelijk vanaf de vroege jaren 90 of iets eerder ontwikkelde tot een min of meer aaneengesloten tracé en plaatselijk is uitgevoerd met houten bermbeschoeiingen. De werkzaamheden aan de weg en diverse geassocieerde constructies in de vroege regeringsjaren van Traianus (namelijk in 99/100 na Chr.) moeten waarschijnlijk worden beschouwd als een zeer grondige onderhoudsbeurt van een reeds bestaande weg. Een zeer opmerkelijk fenomeen is de grote nadruk op de waterbouwkundige structuren die geassocieerd kunnen worden met deze bouwcampagne. De bovenlokale organisatiegraad van de onderhoudscampagne onder Traianus blijkt onder meer uit de aanvoer van houtsoorten uit het Zwarte Woud, de Vogezen, het Rijnland en/of het oost-Nederlandse Pleistocene gebied. Daarnaast zijn geassocieerd met de wegconstructie van 99/100 na Chr. basaltblokken aangetroffen, die mogelijk uit de Duitse Eifel of het vulkanisch gevormde deel van het Duitse Rijnland afkomstig zijn.

**De tweede fase van de weg**

Halverwege de jaren '20 van de tweede eeuw vindt er een nieuwe bouwcampagne plaats, die inmiddels op meerdere locaties langs het westelijk deel van de Nederlandse *limes* is aangetoond. In deze wegconstructie is doorgaans eikenhout verwerkt, waardoor een nauwkeurige dendrochronologische datering kan worden verkregen. Net als in de voorafgaande periode bestaat de weg - afhankelijk van landschappelijke omstandigheden - uit een onbekiste en een bekiste variant. Uit de aanzienlijke ruimtelijke verspreiding van de wegwaarnemingen uit deze fase kan worden afgeleid dat de aanleg grootschalig is uitgevoerd. De vroegst gedateerde wegelementen zijn aangetroffen in Valkenburg. De weg van de vindplaatsen Marktveld en Veldzicht is waarschijnlijk in of kort na 123/124 na Chr. aangelegd. Opmerkelijk is dat de wegconstructies in Woerden en Leidsche Rijn (project 'De Balije' en 'LR31 Zandweg') een jaar later gedateerd kunnen worden (124/125 na Chr.). Dit wijst mogelijk op een gefaseerde wegaanleg. Tot in het tweede kwart van de derde eeuw zou het gekozen wegtracé niet meer veranderen.

Bij de bouwwerkzaamheden is behalve een grondige herbouw van de *limes*weg ook veel aandacht besteed aan de waterbouwkundige werken. Hiervan zijn meerdere voorbeelden te noemen. Zo zijn enkele palen uit de beschoeiing van de gracht van Corbulo gedateerd in 124/6 en is een reeks palen uit kade 5 gedateerd tussen 124 en 125. In Leidsche Rijn zijn de meeste palen uit het bruggenhoofd van de moerasbrug in Veldhuizen (project 'Waterland') gedateerd in 124 of 125 (Graafstal 2002, 13).




**Afb. 3.1** De oude topografische situatie met daarop aangegeven de 20 m brede beschermingszone van de *limes*weg, de vier secties van de geplande waterpartij en het sleuvenoverzicht van het project LR31.

# 3 Vraagstelling en methode

## 3.1 Geplande bodemingrepen

Na de ontdekking van de *limes*weg in september 1997 is in het volgende jaar het tracé hiervan door middel van grondboringen in kaart gebracht (Haarhuis 1997, 1999a en 1999b, zie paragraaf 1.2). Op basis van de gegevens van dit booronderzoek zijn de resten van de Romeinse weg ingepast in de stedenbouwkundige plannen door middel van het instellen van een 20 m brede beschermingszone. Ter hoogte van het huidige onderzoeksterrein diende in 2002 direct ten zuiden van deze beschermingszone een oost-west georiënteerde sloot en waterpartij aangelegd te worden. Deze watergangen, die onderdeel zouden gaan vormen van het hoogwatersysteem van Vleuterweide, waren noodzakelijk om het grondwaterpeil ter plaatse van de bestaande bebouwing langs de Zandweg én in de beschermingszone van de Romeinse weg in de toekomst op het gewenste peil te houden. Er werd overeengekomen dat de te verstoren terreindelen vooraf archeologisch zouden worden onderzocht. Na afloop van het archeologisch onderzoek zijn op basis van de bevindingen hiervan veranderingen in het ontwerp van de waterpartij aangebracht.

De geplande waterpartij had een totale lengte van 345 m, de breedte verschilde per sectie (afb. 3-1). Het breedste deel van de waterpartij diende te worden aangelegd in de oostelijke 100 m (sectie I). Dit deel maakte gebruik van een bestaande sloot, die in noordelijke richting zou worden verbreed. Hierdoor kreeg de aan te leggen waterpartij in deze sectie op maaiveldhoogte een breedte van ca. 11 m aan de oostzijde tot zo'n 25 m aan de westzijde. De noordelijke insteek van dit deel van de waterpartij zou strak tegen de zuidgrens van de beschermingszone aan komen te liggen. In de eerste maanden van 2002 is door middel van het aanleggen van de sleuven 1 t/m 3 de exacte ligging van de weg binnen de beschermingszone vastgesteld, waarbij bleek dat deze 5 m zuidelijker lag dan tot dan toe werd aangenomen. Als gevolg hiervan werd besloten de noordelijke insteek van de waterpartij in sectie I ca. 1,5 m in zuidelijke richting op te schuiven.

De geplande waterpartij in sectie II bestond aanvankelijk uit een ca. 140 m lange sloot met een breedte van 8 m op maaiveld. Ter hoogte van deze sectie deed zich een knelpunt voor bij de inpassing van de Romeinse weg. De verwerving van de benodigde gronden voor de beschermingszone bleek slechts mogelijk op voorwaarde dat een brede scheidingssloot zou worden gerealiseerd tussen de beschermingszone en de bestaande erfbebouwing van het perceel Zandweg 225. Als gevolg daarvan zou de sloot in deze sectie II grotendeels binnen de ingestelde beschermingszone komen te vallen. Nadat was gebleken dat de *limes*weg ca. 5 m zuidelijker lag dan eerder werd vermoed, werden voor wat betreft sectie II de breedte van de sloot en de steilte van de taluds aangepast. Het uitgangspunt daarbij was dat het weglichaam van de Romeinse weg en de flankerende houtconstructies gespaard dienden te blijven. De geplande waterpartij in sectie II zou daarom een breedte van 4,6 m op maaiveld krijgen, waarbij de taluds uitgevoerd dienden te worden in een verhouding van 1:1. De slootbodem zou bestaan uit een 1 m breed, vlak deel met aan weerszijden een 1,8 m breed talud. De bodem zou komen te liggen op een diepte van 1,40 m-NAP, terwijl het maaiveld zou worden aangelegd op 0,40 m+NAP. Het noordelijke talud zou volledig binnen de beschermingszone gelegen zijn.

Direct ten westen van de waterpartij in sectie II diende een noord-zuid georiënteerd fietspad aangelegd te worden, waaronder diverse leidingen zouden komen te liggen. Dit fietspad doorsneed de beschermingszone volledig en diende dan ook voorafgaand aan de werkzaamheden archeologisch onderzocht te worden. Ten westen hiervan lag sectie III van de aan te leggen waterpartij: een ca. 42 m lange en op maaiveld 9,9 m brede sloot, waarvan de noordelijke insteek wederom strak tegen de zuidgrens van de beschermingszone aan zou komen te liggen. De slootbodem zou bestaan uit een 2 m brede, vlakke zone gelegen op een diepte van 1,90 m-NAP. De beide taluds - uitgevoerd in een verhouding van 2:3 - hadden een breedte van 3,45 m, waarbij het noordtalud bovendien was voorzien van een 1 m brede plasberm. Voor wat betreft de waterpartij in sectie IV bestond het plan een volledig binnen de beschermingszone gelegen, bestaande sloot te verbreden tot een 68 m lange en op maaiveld 10 m brede sloot. Uiteindelijk echter is deze bestaande sloot ongewijzigd gehandhaafd.

Als laatste geplande bodemingrepen dienen hier twee noord-zuid georiënteerde cunetten ten behoeve van drainagebuizen vermeld te worden. Aan de westzijde van sectie I en de oostzijde van sectie IV zou een verbinding worden gemaakt tussen de hoogwatersloot en Deelplan 2 van Vleuterweide ten behoeve van de aanleg van drains en andere leidingen. De beide cunetten zouden daarom dwars door de beschermingszone van de *limes*weg heen gegraven worden. Het westelijk cunet zou een breedte

van zo'n 2 m krijgen, terwijl deze bij het oostelijk cunet zo'n 2 m (zuidzijde) tot 8 m (noordzijde) zou bedragen. De bodem van de cunetten zou rond de ca. 1 m onder huidig maaiveld komen te liggen. Vanwege deze relatief beperkte diepte werden de cunetten niet vooraf opgegraven, maar werden deze na aanleg gedocumenteerd door de onderzoekers van het project LR31.

## 3.2 Vraagstelling

*(E.P. Graafstal en J.S. van der Kamp)*

Bij het bespreken van de vraagstelling is het nodig om een onderverdeling te maken op basis van onder meer de voorgenomen bodemingrepen en twee verschillende stadia van archeologisch onderzoek. In het eerste stadium werden sleuf 1 en 2 aangelegd, grotendeels gelegen binnen de beschermingszone van de *limes*weg. Op de plek van deze sleuven waren geen bodemingrepen gepland. In het tweede stadium werd onderzoek uitgevoerd op de plekken waar bodemingrepen waren gepland, gelegen buiten de beschermingszone. Alleen sleuf 3 lag hierbinnen en de vraagstelling in deze sleuf sloot dan ook aan bij die van sleuf 1 en 2.

*Sleuf 1, 2 en 3*
Het onderzoek in sleuf 1 t/m 3 had tot doel de exacte ligging van het weglichaam binnen de beschermingszone te bepalen en de conserveringsgraad van de bijbehorende houtconstructies vast te stellen. Op basis van deze kennis konden de eventuele negatieve gevolgen van de aan te leggen waterpartij worden bepaald en desgewenst aanpassingen worden aangebracht in het ontwerp daarvan. Vanwege de in sleuf 1 t/m 3 waargenomen zuidelijker ligging van de weg werd het ontwerp van de waterpartij in sectie I en II uiteindelijk veranderd.

*Sleuf 4 t/m 13*
Het onderzoek van de *limes*weg in de tweede fase had als uitgangspunt dat de aan te leggen sleuven beperkt dienden te blijven tot de toekomstige ontgravingen, die bijna allemaal in de lengterichting en aan de flank van de Romeinse weg zouden komen te liggen. Op basis van de bevindingen uit sleuf 1 t/m 3 kon worden vermoed dat de houtconstructie van de zuidelijke bermbeschoeiing niet in de aangelegde sleuven aanwezig zou zijn. Slechts de zuidflank van het weglichaam en één of meerdere bermgreppels konden redelijkerwijs worden aangetroffen. Desondanks kan het informatierendement van het onderzoek aanzienlijk zijn wanneer gericht aandacht zou worden besteed aan de navolgende aandachtspunten. Deze vloeien voor een belangrijk deel voort uit het gemeentelijke onderzoeksprogramma voor Leidsche Rijn, waarvan de Romeinse weg een belangrijk onderdeel is (voor een beknopte beschrijving hiervan, zie Graafstal 2002, 3-5), en uit specifieke inzichten verkregen tijdens het vooronderzoek.

*Profiel:* Hoewel het eigenlijke weglichaam van de Romeinse weg naar verwachting niet aan snee zou komen, gaf de wisselende natuurlijke ondergrond aanleiding om binnen het onderzoeksgebied een verandering in de profielopbouw van de weg te veronderstellen. Dit kon betekenen dat de basis van het weglichaam niet overal even breed is geweest en dat randverschijnselen als bermsloten niet evenwijdig met de gereconstrueerde aslijn van de weg meelopen.

*Tracé:* Een eventuele afwijkende oriëntatie van randverschijnselen kon echter ook wijzen op lichte knikken in het wegtracé, die naderhand kunnen zijn aangebracht. Dit verschijnsel is eerder vastgesteld in een rivierbocht in het westen van Veldhuizen, waar het wegtracé in later tijd iets is verlegd in antwoord op een westwaartse rivierverplaatsing (project Waterland, Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.).

*Plaveiselmateriaal:* Over het algemeen blijken de zuidflank van de Romeinse weg en eventuele greppels aan die zijde tamelijk rijk aan afgeschoven of verspoeld plaveiselmateriaal. Een vraag in dit verband was of er aanwijzingen zijn voor gebruik van andere materialen dan alleen grind. De mate van associatie van met name dakpanfragmenten en natuursteenbrokken enerzijds en grindpockets of sterk grindhoudende lagen anderzijds vormde in dit verband een punt van voortdurende aandacht. Voor wat betreft het onderzoek naar het gebruikte plaveiselmateriaal diende speciale aandacht uit te gaan naar de westelijke helft van sectie II. In sleuf 3 werd waargenomen dat een deel van de *limes*weg als gevolg van een rivierdoorbraak is weggeslagen. Vermoedelijk kon het verspoelde plaveiselmateriaal worden aangetroffen in de beddingafzettingen van de rivierbocht in dit deel van Sectie II.

*De materiaalconcentratie uit sleuf 3:* De grote concentratie van baksteen- en andere vondsten in de rivierbedding in sleuf 3 deed de vraag rijzen of deze nog wel toegeschreven kon worden aan de aanvoer van puin (met enige bijmenging van o.a. aardewerk) om te dienen als plaveiselmateriaal of ten behoeve van specifieke reparaties aan de weg. Het viel niet uit te sluiten dat er sprake is van verspoeld materiaal van een militaire (?) site, die dan onmiddellijk ten oosten van sleuf 3 mag worden verwacht. Met een dergelijk scenario werd rekening gehouden bij het onderzoek naar een vergelijkbaar materiaalcomplex in een rivierbocht ca. 2 km oostelijker (project De Balije, Vos en Blom 2003, 12)

*Secundaire bermgreppels:* Uit archeologisch onderzoek in het buitenland is bekend dat naast het eigenlijke weglichaam van Romeinse wegen, soms nog een brede strook werd vrijgemaakt van begroeiing en ingesloten door secundaire greppels, die tot 20 m uit de aslijn van de weg kunnen liggen. Dergelijke vrijgemaakte stroken langs Romeinse wegen worden wel in verband gebracht met

een verbod om vee over de eigenlijke weg te drijven. Tot dan toe waren zulke zijstroken met begeleidende greppels in Nederland niet gesignaleerd.

*Fasering:* Hoewel de versnijdingen van opeenvolgende taluds en bermsloten in het vlak moeilijk te onderscheiden zouden zijn, onder andere door hun geringe graad van verontreiniging en het overeenkomstige bodemmateriaal, moest aandacht worden besteed aan het reconstrueren van een eventuele fasering van zulke verschijnselen. Op grond van eerder onderzochte doorsneden van de Romeinse weg diende rekening te worden gehouden met een geleidelijk uitdijen van het weglichaam en het in de loop der tijd naar buiten opschuiven van taluds en greppels.

*Einddatering:* De zuidflank van de Romeinse weg, met name de meer grindrijke lagen in deze context, blijkt over het algemeen een relatief vondstrijke context, waar bovendien veel jonge vondsten worden gedaan. Het lag daarom voor de hand dat met name het jongste onderhoud of gebruik van de Romeinse weg, zoals blijkt uit geassocieerd vondstmateriaal, een belangrijk aandachtpunt zou zijn. Vooral metaalvondsten blijken in dit verband steeds een grote rol te spelen.

*De datering van de waargenomen rivierverlegging:* Afgezien van de *limes*weg werd in sleuf 2 en 3 tevens een rivierdoorbraak waargenomen, die een deel van de weg had verspoeld, zoals kon worden vastgesteld in sleuf 3. Met het oog op het functioneren van de *limes* in de gevorderde derde eeuw en de laat-Romeinse tijd was een belangrijke vraag wanneer de verspoeling van de weg plaatsvond die in sleuf 3 is geconstateerd. Deze viel indirect af te leiden uit het jongste vondstmateriaal dat op de erosiebasis en in de eigenlijke restgeul wordt gevonden.

*Een eventuele wegomlegging:* De verspoeling van de weg in de loop van de derde eeuw riep de vraag op of er in de laat-Romeinse tijd een plaatselijke omleiding, hoe geïmproviseerd ook, is aangelegd om deze bres in de weg te passeren. Eventuele aanwijzingen daarvoor zouden te verwachten zijn ten zuiden van sleuf 3 of in sectie III.

*Sleuf 11, vlak 3*
Na het aanleggen van vlak 2 in sleuf 11 bleek de situatie aanzienlijk ingewikkelder dan vooraf kon worden vermoed. De in sleuf 3 waargenomen rivierdoorbraak bleek niet dezelfde te zijn als degene die in sleuf 2 werd waargenomen. Deze laatste rivierdoorbraak dateert ongeveer uit het eerste kwart van de tweede eeuw, terwijl die uit sleuf 3 vermoedelijk in de derde eeuw plaatsvond. Als reactie op de eerste rivierdoorbraak werd de *limes*weg over een afstand van waarschijnlijk zo'n 90 m verlegd in zuidelijke richting. De maximale verlegging bedroeg ca. 9 m. Als gevolg daarvan was - geheel tegen de verwachting in - de zuidelijke bermbeschoeiing van deze omleiding aanwezig in sleuf 11. Op vlak 2 kon bovendien worden waargenomen dat deze wegomlegging op zijn beurt gedeeltelijk werd verspoeld door een tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw. Aangezien de oorspronkelijke vraagstelling niet was toegespitst op de aanwezigheid van een bermbeschoeiing diende voor het hernieuwde onderzoek van vlak 3 in sleuf 11 in de vierde campagne de eerdere vraagstelling te worden uitgebreid.

Het grootste deel van de vernieuwde vraagstelling had betrekking op de datering van de rivierdoorbraak en wegomlegging die daarop volgde. Daarnaast vormden het houtgebruik en de houtlogistiek tijdens de constructie van deze zuidelijke bermbeschoeiing een belangrijk onderzoekspunt. Dit deel van de vernieuwde vraagstelling komt aan bod in paragraaf 3.4. De overige aanvullingen op de eerdere vraagstelling hadden onder meer betrekking op:

- de aard en de omvang van de tweede-eeuwse rivierdoorbraak. Was de *limes*weg verspoeld door een zuidelijke bocht van de hoofdgeul van de Heldammer rivier of door een crevasse? Hoe groot was het stuk van de weg dat werd weggeslagen? Hoe zag het landschap op deze locatie eruit na de verspoeling en dienden er aanpassingen te worden uitgevoerd vóórdat de wegomleiding kon worden aangelegd? Was er een (oorzakelijke) relatie tussen de aanwezigheid van de crevasserug uit het Laat-Neolithicum en de rivierdoorbraak?

- het tracé van de wegomlegging in relatie tot de eerste rivierdoorbraak. Werd tijdens het herstellen van de *limes*weg de voorkeur gegeven aan het voorkomen van een tweede verspoeling of werd de reparatie uitgevoerd met behulp van een minimum aan materiaal en mankracht? Anders gezegd, lag de wegomlegging op relatief grote (en veilige) afstand van de rivierbocht (met een langer tracé en dus extra moeite en materiaalgebruik als gevolg), of lag deze dicht op de rivier (korter tracé en dus minder moeite en materiaal), waarbij de verhoogde kans op een tweede verspoeling voor lief werd genomen?

- de constructie van de zuidelijke bermbeschoeiing. Heeft de rivierdoorbraak het landschap ter plekke dusdanig aangetast dat extra eisen aan de bermbeschoeiing gesteld werden? In dat opzicht kan met name worden gedacht aan de dubbele palenrij van de bermbeschoeiing die tijdens de derde campagne op vlak 2 van sleuf 11 werd waargenomen. Wat was de functie van de buitenste palenrij (die overigens een aanzienlijk wijdere paalstelling kende) in relatie tot de binnenste palenrij, waarlangs de beschotplanken waren aangebracht? Hoe verhield deze constructie zich tot andere bekistingen van secties van de *limes*weg elders in Leidsche Rijn en West-Nederland?

- de datering van de zuidelijke bermbeschoeiing. Aangezien reeds op vlak 2 van sleuf 11 kon worden vastgesteld dat de beschoeiing grotendeels was vervaardigd van eikenhouten palen, was het zeer aannemelijk dat een deel hiervan geschikt is voor een dendrochronologische datering. Tijdens het specialistisch onderzoek aan de palen zou nauwgezette aandacht moeten worden besteed aan de geschiktheid van elke individuele paal voor een dergelijke datering. De dendrochronologische datering van de bermbeschoeiing zou tevens een datering *ante quem* voor de eerste rivierdoorbraak geven.

- de functie van het noord-zuid georiënteerde, liggende hout ten zuiden van de bermbeschoeiing aan de westzijde van vlak 2 in het oostelijke deel van sleuf 11. De vondst van een complete bijl bovenop één van deze liggende stammen deed vermoeden dat het liggende hout in verband gebracht kan worden met de bouw van de bermbeschoeiing. Hadden deze liggende stammen een specifieke functie of betreft het afvalhout? In dat laatste geval kunnen de liggende stammen mogelijk meer licht werpen op houtgebruik en houtlogistiek ter plekke.

- de exacte datering van de tweede rivierdoorbraak en het einde van het gebruik van de weg. Tijdens de tweede campagne was in sleuf 3 aan de voet van de zuidflank van het weglichaam een concentratie metalen voorwerpen gevonden, waarvan de datering rond 225 na Chr. ligt. Mogelijk dat het laatste deel van het archeologisch onderzoek in sleuf 11 dateerbaar materiaal op zou leveren dat deze voorlopige einddatering van de *limes*weg verder in de derde eeuw kon plaatsen. Daarmee zou tevens een datering *post quem* voor de tweede rivierdoorbraak – en daarmee voor de definitieve verlanding van de Heldammer rivier - zijn gegeven.

## 3.3 Methode en uitvoering

**De eerste campagne (sleuf 1 en 2)**
De eerste campagne werd uitgevoerd op 14 en 28 februari 2002 en bestond uit het aanleggen van de noord-zuid georiënteerde sleuven 1 en 2. Beide sleuven doorsneden de ca. 20 m brede beschermingszone van de *limes*weg.

*Sleuf 1*: Sleuf 1 was ca. 3,5 m breed, 32 m lang en was gelegen aan de uiterste oostzijde van het onderzoeksterrein. Het toenmalige maaiveld op dit punt lag rond de 0,20 m-NAP. In sleuf 1 werd één vlak aangelegd, gelegen op een hoogte van 0,52 m- tot 1,03 m-NAP. In dit vlak waren twee palen van de noordelijke bermbeschoeiing zichtbaar (niet geborgen), alsmede diverse zavelpakketten en een middeleeuwse greppel. Eén van de zavelpakketten bevatte grind en oerconcreties en maakte onderdeel uit van het opgeworpen weglichaam. Vervolgens werd het oostprofiel van de sleuf gedocumenteerd. Hierin was het opgeworpen weglichaam en het noordelijke talud daarvan duidelijk herkenbaar.

*Sleuf 2*: Sleuf 2 was ca. 1,6 m breed, 23 m lang en lag min of meer centraal binnen het opgravingsterrein. Het toenmalige maaiveld op dit punt lag rond de 0,40 m+ tot 0,66 m+NAP. Ook in deze sleuf werd één vlak aangelegd, ditmaal gelegen op een diepte van 0,33 m- tot 0,65 m-NAP. Op het vlak waren een eikenhouten paal en diverse paalverkleuringen zichtbaar, verdeeld over twee concentraties. Later zou blijken dat de noordelijke concentratie behoorde tot zowel de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg alsook de noordelijke beschoeiing van de wegomlegging van 125, en de zuidelijke concentratie tot de zuidelijke beschoeiing van de wegomlegging. Aan de noordzijde van het vlak werd een zandpakket aangetroffen, dat later kon worden geïnterpreteerd als behorend tot de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw. Vervolgens werd het oostprofiel van de sleuf gedocumenteerd. Het weglichaam was hierin slechts vaag herkenbaar. Twee grindconcentraties in het profiel zouden later blijken te behoren tot het zuidtalud van de oorspronkelijke weg en de wegomleiding van 125. Aan de noordzijde van het profiel was de eerste rivierdoorbraak zichtbaar. Tijdens de derde campagne zou sleuf 2 opnieuw worden opengegraven. In deze heropende sleuf - geadministreerd onder sleufnummer 7 - werd een vlak en het westprofiel gedocumenteerd.

**De tweede campagne (sleuf 3)**
De tweede campagne werd uitgevoerd op 4, 5 en 9 april 2002 en bestond uit het aanleggen van de noord-zuid georiënteerde sleuf 3 aan de westzijde van het opgravingsterrein. De sleuf was ca. 3,75 m breed, 16 m lang en doorsneed de beschermingszone van de *limes*weg. Op de plek van sleuf 3 zou een fietspad worden gerealiseerd met in de ondergrond diverse kabels en leidingen. In de onderzochte sleuf werden vier vlakken aangelegd en werd het westprofiel gedocumenteerd. Het toenmalige maaiveld lag tussen de 0,10 m+ en de 0,27 m+NAP.
Op vlak 1 (0,25 tot 0,39 m-NAP) werden geen restanten van de *limes*weg aangetroffen. Later zou blijken dat dit gehele vlak was gelegen in afzettingen van de derde-eeuwse rivierdoorbraak van de Heldammer rivier. Aan de noordzijde van het vlak werd een oost-west georiënteerde greppel waargenomen, waarvan de vulling op dit niveau recent was. Op vlak 3 zou uit de vulling ervan een compleet zestiende-eeuws, witbakkend bordje tevoorschijn komen. Vermoedelijk is de greppel - die tot op vlak 4 zichtbaar zou blijken te zijn – dan ook van oorsprong zestiende-eeuws. Aan de zuidzijde van vlak 1 werd een postmiddeleeuwse, noord-zuid georiënteerde greppel waargenomen. Deze greppel was minder diep dan de zestiende-eeuwse greppel en was tot op vlak 3 aanwezig. Er werden geen coupes gezet op dit vlak.

**Afb. 3.2** De noordelijke palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg tijdens het afwerken op vlak 4 in sleuf 3, gezien vanuit het noorden. De zachthouten palen staan nagenoeg tegen elkaar aan en zijn relatief ondiep ingeslagen onder Romeins maaiveld. Aan de linkerzijde van de coupe is duidelijk de vulling van de derde-/vierde-eeuwse geul van de Heldam te zien. Een zuidelijke rivierbocht heeft een deel van de *limes*weg weggeslagen, zoals is te zien aan de afgetopte palen van de bermbeschoeiing. In het westprofiel op de achtergrond is de restgeul van de Heldam zichtbaar, nadat deze zijn bedding over het restant van het opgehoogde weglichaam heen had 'getild'. Kort daarna begon de rivier definitief te verlanden.

Ook op vlak 2 (0,52 tot 0,70 m-NAP) en vlak 3 (0,76 tot 0,88 m-NAP) was van de *limes*weg nog niets zichtbaar. Beide vlakken bestonden grotendeels uit de kleiige afzettingen van de restgeul van de tweede rivierdoorbraak. Ten zuiden van deze restgeul bevond zich de komklei waarin de geul zich had ingeslepen, terwijl aan de andere zijde van de restgeul de beddingafzettingen van dezelfde rivierdoorbraak werden waargenomen. Op geen van beide vlakken werden dan ook sporen afgewerkt. Op vlak 4 (0,96 tot 1,18 m-NAP) werden temidden van geul- en beddingafzettingen van de rivierdoorbraak twee dicht op elkaar gelegen palenrijen van zuidelijke beschoeiingen van de *limes*weg zichtbaar. De noordelijke beschoeiingen waren door de rivier volledig verspoeld. Het dekmateriaal van de weg (grind en dakpanfragmenten) werd aangetroffen in de beddingafzettingen aan de noordzijde van het vlak. Hierin werd tevens een grote hoeveelheid verspoelde elzenhouten en eikenhouten palen aangetroffen, die zeer waarschijnlijk afkomstig is van de verspoelde bermbeschoeiingen stroomopwaarts. Het merendeel van deze palen werd individueel geborgen voor specialistisch onderzoek naderhand. De elzenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiingen werden onderzocht met behulp van twee afzonderlijke oost-west georiënteerde lengtecoupes, waarin 24 (noordelijke rij; zie afb. 3-2 en 4-2) en tien (zuidelijke rij) paalrestanten zichtbaar waren. Ook deze palen werden individueel geborgen ten behoeve van specialistisch onderzoek. Nadat alle palen waren gelicht en de bedding- en restgeulafzettingen machinaal waren uitgeschaafd, werd het westprofiel van de sleuf gedocumenteerd (zie Bijlage II). Hierin was een paal van de beide zuidelijke beschoeiingen zichtbaar, alsmede de beddingafzettingen aan de noordzijde en de restgeulafzettingen aan de zuidzijde hiervan. Tijdens de bestudering van het profiel werden uit twee sterk humeuze lagen in de restgeulvulling C-14-monsters genomen door wijlen dhr. H.J.A. Berendsen, docent van de vakgroep Fysische-geografie van de Universiteit Utrecht.

**De derde campagne (sleuf 4 t/m 13, sleuf 9: vlak 1 t/m 4; sleuf 11: vlak 1 en 2)**

De derde opgravingcampagne vond plaats van 10 juni tot en met 9 juli en bestond uit het aanleggen van de sleuven 4 tot en met 13.

*Sleuf 4:* Deze sleuf had een breedte van ca. 4 m, een lengte van 12 m en was noord-zuid georiënteerd.
Het toenmalige maaiveld had op dit punt een hoogte van 0,04 m- tot 0,08 m+NAP. De noordzijde van de sleuf grensde aan de zuidelijke begrenzing van de 20 m brede beschermingszone. In deze sleuf werden twee vlakken aangelegd.

Vlak 1 (0,39 m- tot 0,53 m-NAP) bestond grotendeels uit recente verstoringen, alsmede dagzomende klei- en zavelbanen met mollusken en kleine dakpanfragmenten. Deze banen behoorden tot het zuidelijke talud van de *limes*weg. Op vlak 2 (0,49 m- tot 0,61 m-NAP) waren afgezien van dit talud eveneens een recente greppel, een middeleeuwse greppel en twee (vermoedelijk middeleeuwse) kuilen zichtbaar. De middeleeuwse sporen werden op dit vlak gecoupeerd en afgewerkt, waarna het westprofiel van de sleuf werd gedocumenteerd. In dit profiel waren het zuidelijke talud, de middeleeuwse greppel en een secundaire bermgreppel van de *limes*weg zichtbaar.

*Sleuf 5:* Deze sleuf had een breedte van ca. 4,5 m, een lengte van 19 m en was noord-zuid georiënteerd. Net als bij sleuf 4 grensde de noordzijde van de sleuf aan de zuidelijke begrenzing van de beschermingszone.
Het toenmalige maaiveld had op dit punt een hoogte van 0,06 m- tot 0,21 m+NAP. Op vlak 1 (0,40 m- tot 0,65 m-NAP) was aan de noordzijde een grindconcentratie zichtbaar, die indicatief is voor het zuidelijke talud van de weg. Daarnaast werden de helft van een (vermoedelijk middeleeuwse) kuil, de reeds eerder waargenomen laatmiddeleeuwse greppel en twee recente greppels aangetroffen. De kuil werd op dit vlak gecoupeerd en afgewerkt. Aan de noordzijde van vlak 2 (0,49 m- tot 0,86 m-NAP) was het zuidelijke talud weer zichtbaar, bestaande uit een kleipakket met grind, mollusken en dakpanfragmenten. Afgezien van de recente greppels waren op dit vlak geen sporen zichtbaar. Geen van de profielen van sleuf 5 werd onderzocht.

*Sleuf 6:* Tussen sleuf 4 en 5 werd de oost-west georiënteerde sleuf 6 aangelegd. Deze was ca. 6 m breed en zo'n 30 m lang. Op vlak 1 (0,47 m- tot 0,56 m-NAP) waren een middeleeuwse greppel, vier (vermoedelijke middeleeuwse) kuilen en een recente greppel zichtbaar. Alle kuilen werden op dit vlak gecoupeerd en afgewerkt. Op vlak 2 (0,77 m- tot 0,86 m-NAP) waren de middeleeuwse greppel en een klein restant van de zuidelijke wegflank zichtbaar. De middeleeuwse greppel werd op dit vlak machinaal uitgeschaafd. In het talud van de *limes*weg werden wederom mollusken, schelpen, houtskoolspikkels en dakpanfragmenten aangetroffen. De Romeinse bermgreppel uit het westprofiel van sleuf 4 was vanwege zijn schone vulling op vlak 2 van sleuf 6 niet herkenbaar. Daarom werden op dit vlak enkele noord-zuid georiënteerde coupes gezet op het punt waar de greppel verwacht kon worden. Omdat de onderkant van de greppel door een natuurlijk zandbaantje heen was gegraven, kon deze in de coupes wél worden waargenomen. Over een afstand van 20 m kon de greppel worden gevolgd, totdat deze aan de oostzijde werd versneden door de recente greppel. Uit de vulling waren twee dakpanfragmenten afkomstig. Er werd geen profiel van sleuf 6 gedocumenteerd.

*Sleuf 7:* Deze noord-zuid georiënteerde sleuf lag in het centrum van het opgravingsterrein en bestond uit de heropende sleuf 2 van de eerste campagne. Het belangrijkste doel van het heropenen van deze sleuf was de bestudering van één van beide profielen, op basis waarvan een goede vlakhoogte kon worden bepaald voor de latere sleuven 9 en 11. Er werd een vlak aangelegd op een diepte van 0,92 m- tot 1,16 m-NAP, dat wil zeggen ca. 50 cm dieper dan het vlak van sleuf 2. In het vlak waren twee concentraties palen zichtbaar. Naar later zou blijken behoorden de palen van de noordelijke concentratie gedeeltelijk tot de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg en gedeeltelijk tot de noordelijke beschoeiing van de wegomlegging van 125. De zuidelijke palenconcentratie behoorde in z'n geheel tot de zuidelijke beschoeiing van de wegomleiding. Aan de noordzijde van het vlak werd wederom het zandpakket behorend tot de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw aangetroffen. Alle palen werden op dit vlak geborgen. Vervolgens werd het westprofiel van de sleuf gedocumenteerd. Van beide beschoeiingsfasen was één paal aanwezig in dit profiel. In beide gevallen werd aan de zuidzijde ervan een zeer duidelijk talud aangetroffen, bestaande uit een ca. 20 dik pakket grind en keien.

*Sleuf 8:* Deze noord-zuid georiënteerde sleuf lag in het verlengde van sleuf 3, had een breedte van ca. 4,5 m en was 35 m lang. De sleuf werd aangelegd met het doel na te gaan of er als reactie op de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw - die op dat moment was aangetoond in sleuf 3 – een nieuwe wegomlegging was gevolgd. Deze wegomleiding bleek niet te hebben bestaan, althans was er geen spoor van te zien, ondanks de gave bodemopbouw. Het toenmalige maaiveld ter hoogte van sleuf 8 lag tussen de 0,00 m en de 0,10 m+NAP. Op vlak 1 (0,32 m- tot 0,45 m-NAP) werd een middeleeuwse en een postmiddeleeuwse greppel aangetroffen, waarvan de eerste op dit vlak machinaal werd gecoupeerd. Op vlak 2 waren beide greppels nog aanwezig, alsmede drie kleine kuilen met een diepte van ca. 10 cm onder vlakniveau. In het westprofiel kon worden waargenomen dat één van deze kuilen werd afgedekt door een schone kleilaag, wat een Romeinse datering het meest aannemelijk maakt. De kuilen werden gecoupeerd, waarna in de noordelijke helft van de sleuf een derde vlak werd aangelegd. Aangezien op dit vlak geen enkel spoor werd aangetroffen werd dit niet getekend. Tegelijkertijd met het aanleggen van vlak 3 werd in dit deel van de sleuf een deel van het westprofiel aangelegd. Hierin was de zuidelijke uitloper van het zuidelijke talud zichtbaar, alsmede de schuin aangesneden middeleeuwse greppel. Noch op de vlakken noch in het profiel werd een Romeinse bermgreppel waargenomen zoals in sleuf 4, 6 12 en 14.

*Sleuf 9:* Gedurende de derde campagne werden in deze sleuf de vlakken 1, 2, 3 en 4 gedocumenteerd, alsmede een deel van het noordprofiel. Halverwege het afwerken

van de sporen op vlak 3/4 werd geconcludeerd dat deze behoorden tot de noordelijke helft van twee eerste-eeuwse houten wachttorens. Als gevolg hiervan werd besloten het resterende deel van het derde/vierde vlak af te dekken en de sleuf dicht te werpen in afwachting van een definitieve opgraving, die plaatsvond gedurende de vijfde campagne. Hierbij werden in sleuf 9 de vlakken 5, 6 en 7 en het noord-, oost- en zuidprofiel gedocumenteerd en werd ten zuiden ervan sleuf 14 aangelegd. De onderzoeksresultaten van deze vijfde campagne hebben in slechts zeer beperkte mate betrekking op de *limes*weg. Datzelfde geldt voor de vlakken 2, 3 en 4 in sleuf 9 gedurende de derde campagne. Slechts op vlak 1 en in het noord- en oostprofiel van sleuf 9 werd informatie gedocumenteerd die relevant is voor het verhaal over de weg. De overige verschijnselen zijn gepubliceerd in het rapport over de wachttorens (Van der Kamp 2007).
De oost-west georiënteerde sleuf 9 had een lengte van 56 m. Alle aan te leggen vlakken dienden binnen het profiel van de toekomstige sloot te vallen, die op maaiveldniveau (0,40 m+NAP) een breedte van 4,6 m zou krijgen. De beide taluds zouden worden uitgevoerd in een verhouding van 1:1, dat wil zeggen een schuinte van 45 graden. Op basis van het westprofiel van sleuf 7 werd besloten het eerste vlak aan te leggen op een diepte van 0,0 mNAP. Deze diepte stond een maximale sleufbreedte op het niveau van vlak 1 van 3,8 m toe. Op vlak 1 werden diverse oost-west georiënteerde grindbanen en een concentratie dakpanfragmenten aangetroffen, behorend tot het zuidelijke talud van de Romeinse weg. De diverse grindbanen werden bemonsterd, de dakpanfragmenten werden verzameld en het vlak werd met de metaaldetector gecontroleerd op de aanwezigheid van metalen voorwerpen.

Voor het tweede vlak werd gekozen voor een diepte van 0,40 m-NAP, wat een maximale sleufbreedte van 3 m toestond. Aan de noord- en zuidzijde van de sleuf diende dan ook 40 cm te worden ingesprongen ten opzichte van vlak 1. Op dit vlak werden nagenoeg geen sporen van de *limes*weg meer aangetroffen, aangezien de onderkant van het zuidelijke talud van de weg niet tot op deze diepte reikte. Ditzelfde geldt voor de vlakken 3 en 4, die hier niet nader besproken zullen worden.
Wel dient hier vermeld te worden dat op vlak 3 in de uiterste noordwesthoek van de sleuf twee eikenhouten palen werden aangetroffen, die achteraf bleken te behoren tot de wegomlegging van 125.

Nadat vlak 3 was aangelegd, werd het noordprofiel van sleuf 9 gedocumenteerd tot op een diepte van ca. 0,80 m-NAP. In het noordprofiel werd de zuidelijke flank van de *limes*weg in de lengterichting aangesneden, waardoor deze herkenbaar was als diverse horizontale klei- en zavellagen, al dan niet gemengd met houtskoolspikkels, mangaanconcreties, schelpen, kiezels en kleine dakpanfragmenten. Tevens waren in het profiel enkele duidelijke grindbanen zichtbaar, waarvan er drie werden bemonsterd. De twee palen in de noordwesthoek van de sleuf werden na het documenteren van het profiel geborgen.

*Sleuf 10:* Tijdens het archeologisch onderzoek werden in het gebied ten noorden van het opgravingsterrein infrastructurele voorzieningen aangelegd. In juni 2002 werd zo'n 14 m ten noorden van de beschermingszone een oost-west georiënteerde rioolsleuf gegraven. Het vlak in deze 70 m lange en 2 m brede sleuf werd door de opgravers gedocumenteerd. Het vlak lag op een hoogte van 0,34 m-NAP tot 0,03 m+NAP en bestond grotendeels uit zandige beddingafzettingen van de rivier. Daarnaast was aan de oostzijde een kleiige restgeul zichtbaar, min of meer noord-zuid georiënteerd. Vermoedelijk behoren de bedding- en restgeulafzettingen tot de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw. Eén van de afzettingslagen bestond uit een massief pakket van zwartbruine plantenresten, waarvan twee monsters werden genomen. De beddingafzettingen zijn niet nader onderzocht. Bovendien werd in sleuf 10 geen profiel gedocumenteerd.

*Sleuf 11:* Deze sleuf lag in het verlengde van sleuf 9 en had een totale lengte van zo'n 61 m. Vanwege de aanwezigheid van een sloot (breedte ca. 6 m) werd de sleuf verdeeld in een westelijk en oostelijk deel. Net als sleuf 9 had ook sleuf 11 een breedte van ca. 3,6 m. In de derde campagne werden in sleuf 11 de vlakken 1 en 2 aangelegd en gedocumenteerd.

Het oostelijk deel van sleuf 11: In het oostelijke deel van de sleuf waren op vlak 1 diverse grindbanen en -pockets zichtbaar, alsmede een klein deel van de restgeulafzettingen van de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw. Op dit vlak werden geen sporen afgewerkt. Op vlak 2 (0,45 m- tot 0,74 m-NAP) was het grindvoorkomen beperkt tot enkele pockets. Geheel tegen de verwachting in werden echter tevens zo'n 50 paalverkleuringen en de toppen van ca. 20 palen aangetroffen. Deze vormden twee parallelle, oost-west georiënteerde rijen met een tussenafstand van ca. 20 cm. De noordelijke palenrij ging aan de noordzijde over een afstand van zo'n 10 m vergezeld van een plankverkleuring. De palen en planken vormden de zuidelijke beschoeiing van een zuidwaarts verlegde sectie van de *limes*weg, die achteraf zou worden gedateerd in 125. Ten zuiden van de bermbeschoeiing werden enkele liggende stukken hout gevonden, in de buurt waarvan een lanspunt en een complete bijl werden aangetroffen. Met het naderende zomerreces in aantocht werd besloten de arbeidsintensieve opgraving van de bermbeschoeiing op een later tijdstip uit te voeren, namelijk in een vierde campagne. Het vlak werd met de metaaldetector afgezocht; sporen werden niet afgewerkt en de palen werden niet geborgen. Het tweede vlak in het oostelijke deel van sleuf 11 werd afgedekt met wegendoek en de sleuf dichtgeworpen.

< **Afb. 3.3** De westelijke helft van vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11 (noorden rechts op de foto). Zichtbaar zijn de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging uit 124/125 na Chr. (bestaande uit een dubbele palenrij en beschotplanken daarlangs), noord-zuid georiënteerd hout (onderdeel van een bouwweg aangelegd door de depressie die een crevasse had achtergelaten) en oost-west georiënteerd afvalhout, dat na de aanleg van de beschoeiing in de crevasse-depressie ten zuiden van het opgehoogde weglichaam werd gedeponeerd op de bouwweg.

**Afb. 3.4** Coupe A op vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11 (noorden rechts op de foto) (zie ook Bijlage II). Aan de rechterzijde zijn de dubbele palenrij en de beschotplank van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 124/125 na Chr. zichtbaar. Links daarvan is het liggende afvalhout zichtbaar dat na de wegconstructie in een crevasse-depressie werd gedumpt. Onder dit afvalhout bevinden zich de takkenbossen van de bouwweg.

Het westelijke deel van sleuf 11: Het westelijke deel van de sleuf bleek volledig in de restgeul- en beddingafzettingen van de tweede rivierdoorbraak te liggen. Daarom werd vlak 1 in dit deel van de sleuf aangelegd op een diepte ca. 1,55 m-NAP, aangezien op deze diepte voor de eerste maal verspoelde houten palen werden aangetroffen. Dit hout bevond zich in de oostelijke 6 m van het westelijke deel van sleuf 11. Vanwege technische aspecten (grondwaterstand) diende dit hout direct na het blootleggen afgewerkt te worden alvorens de rest van de sleuf aangelegd kon worden. Als gevolg daarvan had vlak 1 een lengte van slechts 6 m. Vervolgens werd een tweede vlak (ca. 2,0 m-NAP) aangelegd, dat ditmaal wel het gehele westelijk deel van sleuf 11 besloeg (lengte ca. 30 m). Zowel aan de oost- alsook aan de westzijde van dit vlak - volledig in beddingafzettingen gelegen - werden concentraties verspoelde palen aangetroffen. Deze werden op vlak 2 gedocumenteerd en geborgen. Vervolgens werden de beddingafzettingen machinaal uitgeschaafd, waarbij onder meer een sestertius van Lucilla (geslagen onder Marcus Aurelius in 164-169 n.Chr.) werd gevonden. In het westelijke deel van sleuf 11 werd geen profiel gedocumenteerd.

*Sleuf 12:* Deze sleuf (10 bij 11 m) was gelegen ten oosten van de wachttorens en werd aangelegd om te onderzoeken of buiten het omgreppelde wachttorenterrein sporen behorend tot beide torens aanwezig waren. Op vlak 1 (0,45 m- tot 0,54 m-NAP) waren het zuidelijke talud van de Romeinse weg en een middeleeuwse greppel zichtbaar. Op vlak 2 (0,88 m- tot 1,08 m-NAP) was slechts de greppel nog aanwezig, die vervolgens machinaal werd uitgeschaafd. Vervolgens werd het oostprofiel van sleuf 12 gedocumenteerd. Hierin waren het zuidelijke talud van de *limes*weg en de middeleeuwse greppel zichtbaar. Schuin onder deze middeleeuwse greppel was nog een deel van de Romeinse bermgreppel waarneembaar, die al eerder was aangetroffen in sleuf 4 en 6. Op het vlak van sleuf 12 was deze bermgreppel niet zichtbaar, omdat deze geheel was verspit door de aanleg van de middeleeuwse greppel.

*Sleuf 13:* Deze oost-west georiënteerde sleuf lag direct ten westen van sleuf 8 en bevond zich ter plaatse van een gepland sloottracé. De sleuf werd aangelegd in een poging dateerbaar vondstmateriaal afkomstig van het zuidelijke talud van de weg te bergen, waardoor meer duidelijkheid omtrent de einddatering hiervan kon worden verkregen. De sleuf werd gesitueerd grenzend aan sleuf 8 omdat in de zuidwesthoek van de nabijgelegen sleuf 3 onder meer een munt en twee fibulae uit de derde eeuw waren aangetroffen. Sleuf 13 was 5,5 m breed, 24 m lang en grensde met de noordzijde aan de beschermingszone van de *limes*weg. Op vlak 1 werden slechts twee middeleeuwse greppels en een postmiddeleeuwse greppel

aangetroffen. Ook op vlak 2 (0,68 m- tot 0,97 m-NAP) werden deze greppels wederom waargenomen, alsmede negen vage, ovale verkleuringen met een diepte van zo'n 10 cm onder vlakniveau. Zowel op het vlak alsook in de coupes werd niet duidelijk of deze verkleuringen natuurlijk of antropogeen waren. De hoeveelheid vondstmateriaal afkomstig van het zuidelijke talud bleef beperkt tot enkele dakpanfragmenten. Van sleuf 13 werd geen profiel gedocumenteerd.

**De vierde campagne (sleuf 11: vlak 3)**
De vierde campagne bestond uit het opnieuw opengraven van het oostelijke deel van sleuf 11 en het aanleggen en documenteren van het derde en tevens laatste vlak. Ook werd het noord-, oost- en zuidprofiel van dit deel van de sleuf vastgelegd. Op vlak 3 (0,68 m- tot 1,01 m-NAP) werd een goed geconserveerde zuidelijke bermbeschoeiing aangetroffen, bestaande uit twee parallelle rijen eikenhouten palen met een beschot van planken aan de binnenzijde van de noordelijke palenrij (zie afb. 3-3 en Bijlage I). Het aangetroffen deel van de beschoeiing bleek gelegen in een depressie die de rivier na haar eerste doorbraak in het eerste kwart van de tweede eeuw had achtergelaten. Ten zuiden van de beschoeiing werd in de depressie een grote hoeveelheid oost-west georiënteerd, liggend afvalhout aangetroffen. Ten westen hiervan werden diverse noord-zuid georiënteerde, liggende stammen en planken gevonden. Onder het liggende afvalhout bevond zich een grindrijke zavellaag met veel takkenbossen, bladeren en riet. In de zuidwesthoek van het vlak werd ten zuiden van de bermbeschoeiing een grote hoeveelheid ingeslagen zachthouten palen aangetroffen, terwijl in de noordwesthoek nog net een klein deel van de tweede rivierdoorbraak kon worden waargenomen. Tijdens deze doorbraak werd een deel van de tweede-eeuwse wegomlegging op haar beurt verspoeld. Bij het documenteren van het hout *in situ* op vlak 3 werd houtspecialist S. Lange ingeschakeld.

Nadat het derde vlak was gedocumenteerd werd begonnen met het afwerken van de diverse houtconstructies. De ingeslagen palen werden alle individueel genummerd en gelicht voor specialistisch onderzoek, terwijl van het liggende hout een ruime selectie werd geborgen. De relatief korte staande palen werden tot aan de punt vrijgegraven voordat deze werden gelicht. Hierdoor werd het mogelijk de diepte van de paalpunten en de schuinstand van de palen te bepalen. Bij de langere palen was dat om technische redenen niet mogelijk. Vandaar dat deze zo ver mogelijk werden vrijgegraven, waarna ze met behulp van een ketting door de graafmachine rechtstandig uit de bodem werden getrokken. Tijdens het afwerken van het hout zijn uiteindelijk vier noord-zuid georiënteerde dwarscoupes (coupes A t/m D) uitgevoerd over de gehele breedte van de sleuf, dat wil zeggen over zowel de bermbeschoeiing alsmede het liggende hout ten zuiden daarvan (zie Bijlage II).

Bij het afwerken van het hout werd begonnen aan de oostzijde van de sleuf. Eerst werden de vrijstaande palen ten oosten van het liggende hout geborgen, waarna het liggende hout tot aan coupe A werd gelicht. Deze liggende stammen werden ter hoogte van de coupe doorgezaagd. Vervolgens werden de beschoeiingsplanken ten noorden van de noordelijke palenrij handmatig blootgelegd tot aan de coupe, waarna deze in profiel werden getekend (Bijlage II). Aansluitend werden de beschoeiingsplanken ter hoogte van coupe A doorgezaagd en werden deze tezamen met de staande palen gelicht, waarna coupe A werd gedocumenteerd (afb. 3-4 en Bijlage II).

Vervolgens werd het liggende hout tussen coupe A en B gelicht (wederom doorgezaagd ter hoogte van de coupe), waarna de beschoeiingsplanken tot aan coupe B werden blootgelegd. Deze werden wederom in profiel getekend, waarna deze werden doorgezaagd en gelicht. Ook de staande palen tussen coupe A en B werden verwijderd en vervolgens werd coupe B gedocumenteerd.

Vervolgens werd het liggende hout tussen coupe B en C gelicht. Coupe C werd aangelegd ter hoogte van een noord-zuid georiënteerde dwarsrij van ingeslagen palen. Ter hoogte van de coupe bevond zich geen oost-west georiënteerd, liggend hout meer. De beschoeiingsplanken tot aan coupe C werden blootgelegd en getekend. Vervolgens werden deze doorgezaagd en tezamen met de ingeslagen palen verwijderd, waarna coupe C werd gedocumenteerd.

Vervolgens werd het noord-zuid georiënteerde, liggende hout tussen coupe C en D gelicht, waarna de beschoeiingsplanken tussen beide coupes werden blootgelegd en gedocumenteerd. Deze planken werden daarna verwijderd tezamen met de ingeslagen palen, waarna coupe D kon worden gedocumenteerd. Hierna werden de vele zachthouten palen in de zuidwesthoek van de sleuf geborgen, evenals de meest westelijke ingeslagen palen van de bermbeschoeiing. Daarnaast werd de vulling van de rivierdoorbraak in de noordwesthoek van de sleuf machinaal uitgeschaafd, waarbij onder meer verspoeld hout en menselijke beenderen werden aangetroffen.

Het onderzoek in sleuf 11 werd afgesloten met het documenteren van het noord-, zuid- en oostprofiel. In het noordprofiel waren de antropogene opvullingslagen van de depressie van de eerste rivierdoorbraak alsmede de bedding- en restgeulafzettingen van de tweede rivierdoorbraak zichtbaar en ten oosten hiervan een grindhoudende laag behorend tot het zuidtalud van de oorspronkelijke *limes*weg. Uit de opvullingslagen van de depressie van de eerste rivierdoorbraak in het noordprofiel werd een monster van houtsnippers genomen. Het zuidprofiel bestond grotendeels uit de opgevulde depressie, waaronder een deel van de natuurlijke bodemopbouw zichtbaar was.

Deze bodem bestond uit veen (bovenkant veen ca. 1,55 m onder huidig maaiveld) met daarboven vier kleilagen. Uit het noordprofiel werden drie organische en een grindmonster genomen.

**De vijfde campagne (sleuf 9: vlak 5 t/m 7, sleuf 14)**
De laatste opgravingscampagne van het onderzoek aan de Zandweg had bijna volledig betrekking op de beide eerste-eeuwse houten wachttorens die in sleuf 9 waren aangetroffen. In sleuf 9 werden de vlakken 5 t/m 7 aan gelegd, die dusdanig diep waren gelegen dat van de *limes*weg niets meer kon worden aangetroffen. Sleuf 14 lag te zuidelijk om restanten van het zuidelijke talud aan te kunnen treffen. Het enige spoor uit sleuf 14 dat in verband gebracht kan worden met de weg is een oost-west georiënteerde bermgreppel. Het onderzoek werd afgesloten met het documenteren van een deel van het noordprofiel van sleuf 9 en het oostprofiel van sleuf 9 en 14. In het noordprofiel werd de zuidflank in de lengte aangesneden, als gevolg waarvan deze herkenbaar was als een opeenstapeling van zes dunne lagen, waaronder één duidelijke grindbaan. Uit dit profiel werden twee grindmonsters genomen. Het oostprofiel stond haaks op de oriëntatie van de *limes*weg, als gevolg waarvan het zuidelijke talud (sleuf 9) en de bermgreppel (sleuf 14) overdwars werden aangesneden.

**De twee cunetwaarnemingen in januari 2003**
Als laatste dienen hier de twee waarnemingen uit januari 2003 vermeld te worden. Aan de uiterste westzijde van het opgravingsterrein en direct ten noordoosten van de beide wachttorens werd een cunet uitgegraven ten behoeve van onder meer enkele drainagebuizen. De beide cunetten lagen dwars over de beschermingszone van de *limes*weg en werden daarom archeologisch begeleid. De cunetten hadden een diepte van 0,47 m-NAP (oostelijk cunet) en 0,73 m-NAP (westelijk cunet), wat neerkomt op een diepte van ca. 1 m onder huidig maaiveld. Het westelijk cunet had een breedte van zo'n 2 m, terwijl deze bij het oostelijk cunet tussen de 2 m (zuidzijde) en de 8 m (noordzijde) lag. In beide cunetten werd slechts het westprofiel gedocumenteerd, aangezien de toestand van de vlakken het doen van zinvolle waarnemingen niet toestond. In de beide profielen kon een deel van het noordelijke talud worden waargenomen, herkenbaar als een roestbaan. Aangezien de cunetten relatief ondiep waren werden de houten bermbeschoeiingen niet aangetroffen.

## 3.4 Het houtonderzoek

*(S. Lange)*

In de loop van het onderzoek aan de Romeinse weg in Leidsche Rijn zijn de vraagstellingen die ten grondslag liggen aan het houtspecialistische onderzoek steeds specifieker geworden. Dit is het gevolg van voortschrijdende kennis die telkens weer tot een evaluatie van de vraagstelling heeft geleid. Veranderingen in vraagstellingen hebben meteen consequenties voor de gehanteerde onderzoeksmethodiek. Een voorbeeld hiervan is de bemonsteringsstrategie in het veld en de manier waarop de houtvondsten worden beschreven en gedocumenteerd. In toenemende mate wordt duidelijk hoe divers de informatie is die het houtspecialistische onderzoek voor de archeologische interpretatie van vindplaatsen langs de *limes* oplevert. Tijdens de eerste campagnes in 1998 was het onderzoek aan houtvondsten vooral gericht op het bepalen van de gebruikte houtsoorten en de herkomst ervan, terwijl ondertussen het houtspecialistische onderzoek is uitgebreid met een standaardmethode voor onder andere het documenteren van bewerkingssporen. Daardoor zijn logistieke processen deels te herleiden aan de hand van waarnemingen aan het Romeinse bouw- en constructiehout, onder andere in de vorm van kapsporen, aanpunting, braampatronen en touwindrukken.

Juist omdat het houtspecialistische onderzoek vooralsnog niet uitgeput is qua onderzoeksmogelijkheden en de zich vernieuwende onderzoekstechnieken, is de beschrijving en documentatie van de houtvondsten essentieel. Een belangrijk argument voor een zo volledig mogelijke dataset is tevens het feit dat het vergelijkingsmateriaal wat betreft Romeins bouw- en constructiehout, bewerking- en gebruikssporen op hout zeer beperkt beschikbaar is. Uitspraken over timmermanstradities en werktuiganalyse buiten Leidsche Rijn - en in relatie tot de verschillende tijdsperioden van de Romeinse weg - zijn nauwelijks mogelijk. Vandaar dat de interpretaties van handwerk en bewerkingstechnieken vooral gebaseerd zijn op de waarnemingen binnen het onderzoekskader van Leidsche Rijn. Mogelijk stimuleren de resultaten tot een uitbreiding van het gangbare houtspecialistische onderzoek, zodat een representatieve dataset van bewerking- en gebruikssporen op hout uit Romeinse context in de toekomst kan worden opgesteld.

Het project LR 31 heeft hout uit structuren en verspreid liggend hout opgeleverd, waarbij het hout in onverkoolde vorm bewaard is gebleven. Het onderzoek is dan ook gericht op 'nat' hout. Met uitzondering van cultuurlagen met houtskoolpartikeltjes is geen houtskool in sporen waargenomen. De vragen vormen het uitgangspunt voor de doelstellingen die aan het houtonderzoek ten grondslag hebben gelegen, namelijk informatie te verkrijgen over:

- Het houtgebruik voor de verschillende fasen van de bermbeschoeiingen.
- Logistieke processen zoals de aanvoer van het materiaal, de bewerking ervan en het aanleggen van de structuren.
- Een seizoensindicatie voor de kap van de bomen en de aanleg van de structuren.
- De herkomst van het bouwhout en de mate van exploitatie van de houtopstanden waarvandaan het hout werd aangeleverd.

**Afb. 3.5** Houtspecialiste S. Lange (midden), C. van de Linde (links) en J. Rynia (rechts) onderzoeken de palen van de wegomlegging van 124/125 na Chr. Na het lichten van de palen werden deze direct in een bassin gelegd (zichtbaar op de achtergrond), in afwachting van nader onderzoek. Niet alleen de basisgegevens als lengte, diameter en houtsoort werden vastgelegd, maar ook allerlei detailgegevens als aanpuntingstechnieken en bewerkingssporen zijn nauwkeurig onderzocht.

- De aanleg van structuren binnen grootschalige bouwprojecten versus noodreparaties aan de weg.
- De onderlinge fasering van de verschillende structuren.

Bij de opgegraven structuren gaat het vooral om beschoeiingen van de weg uit verschillende aanlegfasen. De aanleg van de structuren is vooral te plaatsen in het kader van noodreparaties aan de weg. Wat verder uitgewerkt zijn de vragen die ten grondslag lagen aan het houtspecialistische onderzoek de volgende:

- Wat zijn de afmetingen – de bewaard gebleven en oorspronkelijke lengte, breedte en dikte - van de houten vondsten?
- Welke houtsoorten zijn voor de structuren gebruikt?
- Wat is de mate van conservering van het hout? Wanneer is eventueel degradatie opgetreden: vóór of na verwerking in de betreffende structuren?
- Zijn er bewerkingssporen en/of gebruikssporen op de houten vondsten aanwezig?
- Wat is de kwaliteit van het bouwhout, de groeivorm en leeftijd van de gekapte bomen? Betreft het stamhout of hout van takken?
- Bestaan er verschillen in houtgebruik die te maken kunnen hebben met bijvoorbeeld de functie van de structuur?
- Kunnen de structuren worden gefaseerd aan de hand van de verschillen/overeenkomsten in houtgebruik, houtbewerking, etc?
- Wat is de datering van de houten structuren?
- Waar komt het hout vandaan? Is er sprake van lokaal/regionaal hout, of is het hout afkomstig van elders? Welk type bosbestand(en) is geëxploiteerd?
- Kan het kapmoment van het gebruikte hout worden bepaald? Wat zijn seizoensindicaties?
- Kunnen de resultaten van het onderzoek worden geïntegreerd in de bestaande kennis over de Romeinse *limes*, welke bijdrage levert het onderzoek?
- Welke vraagstellingen komen voort uit de verkregen informatie in verband met toekomstig onderzoek aan de *limes*weg?

Uit de sleuven 3, 7, 9, 11 en 14 zijn in totaal ca. 410 houtvondsten geborgen, waaronder een aantal monsters van takkenbossen. Hiervan behoren 53 houtvondsten tot de beide wachttorens in sleuf 9 en 14, die reeds eerder zijn behandeld (Van der Kamp 2007). Voorafgaande aan de veldwerkcampagnes werd samen met E.P. Graafstal het doel van het onderzoek en de bemonsteringsstrategie besproken. Na vrijlegging van de houten structuren bestond het houtspecialistische onderzoek in het veld uit het waarnemen en beschrijven van de structuren. Op het Bureau voor Eco-Archeologie zijn de determinatiewerkzaamheden uitgevoerd, alsook de analyse en de rapportage. Hieronder worden de verschillende aspecten van het onderzoek per fase genoemd.

**Werkzaamheden in het veld**
In sleuf 1 t/m sleuf 11 (vlak 2) is aan de houtvondsten een verschijnsel én een vondstnummer toegekend. Op vlak 3 van sleuf 11 hebben de houtvondsten alleen een verschijnsel (en dus geen vondstnummer) gekregen. De houtvondsten zijn voor een groot deel direct na berging in het veld beschreven. Voorafgaande aan het houtonderzoek zijn de vondsten gewassen. Elke houtvondst is afzonderlijk beschreven en gedocumenteerd, waarbij onder ander de afmetingen, de mate van conservering, grondvorm, groeivorm, eventueel aanwezige gebruiks- en bewerkingssporen zijn genoteerd. Aansluitend zijn de houtvondsten bemonsterd voor een bepaling op houtsoort. Houtvondsten met specifieke bewerkings- of gebruikssporen zijn vervolgens individueel verpakt en meegenomen voor een gedetailleerd onderzoek naar het Bureau voor Eco-Archeologie, waar onder andere macro-opnames werden gemaakt. Omdat op een dag meer palen werden geborgen dan konden worden beschreven, werden drie bassins met water voor een tijdelijke opslag aangelegd. De ervaringen met deze methode voor een tussentijdse opslag zijn goed, mits de bassins worden afgedekt met zwart plastic om zoninwerking te voorkomen. Houtvondsten die niet in aanmerking kwamen voor een vervolgonderzoek zijn vervolgens in het veld bemonsterd voor een bepaling op houtsoort. Tevens zijn palen geselecteerd die in aanmerking kwamen voor conservering. Na afsluiting van de veldwerkzaamheden zijn deze ca. vijftien palen overgebracht naar het NISA voor een PEG-behandeling. In het veld is een aantal palen geselecteerd en bemonsterd voor een dendrochronologisch onderzoek. Het daterend onderzoek is uitgevoerd door de Stichting RING (zie paragraaf 5.7).

**Determinatie en analyse**
De determinatie van de houtvondsten heeft plaatsgevonden op het Bureau voor Eco-Archeologie. Daar werden van de bemonsterde houtplakjes uit het veld preparaten van de dwarse, tangentiale en radiale aanzichten voor een microscopische determinatie vervaardigd. Bij de determinatie is gebruik gemaakt van de determinatiesleutel van Schweingruber (1982). De determinatie is uitgevoerd met behulp van een doorvallend-lichtmicroscoop en vergrotingen tot 400x. Bij sommige taxa is het niet mogelijk tot op het niveau van het genus te determineren. Hiertoe behoren onder ander els (*Alnus species*), eik (*Quercus species*) en wilg (*Salix species*). De zwarte en grauwe els zijn op grond van celspecifieke eigenschappen niet van elkaar te onderscheiden, en hetzelfde geldt voor eik en wilg. Gezien de context, de diameter en groeivorm van de gebruikte elzen, zal het hier waarschijnlijk de zwarte els (*Alnus glutinosa*) betreffen.

Enkele inheemse kringporige houtsoorten (waaronder eik, es en iep) kunnen meestal met het blote oog in het veld worden herkend. Voor de bepaling van het kapseizoen is echter ook bij deze houtsoorten een microscopische analyse noodzakelijk. Op veel palen was de bast (de laatstgevormde jaarring) nog aanwezig. Wanneer het kringporige of verspreidporige houtsoorten betreft kan een seizoensbepaling plaatsvinden. Op grond van celspecifieke kenmerken wordt onderscheid gemaakt tussen voorjaars- en najaarsvaten, waarbij de vaten aan het eind van het groeiseizoen celmorfologisch meer dikwandig en kleiner zijn dan bij voorjaars- of zomervaten het geval is. De jaarlijkse groeigrens kenmerkt zich dan ook door afgeplatte, dikwandige cellen, de zogenaamde jaarringgrens. Voor een seizoensbepaling worden ca. vier preparaten gesneden van de buitenkant van het monster met de laatstgevormde groeiring. Deze worden onderzocht op de genoemde morfologische kenmerken onder een doorvallend-lichtmicroscoop met vergrotingen tot 400x.

**Jaarringonderzoek aan takkenbossen en leeftijdsbepaling aan bouwhout**
Naast de determinatie op soort en de analyse van het kapmoment, is de gemiddelde leeftijd van het gekapte hout bepaald door het aantal jaarringen te tellen. Met behulp van een scheermesje is een dwarsdoorsnede per monster vervaardigd. Gezien de relatief kleine diameters van de onderzochte takken is getracht de complete doorsnede in één keer te bemonsteren, anders zijn twee coupes gesneden en met een overlapping aan elkaar gevoegd, zodat de hele radius kon worden bestudeerd. Vervolgens zijn de preparaten onder een doorvallend-lichtmicroscoop bekeken met vergrotingen van 10-25x. Zowel van het elzenhout als van het eikenhout is het aantal jaarringen geteld ten behoeve van een leeftijdsbepaling van het gebruikte bouwhout.

**Onderzoek aan bewerking- en gebruikssporen**
Alle houtvondsten zijn stuk voor stuk geanalyseerd op bewerkings- en gebruikssporen. Zo werd gekeken of de palen van gekloofd hout waren vervaardigd, geschild of anders voorbewerkt, en of de aanpunting in het midden (hart) van de paal was. Een ander aspect was of de stam aan de bovenkant of juist aan de onderkant was aangepunt, of de knoesten ingezaagd waren en of bramen op de kapvlakken gedocumenteerd konden worden. Bij planken werd gekeken uit welk deel van de stam de plank was gezaagd, of dat het planken uit gekloofd materiaal betrof. In het verslag wordt onderscheid gemaakt tussen bouwhout en constructiehout. Tot het constructiehout worden houtelementen met (verbindings)gaten en gleuven gerekend, als ook hout waarvan de bewerking afwijkt van het overige bouwhout. Dat wil zeggen dat het hout een bewerking (of afwerking) heeft ondergaan die niet in relatie kan worden gebracht tot de functie als beschoeiingspaal. Het begrip bouwhout wordt gebruikt bij alle overige palen en planken die met het doel voor de aanleg van de beschoeiing zijn vervaardigd. Aanwezige bramen op de facetten van de punt werden ingemeten. De slagrichting van de bijl werd gedocumenteerd, als ook de richting van de zaagsporen op sommige planken.

Verbindingsgaten, uitsparingen en boorgaten zijn ingemeten, als ook sporen van gebruik (slijtagesporen, beschadigingen op paalpunten etc.). Verder zijn alle gebruikssporen (zoals touwindrukken) vastgelegd met behulp van tekeningen en foto's. Ook merktekens en overige (nog niet geïnterpreteerde sporen) zijn op deze manier gedocumenteerd. Van deze gegevens is een aparte dataset aangelegd, waarvan de verwachting is dat deze met nieuwe gegevens wordt aangevuld zodra meer informatie uit vergelijkbare context beschikbaar is.

**Beschrijving van de houtstructuren**
In totaal zijn elf verschillende houtstructuren onderscheiden, die H1 tot en met H11 zijn genummerd (zie Bijlage I en afb. 4-1):

H1 Verspoeld hout van de eerste-eeuwse limesweg en de wegomlegging van 125 in de derde-eeuwse rivierbedding
H2 Provisorische rivierbeschoeiing in de derde-eeuwse rivierbedding
H3 Beschotplanken van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125 en het bijbehorende borghout.
H4 Binnenste palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125.
H5 Buitenste palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125.
H6 Afvalhout met oost-west oriëntatie ten zuiden van de wegomlegging
H7 Noord-zuid georiënteerd hout van de bouwweg
H8 Vermoedelijke kantopsluiting van het zuidtalud van de wegomlegging van 125
H9 Palenrij met onduidelijke functie
H10 Concentratie elzenhouten palen (steigerfundering?)
H11 De zuidelijke bermbeschoeiingen van de eerste-eeuwse limesweg

Samengevat bestond het onderzoek uit:

- het ontwikkelen van een bemonsteringsstrategie.
- het waarnemen en beschrijven van de structuren in het veld.
- het schoonmaken van de houtvondsten.
- het documenteren van lengte, breedte, dikte, grondvorm, groeivorm, bewerking en gebruik.
- het meten van specifieke bewerkingssporen en het documenteren van bewerkings- en gebruiksporen met behulp van een digitale camera en tekeningen.
- de bepaling van de houtsoort met een doorvallendlichtmicroscoop en vergrotingen tot 400x
- de bepaling van het seizoen van kap.
- het onderzoek naar geschiktheid voor een dendrochronologische datering.
- het synthetiseren van de onderzoeksresultaten uit de voorafgaande opgravingen in Leidsche Rijn en de gegevens van het project LR31 samen met de projectleider.
- advies in verband met vervolgonderzoek en/of behoud door conservering.

## 3.5 Het grindonderzoek

Tijdens het project LR31 zijn in totaal dertien grindmonsters genomen (vondstnummers 48, 49, 53, 76, 78, 116, 117, 118, 208, 211, 225, 354 en 355). Hiervan zijn er zeven nader onderzocht door G. Aalbersberg van het Instituut voor Geo- en Bio-archeologie van de Vrije Universiteit Amsterdam (Aalbersberg 2004). Daarnaast onderzocht hij twaalf grindmonsters van de *limes*weg afkomstig van vier andere opgravingen in Leidsche Rijn, te weten LR34, LR37, LR38 en LR39. Gegevens van een grindmonster van de Romeinse weg nabij Swalmen (Limburg) zijn in de vergelijking betrokken.

De primaire vraagstelling van het onderzoek betrof de herkomst van het grind uit de diverse archeologische contexten. Daarnaast diende het onderzoek als testcase om te zien of grindanalyse binnen de archeologie ingezet kan worden als chronostratigrafisch hulpmiddel. Een tweede aspect dat aandacht zou krijgen, is de korrelgrootteverdeling van de grindfracties. Dit lijkt met name van belang bij vaststellen of er bij de verschillende fasen van wegaanleg sprake is van vermening van (archeologisch) ouder en jonger materiaal, of dat er selectief materiaal van een bepaalde korrelgrootteklasse is gebruikt.

De zeven onderzochte monsters van het project LR31 zijn alle afkomstig van het zuidelijke talud van de *limes*weg. Aangezien het grootste deel van de weg binnen de grenzen van het opgravingsterrein onveranderd in gebruik bleef van de late eerste eeuw tot in de derde eeuw, ligt vermening op veel plaatsen voor de hand. Er is een grote kans dat de twee monsters 48 en 49 een eerste-eeuws grinddek vertegenwoordigen. Opvallend daarin is de component grote keien. Visueel is er verwantschap met de keien van monster 208, die zeker van vóór 125 dateren. Zat er in de oudste fase van de *limes*weg een component keien? Wijkt het herkomstgebied van deze keien af van de geassocieerde grindmonsters? Monsters 53 vertegenwoordigt een tweede fase van de weg, mogelijk die van 125. Het is zeer wel mogelijk dat de samenstelling van het grind duidelijk afwijkt.

Alle grindmonsters zijn gewassen en gezeefd over een serie zeven met maaswijdtes van 16 mm, 8 mm, 4 mm en 2 mm. Na het zeven zijn de fracties gedroogd en gewogen. De lithologie van alle grindmonsters is bepaald met het blote oog waar mogelijk, en met behulp van een stereomicroscoop met een vergroting tot 50x waar nodig.

Per monster zijn tenminste 200 steentjes geteld, tenzij het monster minder grind bevatte. In totaal zijn 54 verschillende lithologiën onderscheiden. Om directe

vergelijking met eerdere analyses uitgevoerd door TNO-NITG mogelijk te maken, zijn deze opnieuw ingedeeld volgens het door de RGD gehanteerde standaardformulier. Voor de statistische analyse van de resultaten is gebruik gemaakt van het softwarepakket SPSS 11.5.

Bij het lithologische onderzoek is allereerst een globale indeling naar herkomstgebied gemaakt aan de hand van kenmerkende gidsgesteenten. Het grind heeft drie verwachte herkomstgebieden, namelijk het stroomgebied van de Rijn, het stroomgebied van de Maas en Scandinavië. Voor het stroomgebied van de Rijn zijn Taunuskwartsiet en jaspis of ijzerkiezel als gidsgesteente gebruikt, terwijl dat voor het stroomgebied van de Maas kiezeloöliet en Revenienkwartsiet zijn. Voor het Scandinavische herkomstgebied zijn zeer veel gidsgesteenten beschikbaar, maar in de getelde assemblages is geen enkele van deze gesteenten met zekerheid vastgesteld.

## 3.6 Het dakpanonderzoek

*(E.A.K. Kars, A.M. Brakman en C. van Pruissen)*

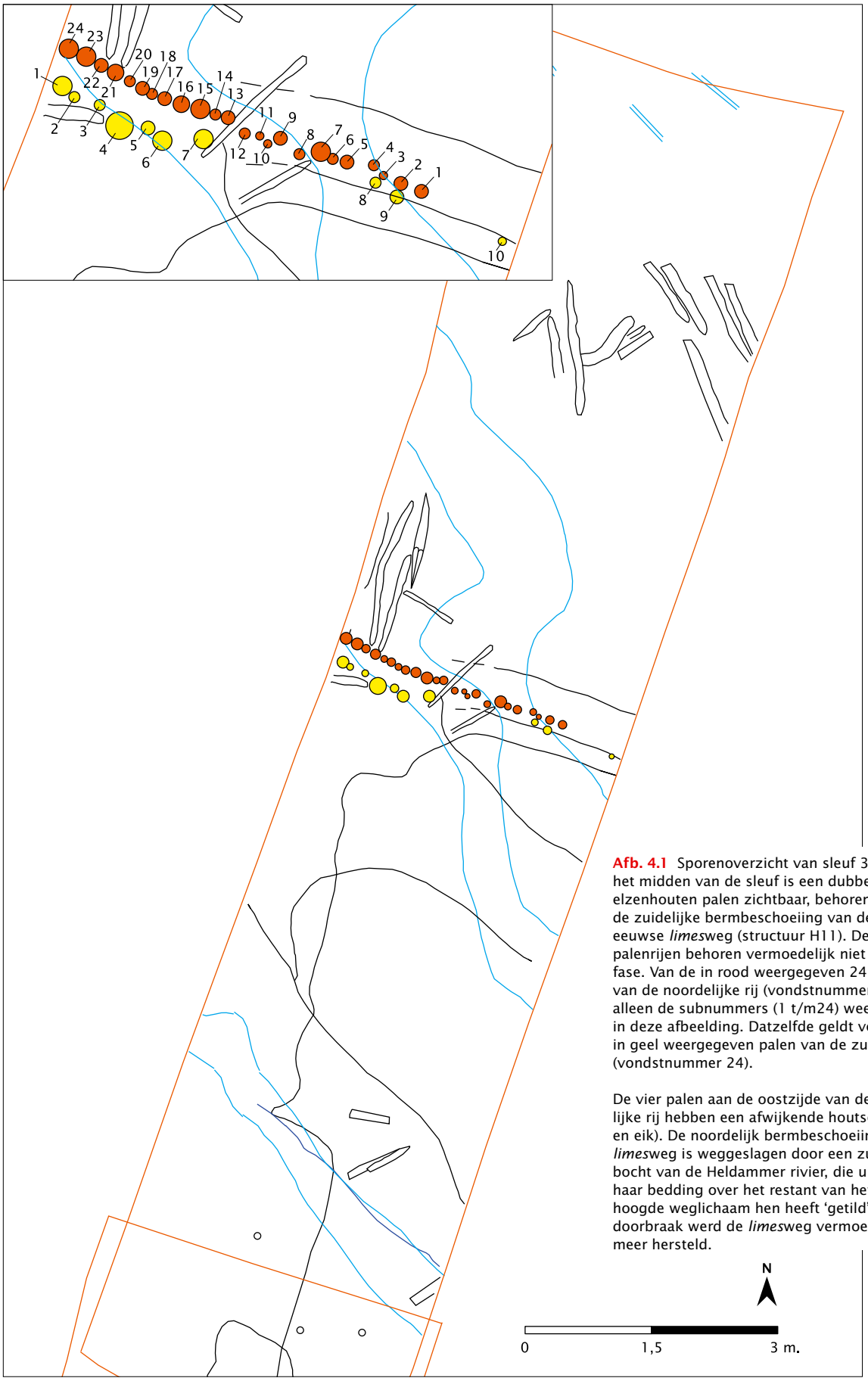
In totaal werden 471 fragmenten Romeins keramisch bouwmateriaal onderzocht, afkomstig uit de sleuven 3 t/m 9 en 11 t/m 14. De fragmenten zijn in eerste instantie door middel van een scan geanalyseerd en zijn vervolgens aan de hand van specifieke vraagstellingen verder uitgewerkt. In de analyse werden het baksel, de vorm, de grootte en de conditie van de fragmenten bepaald. Ook andere kenmerken, zoals bijvoorbeeld indrukken, zijn in de analyse meegenomen. De baksels zijn geanalyseerd door middel van macroscopische waarneming, waarbij gebruik werd gemaakt van een binoculaire microscoop (15-20x). De volgende kenmerken van de baksels zijn beschreven: de matrix; de grootte, vorm, hoeveelheid, sortering en de aard van de insluitsels; de hardheid en kleur van zowel de kern als het oppervlak; en de ruwheid van het oppervlak en eventuele bewerking daarvan (Orton e.a., 1993 p. 231-242, Munsell 1954).

Van alle aanwezige baksels is een monster uitgekozen, aan de hand waarvan de kenmerken van het baksel beschreven zijn. Deze monsters zijn opgenomen in de referentiecollectie die door ADC Archeoprojecten wordt aangelegd. Voorlopig zijn de volgende Romeinse sites geregistreerd: Beneden-Leeuwen (Kars 2002), het castellum van Woerden (Kars 2003), Vleuten-Balije en -Context Schip (Kars en Vos 2003), Alphen aan den Rijn (Kars 2004), Kerkrade (Kars 2005), Zwammerdam (in voorbereiding), Poeldijk (Kars en Brakman 2004), Venlo (in voorbereiding), Harnaschpolder (in voorbereiding), Swalmen (in voorbereiding) en Well-Aijen (Kars en Brakman 2005).

Door het verzamelen van bakselreferenties van alle opgravingen wordt de mogelijkheid geboden om nieuwe baksels te vergelijken met baksels die opgenomen zijn in de collectie. Om de kans op het vinden van een overeenkomstig baksel zo groot mogelijk te maken, is het registreren en determineren van alle in Nederland aangetroffen baksels van keramisch bouwmateriaal in een nationale referentiecollectie noodzakelijk.

Door de informatie die uit de verschillende kenmerken van het materiaal af te leiden is, te combineren met het baksel waarin ze geproduceerd zijn, kunnen vragen met betrekking tot de productie en handel in keramisch bouwmateriaal beantwoord worden. Maar het materiaal kan ook gebruikt worden om andere fenomenen vast te stellen. Zo kan een grote variatie in baksel en vorm een indicatie zijn voor secundair aan de site toegevoegd materiaal. Een van de hoofddoelen van het onderzoek van Romeins keramisch bouwmateriaal is om de stempels te kunnen koppelen aan bepaalde baksels en daardoor de mogelijkheid te krijgen om nederzettingen en bouwfases te dateren aan de hand van materiaal zonder stempels (Kars en Vos 2004b). Naast dit hoofddoel zijn er bij dit materiaal enkele specifieke onderzoeksvragen. Deze zijn:

- Wat is de ruimtelijke verspreiding van de baksels langs het opgegraven tracé van de *limes*weg? Zijn er verschillen tussen de verschillende secties van oost naar west?
- Zijn er baksels die overheersen bij bepaalde secties van de *limes*weg?
- Hoe verhoudt de samenstelling van het materiaal van de *limes*weg zich tot de samenstelling van het materiaal van de vroegste wachttoren?




**Afb. 4.1** Sporenoverzicht van sleuf 3. In het midden van de sleuf is een dubbele rij elzenhouten palen zichtbaar, behorend tot de zuidelijke bermbeschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg (structuur H11). De twee palenrijen behoren vermoedelijk niet tot één fase. Van de in rood weergegeven 24 palen van de noordelijke rij (vondstnummer 23) zijn alleen de subnummers (1 t/m24) weergegeven in deze afbeelding. Datzelfde geldt voor de tien in geel weergegeven palen van de zuidelijke rij (vondstnummer 24).

De vier palen aan de oostzijde van de noordelijke rij hebben een afwijkende houtsoort (wilg en eik). De noordelijk bermbeschoeiing van de *limes*weg is weggeslagen door een zuidelijk bocht van de Heldammer rivier, die uiteindelijk haar bedding over het restant van het opgehoogde weglichaam hen heeft 'getild'. Na deze doorbraak werd de *limes*weg vermoedelijk niet meer hersteld.

# 4 De *limes*weg voor 125

De *limes*weg binnen de grenzen van het opgravingsterrein van het project LR31 bleef grotendeels in gebruik van de late eerste eeuw tot het midden van de derde eeuw. Gedurende zijn bestaan vonden er voortdurend bewuste en onbewuste aanpassingen aan het weglichaam plaats. Enerzijds werd grindrijk materiaal uit de toplaag van de weg als gevolg van betreding en regenval afgeschoven en belandde op de taluds, die hierdoor afvlakten. Anderzijds zou ook de buiten haar oevers tredende rivier een afvlakkende invloed gehad kunnen hebben op de noordelijke taluds. Het continue verval werd tegengegaan door middel van (vermoedelijk) regelmatige ophoging van het weglichaam en het aanbrengen van een nieuwe, grindrijke toplaag. Als gevolg van dit proces is het moeilijk de weg in zijn oorspronkelijke verschijningsvorm duidelijk te onderscheiden van zijn latere hoedanigheid. In dit hoofdstuk zullen alle onderdelen van de weg die met zekerheid vóór 125 te dateren zijn worden behandeld, terwijl in hoofdstuk 6 het weglichaam wordt beschreven in de zones waar deze tot in de derde eeuw een ongewijzigd tracé kende.

## 4.1 Het weglichaam vóór 125

In sleuf 7 werd de duidelijkste aanwijzing voor de vroegste verschijningsvorm van de *limes*weg waargenomen. Op het vlak werden meerdere staande palen aangetroffen, verspreid over twee concentraties. De noordelijke concentratie bestond uit drie palen, waarvan twee waren vervaardigd van eikenhout. Vermoedelijk behoorden deze laatste tot de noordelijke beschoeiing van de wegomlegging van 125. De afstand van deze beide eikenhouten palen tot die van de zuidelijke concentratie (die behoren tot de zuidelijke beschoeiing van de wegomlegging) bedroeg ca. 5 m, een gebruikelijke breedte voor het weglichaam. De derde paal van de noordelijke concentratie was van elzenhout en bevond zich zo'n 15 cm zuidelijker dan de twee eikenhouten palen. De elzenhouten paal behoorde vermoedelijk tot de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg, aangezien in wegconstructies van 125 nergens gebruik van elzenhout is aangetoond. Dat betekent dat in deze sleuf het exacte punt waarop de wegomlegging zich afsplitste van het oorspronkelijk wegtracé, is waargenomen. Het zeer slecht geconserveerde fragment van de elzenhouten paal (vondstnummer 55) had een breedte van slechts 3 cm en een bewaarde lengte van 6 cm. De bovenkant van het hout lag rond 0,88 m-NAP.

In het westprofiel van sleuf 7 was de vroegste vorm van het weglichaam behorende tot deze elzenhouten paal duidelijk herkenbaar. Onder in het opgeworpen weglichaam dat tot in de tweede eeuw heeft gefunctioneerd, werd een grindhoudende zavellaag aangetroffen (zie Bijlage II). De aanwezigheid van grind onderin een opgeworpen weglichaam is niet functioneel en werd niet eerder waargenomen in Leidsche Rijn. Vermoedelijk weerspiegelt dit grindhoudende zavelpakket dan ook de toplaag van de oudste weg. Het grindhoudende zavelpakket heeft een dikte van zo'n 20 cm en werd waargenomen over een breedte van ca. 2,25 m. Onder de zavellaag bevond zich een 20 tot 30 cm dik pakket zware zavel dat als ophogingpakket is geïnterpreteerd. Kennelijk lag deze oudste weg op een lichte verhoging. De top van het wegdek zal zo'n 40 tot 50 cm boven het Romeinse maaiveld hebben uitgestoken. Het ophogingspakket had een waargenomen breedte van ruim 5,5 m en werd aan de noordzijde afgesneden door de geulafzettingen van de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw.

Aan de zuidzijde werd de grindhoudende zavellaag afgesneden door een recente kadaverkuil. Ten zuiden van deze kuil waren twee dunne zavellagen en een kleilaag (onderste) zichtbaar, die in zuidelijke richting enigszins naar beneden doken. Waarschijnlijk kan in deze lagen het zuidelijke talud van de vroegste *limes*weg worden herkend. Afgezien van oer- en mangaanconcreties in het middelste zavelpakket bevatten de drie lagen geen grind of ander materiaal. Over een afstand van 1,78 m daalde het talud 21 cm, wat neerkomt op een taludsteilte van 5,3 %. Het hier beschreven weglichaam weerspiegelt vermoedelijk de vroegste wegaanleg en dateert waarschijnlijk van vóór 100.

**Het weglichaam tussen ca. 100 en 125**
In sleuf 7 werden tevens enige aanwijzingen voor het uiterlijk van het weglichaam tussen de vroegste aanleg en de omlegging van 125 aangetroffen. In het westprofiel van de sleuf was te zien dat zich op een afstand van 1,92 m tot 5,56 m ten zuiden van de elzenhouten paal van de eerste wegaanleg een tweede zuidtalud bevond (zie Bijlage II). Dit bestond uit een ca. 25 cm dik zavelpakket met zeer veel grind (vondstnummer 48) en relatief grote keien (vondstnummer 49). Tussen het grind werd een handgevormde scherf aangetroffen (vondstnummer 47). Over een afstand van 1,12 m daalde het talud 51 cm (taludsteilte 20,5 %), waarmee dit talud aanzienlijk steiler was dan bij voorbeeld het noordtalud in sleuf 1.

**Afb. 4.2** Coupe over de noordelijke palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg op vlak 4 in sleuf 3, gezien vanuit het noorden (vondstnummers 23-1 t/m 23-24). Van de 24 palen zijn er 20 vervaardigd van elzenhout; de vier palen aan de linkerzijde zijn van wilg (drie maal) en eik (één maal). De palen zijn afgetopt door het water van de rivier tijdens de tweede rivierdoorbraak rond het midden van de derde eeuw.

**Afb. 4.3** Westprofiel van sleuf 3 (zie ook bijlage II). In het profiel is een doorsnede van de restgeul van de Heldammer rivier zichtbaar. Rond het midden van de derde eeuw heeft deze voor de tweede maal een deel van de *limes*weg weggeslagen. Ter hoogte van sleuf 3 heeft de rivier haar bedding over het restant van het opgeworpen weglichaam heen 'getild'. Kort daarna begon de definitieve verlanding, zoals blijkt uit de gytjja-achtige kleipakketten in de vulling van de restgeul.

Het diepste punt van de onderkant van dit zuidtalud lag rond de 0,80 m-NAP. Ook in het weglichaam van de vroegste weg was te zien dat vanaf een hoogte van ca. 0,80 m-NAP antropogene ophogingslagen waren aangebracht. Het grindpakket van het zuidtalud reikte tot een maximale hoogte van 0,08 m+NAP. Aangezien de bovenkant van het grindpakket was opgenomen in de bouwvoor zal het oorspronkelijke oppervlak van de weg hoger hebben gelegen dan deze 0,08 m+NAP. Bijgevolg moet het weglichaam op dit punt een hoogte van meer dan 88 cm boven Romeins maaiveld hebben gehad.

Net zoals bij de oudste wegfase was zowel op het vlak alsook in het westprofiel van de noordelijke bermbeschoeiing en het bijbehorende talud geen restant meer aanwezig. De oorzaak hiervan was gelegen in een tweede-eeuwse doorbraak van de Heldammer rivier, waarvan een zuidelijke bocht de *limes*weg over een afstand van vermoedelijk ruim 50 m verspoelde.

### 4.1.1 De bermbeschoeiingen

In sleuf 7 werd een elzenhouten paal aangetroffen, die vermoedelijk in verband gebracht kan worden met het in het westprofiel gedocumenteerd lichaam van de vroegste weg. Ook in sleuf 3 werden elzenhouten palen aangetroffen, die vermoedelijk eveneens tot de oudste weg gerekend moeten worden. Daarnaast werden op het vlak in sleuf 1 twee staande palen aangetroffen (niet geborgen: houtsoort onbekend), enigszins verzakt in noordelijke richting. In het oostprofiel van de sleuf werd vastgesteld dat de palen onderdeel uitmaakten van de noordelijke bermbeschoeiing. Het is goed mogelijk dat ook deze palen hebben behoord tot de oudste weg, maar hierover kan weinig met zekerheid worden gesteld.

In sleuf 3 werden twee zachthouten bermbeschoeiingen met een onderlinge afstand van 10 tot 15 cm aangetroffen, die beide onderdeel uitmaakten van de zuidelijke bekisting van het weglichaam. De noordelijke van de twee behoort vermoedelijk tot de oudste weg (afb. 3-2 en 4-1). Op een zelfde wijze als in sleuf 7 bij toeval het beginpunt van een wegomlegging als reactie op de tweede-eeuwse rivierdoorbraak werd waargenomen, kon in sleuf 3 het eindpunt van de erosie van het weglichaam door de derde-eeuwse rivierdoorbraak worden gedocumenteerd. Als gevolg van deze doorbraak was van de oudste zuidelijke bermbeschoeiing in sleuf 3 het oostelijke deel weggeslagen, terwijl de noordelijke beschoeiing van beide wegfasen volledig was verdwenen.

De noordelijke van de twee zuidelijke bermbeschoeiingen werd gevormd door 25 palen (vondstnummer 23: sub 1 t/m 24 en 29) met in de meeste gevallen een tussenruimte van enkele centimeters (afb. 4-2). De palen hadden diameters van 5 tot 9 cm en waren bewaard tot een lengte van 32 tot 57 cm. Ze waren niet alle even diep ingeslagen, aangezien de paalpunten waren gelegen op een diepte van 1,50 m- tot 1,80 m-NAP. De bovenkant van de geconserveerde houtdelen lag op een diepte van 1,43 m- tot 1,13 m-NAP. In vergelijking met de elzenhouten paal in sleuf 7 (conserveringsdiepte vanaf 0,88 m-NAP) waren de palen pas vanaf een diep niveau bewaard. De oorzaak hiervan was gelegen in de rivierdoorbraak, als gevolg waarvan de palen waren afgetopt. Net als in sleuf 1 en 7 werden geen restanten van horizontale planken of ander bekistingsmateriaal aan de binnenzijde van de palenrij aangetroffen. Deze zouden op een hoger niveau wel aanwezig kunnen zijn geweest. In dat geval bevonden deze zich boven het Romeinse maaiveld. In het westprofiel van sleuf 3 kon worden vastgesteld dat de onderkant van het (tot in de derde eeuw in gebruik zijnde) zuidtalud

was gelegen op een diepte van 0,97 m-NAP en vermoedelijk bevond het Romeinse maaiveld zich rond deze hoogte (zie Bijlage II). Dat betekent dat de palen waren ingeslagen tot een diepte van 53 tot 83 cm onder Romeins maaiveld.

De oostelijke vier palen van de noordelijke rij (vondstnummer 23: sub 1 t/m 4) vormen in meerdere opzichten een uitzondering. Ten eerste werd voor de palen een afwijkende houtsoort gebruikt, namelijk eik (de meest oostelijke paal) en wilg (de drie overige palen). Daarnaast waren ze enigszins dieper ingeslagen dan de overige twintig palen (zie afb. 4-2). Als laatste kenmerk van de vier palen dienen de vreemde 'krassen' op de aanpunting genoemd te worden. Deze zijn het gevolg van insectenvraat, die moet zijn ontstaan tussen het moment van kappen en het tijdstip waarop de palen in de grond zijn geslagen (zie afb. 4-4).

Van de zuidelijke van de twee bermbeschoeiingen werden delen van elf palen aangetroffen, alle vervaardigd van elzenhout (vondstnummer 24: sub 1 t/m 10 en 28). In de oostelijke helft van de sleuf was het merendeel van de palen geheel of bijna geheel verspoeld door de rivier, als gevolg waarvan slechts drie kleine paalpuntfragmenten werden aangetroffen. In de westelijke helft was de palenrij nog grotendeels intact en werden zeven paalfragmenten waargenomen met een onderlinge afstand van 2 tot 25 cm. De palen hadden diameters van 7 tot 14 cm. De gemiddelde diameter was enigszins groter dan die van de noordelijke palenrij. De bewaarde houtdelen hadden een lengte van 60 tot 78 cm. De paalpunten lagen op een diepte van 1,58 m- tot 1,77 m-NAP, dus min of meer overeenkomstig die van de noordelijke palenrij. De bovenkant van de geconserveerde houtdelen lag op een diepte van 1,12 m- tot 1,00 m-NAP.

Op basis van de verschillen in onder meer houtgebruik (gekloofd versus rondhout), diameters, aanpuntingsvorm en het ontbreken van identieke braampatronen tussen beide palenrijen (zie paragraaf 4.1.1) kan worden vermoed dat beide rijen behoren tot verschillende fasen. In het project Waterland (sleuf 2) zijn meerdere fasen zachthouten bermbeschoeiing van vóór 100 aantoonbaar (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.).

**Samenvatting van de bermbeschoeiing**
De bermbeschoeiingen van de eerste-eeuwse *limes*weg werden vervaardigd met gebruikmaking van hoofdzakelijk elzenhouten palen met een diameter van 5 tot 14 cm. Deze werden aangepunt en vervolgens de grond in gedreven. In sleuf 3 werd vastgesteld dat de paalpunten zich bevonden op een diepte van 53 tot 83 cm onder Romeins maaiveld. Vanwege deze geringe diepte kan worden vermoed dat de palen niet de grond in werden geheid, maar geslagen met een moker of handmatig opgetild heiblok. Deze geringe diepte én geringe diameter van de ingeslagen palen en het feit dat deze waren vervaardigd van zachthout, zal een beperkte stevigheid van de individuele palen tot gevolg hebben gehad. Mogelijk werden tijdens het bouwen van de beschoeiing in sleuf 3 daarom de palen nagenoeg zij-aan-zij ingeslagen. Door het aantal palen te vergroten kon toch een beschoeiing met de gewenste stevigheid worden verkregen. Bij het aanleggen van de beschoeiing van de wegomlegging uit 125 in sleuf 11 werd gebruik gemaakt van eikenhouten palen met een aanzienlijk grotere diameter. Deze palen waren ongetwijfeld veel steviger. Bovendien werden deze palen aanzienlijk dieper ingeslagen, wat tot gevolg had dat de onderlinge paalafstand zonder problemen kon oplopen tot 60 cm.

In geen van de sleuven kon de aanwezigheid van horizontale planken, stammen of bundels rijshout aan de binnenzijde van de ingeslagen beschoeiingspalen worden aangetoond. Mogelijk heeft dit zich boven Romeins maaiveld bevonden. Aangezien de bovenkant van de geconserveerde palen ruim onder het niveau van het Romeinse maaiveld was gelegen, zullen dergelijke horizontale planken, stammen of rijshout niet bewaard zijn. Zodoende hoeft het feit dat dit niet werd aangetroffen, niet te betekenen dat er aan de binnenzijde van de palen niet een vorm van bekisting heeft bestaan. Anderzijds stonden de beschoeiingspalen dusdanig dicht tegen elkaar aan dat bekistingsmateriaal mogelijk overbodig was.

### 4.1.2 Aanvangsdatering van de vroegste weg

Afgezien van de wegomlegging van 125 als reactie op de eerste rivierdoorbaak bleef het tracé van de *limes*weg binnen de grenzen van het opgravingsterrein van het project LR31 onveranderd gedurende zijn bestaan. Ten tijde van de twee houten wachttorens in sleuf 9 en 14, daterend van de jaren 40 tot rond 69, zal er waarschijnlijk een eenvoudige landroute hebben bestaan. Aangezien de toegang tot de torens vermoedelijk aan de (niet geheel opgegraven) noordzijde heeft gelegen, mag worden verondersteld dat deze vroege landroute noordelijk van de torens was gesitueerd. Het is de vraag of de oudste waargenomen weg kan dateren uit de periode van de wachttorens. De torens lagen op een natuurlijke verhoging in het landschap, die bij de eerste aanleg van de weg niet werd opgenomen in het tracé. De ligging van dit tracé net ten noorden van het hoge punt zou kunnen betekenen dat hier ten tijde van de eerste wegaanleg nog een wachttoren stond. Toch kan worden vermoed dat de oudste *limes*weg pas na het verdwijnen van de laatste wachttoren is aangelegd. De buitenste kringgreppel van de tweede toren (daterend van 62 tot ca. 69) lijkt namelijk niet gelijktijdig met de weg gefunctioneerd te kunnen hebben. Weliswaar kon het noordelijk deel van het wachttorenterrein niet worden opgegraven, zodat de exacte ligging van de kringgreppel op dit punt niet werd gedocumenteerd. Uitgaande van een volledig concentrische greppel (zie gereconstrueerde greppel in Bijlage I) kan echter worden

**Afb. 4.4** Vraatsporen op een wilgenhouten paal (vondstnummer 23: sub 3), die onderdeel uitmaakte van de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg in sleuf 3.

**Afb. 4.5** Compressiesporen op een paalpunt van de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg in sleuf 3 (vondstnummer 24: sub 2).

**Afb. 4.6** Drie gekloofde elzenhouten palen van de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg in sleuf 3 (vondstnummers 23: sub 20, 23: sub 21 en 23: sub 23).

**Afb. 4.7** Bijlinslag op een elzenhouten paal van de noordelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg in sleuf 3 (vondstnummer 23: sub 7).

geconcludeerd dat de greppel ca. 2 m binnen het tracé van deze vroegste *limes*weg was gelegen. Daarbij is de zuidelijke flank nog niet eens meegerekend. Het gelijktijdig bestaan van zowel deze buitenste kringgreppel alsmede de weg in zijn latere verschijningsvorm is hierdoor niet aannemelijk. Hierdoor blijft vooralsnog onduidelijk waar de landroute ten tijde van de wachttorens (er van uitgaande dat deze heeft bestaan) heeft gelegen en hoe deze er uit heeft gezien.

In dit verband valt te wijzen op de stratigrafisch relatief oude, secundaire bermgreppel (zie paragraaf 4.1.4), die goed parallel loopt met een knik in het oudste wegtracé en althans nauwelijks kan behoren tot het gecorigeerde wegtracé van 125. Ook bij andere projecten in Leidsche Rijn zijn secundaire bermsloten steeds in een stratigrafisch vroege positie aangetroffen (Stroomweg Veldhuizen, Bakker in voorb.; Waterland, Graafstal en Luksen in voorb.; LR46 De Woerd, Langeveld, Luksen en Weterings in voorb.), en dit past ook goed bij hun functie als formele demarcatie van een onderhoudszone of gereserveerde strook naast doorgaande openbare wegen. Naar hun aard en functie is de kans groot dat zij tot de eerste aanleg van de *limes*weg behoren. Welnu, de secundaire bermsloot van het project LR31 doorsnijdt de sporen van de wachttorens, waardoor een datering van na 69 aannemelijk is.

### 4.1.3 Houtgebruik (structuur H11) *(S. Lange)*

De zuidelijke bermbeschoeiingen van de eerste-eeuwse limesweg hebben structuurnummer H11 gekregen (sleuf 3: vondstnummer 23, 24, 28 en 29); sleuf 7: vondstnummer 55). Van de in sleuf 7 aangetroffen paal (vondstnummer 55) resteerde slechts een houtrestant met een lengte van 6 cm en een breedte van 3 cm. Vanwege de slechte conservering van het hout bleek geen beschrijving mogelijk. Door de rivierdoorbraak in de derde eeuw bleek het oostelijk deel van de beschoeiingen in sleuf 3 te zijn weggeslagen. De beschoeiingen aan de noordzijde van de weg waren zelfs volledig verdwenen. Een deel van de

zuidelijke bermbeschoeiingen, beide bestaande uit een rij elzenhouten palen, bleek in situ overeind te staan. De noordelijke beschoeiing bestond uit 25 palen (vondstnummer 23: sub1 t/m 24 en vondstnummer 29) en de zuidelijke uit elf palen (vondstnummer 24: sub 1 t/m 10 en vondstnummer 28).

De conservering van het hout kon als redelijk tot matig worden omschreven. De palen waren met riet doorworteld en aan het houtoppervlak verweerd. Enkele palen waren aan de bovenkant verrot en hol. In de uitgeholde bovenkanten bevond zich ingespoeld grind. De meeste palen waren aangetast door insectenvraat (afb. 4-4). Vergelijkbare sporen van insectenvraat zijn aangetroffen op palen van de bermbeschoeiing van het project De Balije (Langevelt en Luksen-IJtsma in voorb.) en op palen van de kademuur van de loskade in sleuf 4 van Waterland (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.) (met dank aan T. Hakbijl van de UvA voor het bestuderen van deze sporen). De vraatsporen bestaan uit gangetjes met een breedte en een diepte van 4 á 5 mm. Er werden eitjes en uitwerpselen van het insect aangetroffen, maar van het diertje zelf werd geen spoor waargenomen. Bijgevolg kan niet worden bepaald welk dier verantwoordelijk is voor de vraatsporen. Vermoedelijk zijn de sporen ontstaan na het bewerken en plaatsen van de palen. Ze bevonden zich namelijk altijd vrij hoog op de houtdelen en op de kapvlakken zijn ze niet aangetroffen. Drie paalpunten vertoonden compressiesporen, waaronder vondstnummer 24: sub 2 (afb. 4-5). De lengte van de palen varieerde tussen 10 en 75 cm. Voor een deel zullen deze verschillen veroorzaakt zijn door de inslagdiepte van de paalpunten. Voor de beschoeiing zijn vooral rondhouten van els met een gemiddelde diameter van 8 cm gebruikt. Het hout kan als relatief knoestig en krom worden omschreven. In twee gevallen betrof het geen stamhout maar takken van els (vondstnummer 23: sub 7 en 24: sub 1). De oorspronkelijke diameter van de palen zal groter zijn geweest dan gemeten, omdat het bij de geborgen vondsten vaak om palen met een aanpunting aan de bovenkant van de stam gaat. Door de wijze waarop bomen groeien, neemt de omvang in richting kroon af. Het verschijnsel wordt in vaktaal de volhoutigheid genoemd en beschrijft het verloop van de dikte van de stam ten opzichte van de lengtegroei. Wanneer een stam aan de bovenkant is aangepunt, heeft de zwaardere stamonderkant omhoog gestaan. Dit is met zekerheid waargenomen bij de palen met vondstnummer 23: sub 8 en 23: sub 9, en bij 24: sub 5 en 24: sub 6. Bij de palen met de vondstnummers 23: sub 24, 24: sub 3 en 24: sub 10 is het juist andersom gebeurd en zijn de palen aan de stamonderkant aangepunt en in de grond gedreven. Uit het westprofiel zijn de palen met vondstnummers 28 en 29 geborgen, respectievelijk uit de zuidelijke en noordelijke palenrij. Bij beide gaat het om rondhouten van els met een diameter van 8 cm, en een bewaard gebleven lengte van gemiddeld 52 cm. Deze rondhouten vertoonden een vierzijdige aanpunting met een lengte van 38 cm (vondstnummer 28) en 24 cm (vondstnummer 29). Het hout van de meeste palen bleek te zijn gekapt in het najaar of winterseizoen. Er zijn echter enkele palen die juist tijdens de groei of aan het begin van het groeiseizoen zijn gekapt, zoals met zekerheid waargenomen bij vondstnummer 23: sub 3 en 23: sub 17. Dit zou kunnen betekenen dat een deel van de palen tijdelijk in opslag heeft gelegen. Het is echter ook mogelijk dat de palen met een afwijkend kapmoment duiden op latere toevoegingen of reparaties, al werden er geen overige aanwijzingen gevonden die hierop wijzen.

De noordelijke bermbeschoeiing in sleuf 3 bestond aan de oostzijde uit vier palen van een afwijkende houtsoort, namelijk een gekloofde eikenhouten paal met een doorsnede van 7 cm (vondstnummer 23: sub 1) en drie gekloofde wilgenhouten palen (vondstnummer 23: sub 2, 23: sub 3 en 23: sub 4). De drie wilgenhouten palen zijn waarschijnlijk uit één stam vervaardigd, gezien de overeenkomsten in het aantal jaarringen en het groeipatroon. De schors was op het overgrote deel van het hout bewaard gebleven.

Mogelijk is tussen beide beschoeiingen een verschil op te merken qua gebruik van gekloofd en/of rondhout. Terwijl de bemonsterde palen van de reeks met vondstnummer 23 (noordelijke palenrij) een variatie vertonen in de gebruikte grondvorm (en houtsoort?), gaat het bij de beschoeiing met vondstnummer 24 (zuidelijke palenrij) alleen maar om rondhouten van els. De helft van de palen van vondstnummer 23 was vervaardigd van gekloofd stamhout, zoals drie palen die uit in tweeën gespleten elzen stammen zijn gemaakt en qua aanpunting sterk op elkaar leken (afb. 4-6). Ook de eerder genoemde drie palen van wilgenhout waren vervaardigd van gekloofd stamhout. In vondstnummer 24 zijn drie puntrestanten gedocumenteerd, waarvan de paaldiameter niet compleet is (vondstnummer 24: sub 1, 24: sub 5 en 24: sub 7). Om de beide beschoeiingen te kunnen vergelijken wordt de bewerking van de palen hieronder per vondstnummer besproken. De bewaard gebleven aanpunting van de palen van vondstnummer 23 bedroeg gemiddeld 22,5 cm, de gemiddelde puntlengte van vondstnummer 24 was daarentegen 37,5 cm. De resultaten laten tevens meer spreiding in de manier van aanpunten zien bij de palen van vondstnummer 23. Van de palen uit de reeks 23 waarvan de punten geborgen konden worden, vertoonden vijftien een vierzijdige paalpunt, bestaande uit vier bewerkte facetten, óf drie facetten en één niet bekapte, schorsbelaten zijde (63 %). Zeven palen waren driezijdig aangepunt met drie of twee kapvlakken en één of twee niet bekapte schorskant(en) (29 %). Twee keer bestond de aanpunting uit meer dan vijf facetten (8 %). De paalpunten van vondstnummer 24 waren meestal strak vierzijdig aangepunt (78 %), hiertoe behoort ook een paalpunt met drie kapvlakken en een onbehouwen facet. Twee palen vertoonden een meerzijdige aanpunting (22 %).

Tabel 4-1

| Vondstnummer | houtsoort | grondvorm | percentage |
|---|---|---|---|
| 23-1 | eik | gekloofd | 4 % |
| 23-2 t/m 23-4 | wilg | gekloofd | 13 % |
| 23-5, 23-6, 23-16, 23-17, 23-19, 23-20, 23-21, 23-23 | els | gekloofd | 33 % |
| 23-7 t/m 23-15, 23-18, 23-22, 23-24, 29 | els | rondhout | 50 % |
| **Totaal 25** | | | **100 %** |
| | | | |
| Vondstnummer | houtsoort | grondvorm | percentage |
| 24-1 t/m 24-10, 28 | els | rondhout | 100 % |
| **Totaal 11** | | | **100 %** |

Verdeling op grondvorm van de palen van de noordelijke beschoeiing (vondstnummer 23 en 29) en de zuidelijke beschoeiing (vondstnummer 24 en 28) van de zuidelijke bermbeschoeiing in sleuf 3.

**Afb. 4.8** Detail van het oostprofiel van sleuf 14. Links is de Romeinse bermgreppel zichtbaar, die was ingegraven tot een diepte van ca. 40 cm onder Romeins maaiveld. De ca. 1,40 m brede greppel werd vermoedelijk gegraven tijdens de eerste aanleg van de *limes*weg in late eerste eeuw en was in ieder geval in de tweede eeuw nog in gebruik. De greppel wordt afgedekt door een ca. 1,4 m dik kleipakket, dat vermoedelijk in de laatste fase van de Heldammer rivier werd afgezet. Rechts in het profiel is de brede, middeleeuwse greppel zichtbaar, die vermoedelijk in de twaalfde eeuw werd gegraven, maar tot in de zeventiende of achttiende eeuw in gebruik bleef (zie H.8).

Er zijn in totaal 23 paalpunten waarop bramen op de facetten konden worden gedocumenteerd. Bij enkele palen bleek hetzelfde braampatroon op de plaatsen van de afgehakte zijtakken als ook op de facetten van de aanpunting aanwezig te zijn. Zowel voor het verwijderen van de zijtakken (of restanten ervan) als ook voor het aanpunten bleek in die gevallen één bijl te zijn gebruikt (vondstnummers 23: sub 7, 23: sub 8, 23: sub 12). Als de zijtakken zijn verwijderd met dezelfde bijl als waarmee de aanpunting is gemaakt, mag worden verondersteld dat het locaal gewonnen hout betreft. In dezelfde richting wijst de diversiteit in diameters en gebruikte houtsoorten. Verder zijn op twee paalpunten overeenkomstige bramen aangetroffen (vondstnummer 23: sub 12 en 23: sub 21). Het voorkomen van identieke braamsporen op deze subnummers toont aan dat er bij de aanleg van deze palenrij zowel gekloofd als ongekloofd materiaal werd verwerkt. Voor het aanpunten bleek onder ander een bijl gebruikt met een bijlsnede van ca. 6,5 cm (afb. 4-7). Op één van de elzenhouten paalpunten (vondstnummer 24: sub 6) kon de afdruk van een bijlsnede met een breedte van 16 cm (!) worden gemeten. De vorm van de bijlslagen varieerde eveneens. Er zijn afslagen van bijl(en) met licht gebogen bijlsnede en een minimale breedte tussen 4 en 6 cm gemeten, en rechte afdrukken van bijlinslagen met een breedte tussen 7 en de al vermelde 16 cm. De verschillen in bijlbreedten duiden erop, dat hier met meer dan één type bijl is gewerkt.

### 4.1.4 Een bermgreppel

In de sleuven 14, 12, 4 en 6 werden secties van een bermgreppel aangetroffen. Zeer waarschijnlijk betreft het één en dezelfde greppel, die daarmee over een afstand van 73 m kon worden gevolgd. De bermgreppel volgt het tracé van de oorspronkelijke *limes*weg nauwkeurig. In sleuf 14 kon worden vastgesteld dat de bermgreppel niet evenwijdig ligt aan het gereconstrueerde tracé van de wegomlegging uit 125. Op basis van deze constatering mag worden geconcludeerd dat de bermgreppel vermoedelijk werd gegraven tijdens de eerste aanleg van de weg in de late eerste eeuw.

De bermgreppel was vanwege de schone en homogene vulling over het algemeen moeilijk zichtbaar, wat met name gold voor de vlakwaarnemingen. Alleen op het punt waar de greppel de verontreinigde sporen van de wachttorens doorsneed was deze duidelijk waarneembaar. In sleuf 6 kon de ligging van de greppel slechts worden bepaald door in het verlengde van het zichtbare greppeldeel coupes te zetten. In de coupes was telkens een onderbreking zichtbaar in een dun, natuurlijk zandlaagje, wat duidde op de aanwezigheid van de greppel. Bovendien was het middelste deel van de waargenomen greppelsectie verdwenen als gevolg van een brede laatmiddeleeuwse sloot die de bermgreppel schuin doorsneed. In het oostprofiel van sleuf 12 en 14 en het westprofiel van sleuf 4 werd een profiel over de bermgreppel gedocumenteerd. De waarneming in het profiel van sleuf 14 leent zich het beste voor het doen van uitspraken, aangezien de greppel in dit profiel tot aan het Romeinse maaiveld kon worden gedocumenteerd (zie afb. 4-8). De breedte van de greppel bedroeg ca. 1,35 m. Het Romeinse maaiveld lag hier op een diepte van 0,89 m-NAP, terwijl de greppelbodem zich bevond rond de 1,29 m-NAP. De greppel had dus een diepte van 40 cm onder Romeins maaiveld. In oostelijke richting kwam de bodem van de greppel geleidelijk omhoog; in het midden van sleuf 6 lag deze op een diepte van 1,13 m-NAP. Dit verschil in NAP-maten is waarschijnlijk terug te voeren op de hoogte van het Romeinse maaiveld, dat richting het oosten eveneens enigszins omhoog lijkt te komen. In sleuf 14 vertoont de diepte van de greppelbodem een opvallend verloop. Vanaf het oostprofiel van deze sleuf (diepte van greppelbodem: 1,29 m-NAP) tot aan de zuidwesthoek van de eerste toren (diepte van greppelbodem: 0,88 m-NAP) kwam de greppelbodem 41 cm omhoog. Aangezien de afstand tussen beide punten slechts 21 m bedraagt is er sprake van een opvallend verschil. Hiermee wordt nogmaals aangetoond dat de wachttorens doelbewust werden gesitueerd op een geprononceerde, natuurlijke verhoging in het landschap. Bij het graven van de bermgreppel werd niet gestreefd naar een constante, absolute diepte, maar werd het maaiveld als uitgangspunt genomen. De greppel werd consequent tot een diepte van 40 cm onder maaiveld gegraven.

De vulling van de greppel bestond uit grijsbruine klei met een kleine hoeveelheid oer, schelpen, houtskoolspikkels en zeer fijne tegulafragmenten. In sleuf 14 werden twee rand- en zes wandscherven Waaslandse waar aangetroffen in de greppelvulling (vondstnummer 284). De scherven hebben een bruin oppervlak en zijn grijs op de breuk. Vermoedelijk zijn ze afkomstig van één individu, namelijk een kom van het type Holwerda 140/142, daterend uit de tweede eeuw. Daarnaast werden in de greppelvulling in sleuf 6 twee dakpanfragmenten aangetroffen (vondstnummer 44). Vanwege deze zeer beperkte omvang kunnen op basis van de vondsten geen uitspraken worden gedaan omtrent de begin- en einddatering van de bermgreppel.

De afstand van (het hart van) de bermgreppel tot aan de zuidelijke beschoeiing van de weg lag rond ca. 12,5m. Uitgaande van een oorspronkelijk zuidtalud met een breedte van 3,5 m zal er tussen de zuidelijke voet van het weglichaam en de noordelijke insteek van de bermgreppel een strook met een breedte van ca. 9 m hebben bestaan. In de loop van de tijd lijkt het weglichaam in zuidelijke richting te zijn verbreed en het zuidtalud te zijn uitgevlakt. Als gevolg daarvan nam de afstand tussen de greppel en de zuidelijke voet van het weglichaam af tot 4 á 5 m. De functie van de zone die door de bermgreppel ten zuiden van de *limes*weg werd begrensd, is niet duidelijk.

Tabel 4-2: overzicht getelde fracties en gewichten en gewichtspercentages per monster

| Vnr | 2-4 mm | | 4-8 mm | | 8-16 mm | | > 16 mm | | Datering |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | 24,11 | (22,6 %) | 50,28 | (47,0 %) | 32,55 | (30,4 %) | | | Vóór 125 |
| 49 | | | | | | | 12005, 08 | (100,0 %) | Vóór 125 |
| 208 | | | | | | | 12425, 24 | (100,0 %) | Vóór 125 |
| 354 | 139,50 | (30,8 %) | 148,43 | (32,8 %) | 129,27 | (28,6 %) | 35,66 | (7,9 %) | Vóór 125? |

(bron: Aalbersberg 2004, tabel 2)

Tabel 4-3: Herkomst van de grindmonsters aan de hand van enkele gidsgesteenten en de datering daarvan op basis van de opgravingsgegevens.

| Vnr | 2-4 mm | 4-8 mm | 8-16 mm | > 16 mm | Herkomst | Datering |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | M | M | M | | Maas | Vóór 125 |
| 49 | | | | R | Rijn | Vóór 125 |
| 208 | | | | M, R | Gemengd | Vóór 125 |
| 354 | R | -- | -- | -- | Rijn | Vóór 125? |

R: Rijngebied; M: Maasgebied; --: geen indicatieve gidsgesteenten gevonden

Uit antieke bronnen en archeologisch onderzoek in het buitenland is bekend dat naast het eigenlijke weglichaam van Romeinse wegen soms nog een brede strook werd vrijgemaakt van begroeiing en ingesloten door secundaire greppels, die tot 20 m uit de aslijn van de weg kunnen liggen. Een dergelijke greppel vormt de formele afbakening van een vrijgemaakte en van bebouwing, begroeiing en gebruik vrij te houden zone (Chevallier 1997, 114). Anders gezegd, hij dient als juridische afbakening van de openbare ruimte. Deze vrij te houden zone wordt wel in verband gebracht met bescherming tegen banditisme en zou gereserveerd geweest kunnen zijn voor kuddes en ruiters. Uit Duitsland zijn meerdere parallellen bekend. In een voorbeeld bleek aan beide zijden van de weg een zone te zijn gereserveerd met behulp van greppels, gelegen op een afstand van 12,4 m vanuit de as van de weg (Gaitzsch, 26-27). In een ander voorbeeld bevond de secundaire bermgreppel zich op een afstand van 12 m vanuit de as van de weg en bleken in de gereserveerde zone karresporen zichtbaar (Witteyer, 250). Tot nu toe zijn gereserveerde zijstroken met begeleidende greppels in Nederland weinig gesignaleerd. Een zeldzaam voorbeeld is de opgraving Valkenburg-Marktveld, waar ten oosten van de weg van 125 een dergelijke strook werd aangetroffen (Van Dierendonck, Hallewas en Waugh 1997, Bijlage). Uit Leidsche Rijn zijn drie voorbeelden bekend van segmenten van de weg met gereserveerde zones erlangs (project Waterland: Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.; project Stroomweg-Veldhuizen: Bakker in voorb. en LR46: Langeveld, Luksen-IJtsma en Weterings in voorb.).

Zoals gezegd wordt de gereserveerde strook langs de weg onder meer in verrband gebracht met het drijven van vee. Tijdens het project LR31 werd in het oostprofiel van sleuf 14 aan de voet van de zuidelijke flank een natuurlijke laag waargenomen, die over een breedte van 1,6 m lijkt te zijn vertrapt. De omvang van de vertrappingssporen lijkt echter te gering om deze aan veedrift toe te schrijven. Bovendien werden in geen van de andere profielen dergelijke sporen waargenomen. Bij onderzoek naar de Romeinse weg tijdens het project LR39 werden in de zone ten zuiden ervan echter wel overduidelijk hoefindrukken aangetroffen (Langevelt en Luksen-IJtsma in voorb.).

## 4.2 Verhardingsmateriaal

Het verhardingsmateriaal uit de toplaag van het weglichaam zal door betreding en regenval waarschijnlijk met regelmaat op de taluds zijn afgeschoven. In combinatie met periodieke ophogingen van het weglichaam en het aanbrengen van een nieuwe toplaag leidt dit tot onzekerheid bij het bepalen van welke verhardingsmaterialen zijn gebruikt bij de oudste weg. In het verhardingsmateriaal van de oudste weg in het westprofiel van sleuf 7 werd slechts grind aangetroffen, zonder bijmenging van dakpan- of tufsteenfragmenten. Vanwege de lage concentratie grind is er geen monster van dit verhardingsmateriaal genomen.

Van de zeven onderzochte grindmonsters kunnen er vier worden toegeschreven aan de *limes*weg van vóór 125. De monsters met de vondstnummers 48 en 49 zijn afkomstig uit het meest noordelijke zuidtalud in het westprofiel van sleuf 7 (zie Bijlage II). Alhoewel dit talud niet de oudste wegfase vertegenwoordigt, was het in gebruik vóór de wegomlegging van 125. Een derde monster (sleuf 11, vondstnummer 208) is afkomstig van

de bodem van de crevasse rondom de ingeslagen palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomleggingen van 125. Dit materiaal heeft vermoedelijk onderdeel uitgemaakt van het wegdek van de *limes*weg van vóór 125, werd tijdens de eerste rivierdoorbraak verspoeld en bleef vervolgens achter op de bodem van de crevasse. Reeds in het veld was waargenomen dat de monsters 49 en 208 beide goeddeels bestonden uit grote keien die visueel gezien grote overeenkomsten vertonen. Wijkt het herkomstgebied van deze keien af van de geassocieerde grindmonsters? Interessant zijn in dit verband tevens de keien van de vondstnummers 130 en 428 van LR39, die eveneens stratigrafisch vroeg (in ieder geval vóór 100) te dateren zijn.

Het vierde monster is afkomstig uit het noordprofiel van sleuf 9. Hier werden twee grindhoudende lagen gedocumenteerd, onderling gescheiden door een schoon pakket zware zavel. De onderste laag, die aanzienlijk minder grind bevatte dan de bovenste, was direct op de sporen van de wachttorens gelegen. Dit maakt een vroege datering van deze grindhoudende laag aannemelijk. Tussen het grind werden dakpanfragmenten en stukjes tufsteen aangetroffen (vondstnummer 354). Er zijn aanwijzingen dat het voorkomen van klein puin van baksteen en tufsteen in de *limes*weg Valkenburg vóór 100 gedateerd moet worden (De Hingh en Vos 2006, 126). Waarschijnlijk behoorde dit type wegverharding tot de tweede wegaanleg, te dateren tussen ca. 70 en 100 (Dierendonck 2004, 90). Hiermee wordt de vroege datering van monster 354 bevestigd.

De twee monsters die niet alleen uit keien bestaan (vondstnummers 48 en 354) vertonen beide een min of meer modale verdeling van gewichtspercentages over de korrelgrootteklasses. De modale klasse (d.w.z de klasse met het hoogste gewichtspercentage) is in beide gevallen 4-8 mm. Het is moeilijk uitspraken te doen over de 'natuurlijkheid' van de gevonden korrelgrootteverdelingen van de grindmonsters. Hoewel het een voor de hand liggende meting lijkt, is er niets over te vinden in de literatuur (aangezien daarin meestal wordt gekeken naar de herkomst van de gesteenten).

Voor de vier monsters van het project LR31 die waarschijnlijk van vóór 125 dateren kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Monsters 48 en 49 (alhoewel aangetroffen in hetzelfde talud) zijn afkomstig uit duidelijk verschillende herkomstgebieden. Monster 48 is hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit Maasafzettingen, terwijl de aanwezigheid van Taunuskwartsiet in vondstnummer 49 op een Rijnherkomst duidt. De monsters 49 en 208 zijn goed vergelijkbaar, al bevat het laatste monster ook Maasgesteenten. Het is goed mogelijk dat beide monsters dezelfde herkomst hebben, maar dat vanwege de lage aantallen (respectievelijk 38 en 41 stenen) deze eerste toevallig geen Maascomponenten bevat. Net als monster 49 heeft monster 354 een pure Rijnherkomst.

Al met al kan worden gesteld dat reeds in de beginperiode van de weg gebruik is gemaakt van grind en keien uit verschillende herkomstgebieden. De aanwezigheid van verhardingsmateriaal van verschillende herkomst in één talud lijkt te betekenen dat de verschillen in herkomstgebied niet zozeer op chronologische gronden verklaard kunnen worden.

# 5 De verlegde sectie van de *limes*weg uit 125

## 5.1 De tweede-eeuwse rivierdoorbraak

Op basis van de situering van beide wachttorens in sleuf 9 en 14 kan worden vermoed dat reeds rond het midden van de eerste eeuw na Chr. een zuidelijke bocht van de Heldammer rivier in de buurt van het opgravingsterrein heeft gelegen. Deze veronderstelling wordt ondersteund door een waarneming in één van de wachttorengreppels. De onderste vullingslagen van de stakengreppel behorend tot de toren uit fase 1a bestaan uit een sterk horizontaal gelaagd pakket. Deze gelaagdheid bestaat uit een afwisseling van dunne bandjes kalkrijke zavel en zand en is ontstaan als gevolg van natuurlijke processen. Het betreft waarschijnlijk een combinatie van regen en overstromingen. Uit botanisch analyse van een monster uit deze lagen blijkt dat de greppel het hele jaar door water bevatte. In het zomerhalfjaar daalde het waterniveau flink, zonder dat de greppel geheel uitdroogde. De vegetatie duidt op ondiep, stilstaand water. Dit geeft aan dat de stakengreppel niet in open verbinding stond met de rivier, maar wel af en toe overstroomd werd en een geringe sedimentaanvoer had.

Tijdens de opgraving is de bedding van de rivier inderdaad aan het licht gekomen in de directe nabijheid van de torens. Op een afstand van minder dan 20 m ten noordwesten van de buitenste kringgreppel van de toren uit fase 2 werd in sleuf 7 de zuidelijke insnijding van de riviergeul aangetroffen (zie Bijlage I). De geul werd aangesneden op het punt waar deze een scherpe zuidelijke bocht maakte. Deze rivierbocht sloeg voorbij dit punt een ca. 50 m lang gat in het opgehoogde weglichaam en als reactie hierop werd over een afstand van zo'n 90 m een wegomlegging aangelegd. Restanten van de zuidelijke bermbeschoeiing van deze omlegging werden aangetroffen in sleuf 7, 9 en 11. Dendrodateringen van de eikenhouten palen tonen aan dat voor de wegomlegging eiken werden gebruikt die zijn gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125.

De geul behorend tot deze tweede-eeuwse rivierdoorbraak werd alleen in sleuf 7 waargenomen. Ook in sleuf 10 moet deze aanwezig zijn geweest, maar op dit punt was deze volledig geërodeerd door de zuidelijke rivierbocht uit de derde eeuw, die enigszins in westelijke richting was opgeschoven. Op basis van de gedeeltelijk waargenomen zuidelijke beschoeiing van de wegomlegging in sleuf 11 en de aangetroffen zachthouten bermbeschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg in sleuf 3 kan desondanks de ligging van de tweede-eeuwse rivierbocht ruimtelijk goed worden bepaald.

**De crevassegeul**

In het oostelijke deel van sleuf 11 werd ten zuiden van de tweede-eeuwse rivierbocht een noord-zuid georiënteerde depressie aangetroffen. Deze had een breedte van ca. 16 m en een diepte van zo'n 60 cm onder gereconstrueerd Romeins maaiveld. Op de bodem van de komvormige depressie werd een 10 tot 15 cm dik kleipakket met keien, grind en schelpen aangetroffen. De keien en het grind hebben vermoedelijk behoord tot het wegdek van de iets noordelijker gelegen *limes*weg en lijken te zijn verspoeld. De aanwezigheid van dit verhardingsmateriaal in de kleilaag doet vermoeden dat de depressie is achtergebleven na het droogvallen van een crevassegeul. Aangezien de wegomlegging van 125 over de depressie heen gaat en de depressie ten zuiden van het weglichaam werd opgevuld met afvalhout dat in dezelfde jaren is gedendrodateerd, mag ervan worden uitgegaan dat de crevasse heeft behoord tot de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw. De *limes*weg die op dat moment in gebruik was, kende een weglichaam dat minstens 60 tot 90 cm boven het Romeinse maaiveld uit stak (zie paragraaf 4.1). Tijdens de (plotselinge?) verlegging van de rivierbocht in zuidelijke richting zal dit opgehoogde weglichaam in eerste instantie als dijk hebben gefungeerd. Nadat de rivierbocht een gat in het weglichaam had geslagen kon het rivierwater ongehinderd wegstromen naar het slechts 60 m zuidelijker gelegen komgebied. Hierdoor ontstond een ondiepe crevasse met een breedte van 16 m. Door het wegstromen van een deel van het rivierwater door de crevasse zal de eroderende werking van de rivier zijn afgenomen. Mogelijk is dit een verklaring voor de relatief geringe breedte van de verspoelde wegsectie.

Na het droogvallen van de crevasse werd de depressie die deze achterliet, gedeeltelijk opgevuld met takkenbossen. Deze waren gelegen direct op de bodem van de crevassegeul. De takkenbossen lijken grotendeels afkomstig van een regelmatig beheerd bosbestand en zijn voor het merendeel in het najaar of de winter gesneden (zie paragraaf 5.3.1). Dit komt overeen met de informatie uit het dendrochronologisch onderzoek aan de eikenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging, die eveneens in het najaar (van 124) of de winter (van 125) zijn gekapt. Het is moeilijk om te bepalen hoe lang de crevasse watervoerend is geweest. Bovendien

**Afb. 5-1** Het westprofiel van sleuf 7 (zie ook Bijlage II). Aan de uiterste rechterzijde zijn de zanderige beddingafzettingen van de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw zichtbaar. De rivier heeft ter hoogte van sleuf 7 de noordelijk bermbeschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg verspoeld. Het zuidelijke talud hiervan (inclusief een concentratie grote natuursteenfragmenten) is nog wel zichtbaar halverwege het profiel (tussen twee recente kadaverkuilen in). Als reactie op de rivierdoorbraak werd een wegomlegging aangelegd, waarvan op de voorgrond de grindrijke zuidflank zichtbaar is. Foto: Het Utrechts Archief

**Afb. 5-2** Detail van Coupe A op vlak 3 van sleuf 11 (zie ook afb. 3-4 en Bijlage II). De lichtgrijze kleilaag vormt de onderste vullingslaag van de crevasse. Nadat deze droog was gevallen werd de drassige bodem begaanbaar gemaakt met behulp van met name takkenbossen, die in deze detailfoto duidelijk zichtbaar zijn. Nadat de aanleg van de wegomlegging was voltooid, werd het resterende afvalhout gedeponeerd in de depressie van de crevasse, boven op de takkenbossen van de bouwweg.

zijn er weinig aanwijzingen op basis waarvan kan worden bepaald hoeveel tijd er verstreek na het droogvallen van de crevasse en het aanleggen van de bouwweg. Zodoende blijft een exacte datering van de tweede-eeuwse rivierdoorbraak beperkt tot de waarneming dat deze vóór 125 plaatgevonden heeft (zie verder hoofdstuk 10).

**Het punt van de doorbraak**

In eerste instantie bestond het vermoeden dat de aanwezigheid van de laat-Neolithische crevasserug in de ondergrond (zie paragraaf 2.1) invloed gehad zou kunnen hebben op het punt waar de rivierbocht door het weglichaam heen brak. In geen van de sleuven werd echter een spoor van deze crevasserug aangetroffen, op basis waarvan kan worden gesteld dat deze zich ter hoogte van het westelijke deel van sleuf 11 moet hebben bevonden. Het is daarom twijfelachtig of er verband heeft bestaan tussen de aanwezigheid van deze crevasserug en het punt van de eerste rivierdoorbraak. Verschillen in Romeinse maaiveldhoogten zouden wel eens meer invloed gehad kunnen hebben op het punt van deze doorbraak. De zone waar de rivierbocht het weglichaam erodeerde was namelijk gelegen tussen twee relatief hoge plekken in het landschap. Aan de hand van de bestudeerde profielen en de top van de archeologische sporen kunnen de verschillen in maaiveldhoogte worden gereconstrueerd. De grootste maaiveldhoogte binnen de grenzen van het opgravingsterrein bevond zich ter hoogte van het wachttorenterrein. Het Romeinse maaiveld lag hier rond de 0,30 m-NAP. Het omringende gebied lag lager: ten oosten van het wachttorenterrein op ca. 0,40 m-NAP, ten zuiden op ca. 0,70 m-NAP en ten westen ervan rond de ca. 0,50 m-NAP. Hieruit blijkt dat het wachttorenterrein enkele decimeters hoger lag dan het omringende landschap. Er zijn geen aanwijzingen dat dit hoogteverschil wordt veroorzaakt door een kunstmatige verhoging voorafgaand aan de bouw van de eerste toren. Daarmee wordt duidelijk dat deze op een kleine, natuurlijke verhoging in het landschap is aangelegd. Tijdens de cunetwaarnemingen in januari 2003 bleek het Romeinse maaiveld aan de westzijde van het opgravingsterrein rond de 0,48 m-NAP gelegen te hebben. Ter hoogte van de rivierdoorbraak (in sleuf 7 en het oostelijke deel van sleuf 11) daarentegen lag het Romeinse maaiveld rond de 0,80 m-NAP. Deze hoogteverschillen zouden mede bepalend kunnen zijn geweest voor de plek waar de rivier haar bocht verlegde.

## 5.2 Het tracé van de verlegging

Als reactie op de rivierdoorbraak werd over een afstand van ca. 90 m een wegomlegging gemaakt. Deze splitste zich af van de oorspronkelijke *limes*weg direct ten noorden van het voormalige wachttorenterrein en sloot hier vermoedelijk weer op aan halverwege - en ten noorden van - het westelijke deel van sleuf 11. De nieuwe wegsectie was waarschijnlijk aan beide zijden voorzien van een bermbeschoeiing, vervaardigd van eikenhouten, ingeslagen palen en horizontale planken. Restanten van deze beschoeiing werden voor de eerste maal aangetroffen in sleuf 7. Dit was de enige sleuf waarin zowel de noord- alsook de zuidbeschoeiing kon worden waargenomen. De afstand tussen beide beschoeiingen bedroeg exact 5 m, een gebruikelijke maat voor de breedte van het eigenlijke weglichaam. Zo werd tijdens de projecten Waterland (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.) en LR37 (Langeveld in voorb.) een breedte van 4,8 á 5,0 m waargenomen. Van de noordelijke bermbeschoeiing van de verlegde wegsectie werden in sleuf 7 twee eikenhouten palen aangetroffen. Deze bevonden zich in de directe omgeving

van een elzenhouten paal, die moet hebben behoord tot de zuidelijke beschoeiing van de eerste-eeuwse *limes*weg. Daaruit mag worden afgeleid dat in sleuf 7 exact het oostelijke afsplitsingspunt van de noordzijde van de weg is waargenomen (afb. 5-1)

In de uiterste noordwesthoek van sleuf 9 werd de verlegde wegsectie voor de tweede maal waargenomen. De twee eikenhouten palen die hier werden aangetroffen bleken te behoren tot de zuidelijke beschoeiing van de verlegde wegsectie. In het oostelijke deel van sleuf 11 kon over een afstand van 22 m de zuidelijke beschoeiing worden gedocumenteerd. Vanwege de relatief diepe ligging van deze beschoeiing in de depressie die de crevassegeul had achtergelaten, bleek deze zeer goed geconserveerd te zijn. De beschoeiing had over nog grotere afstand waargenomen kunnen worden, als het westelijke deel ervan niet in de derde eeuw was verspoeld door een tweede rivierdoorbraak. Wel werd in het westelijke deel van sleuf 11 in de bedding van deze doorbraak een palencluster aangetroffen, dat vermoedelijk bestond uit min of meer *in situ* verkerende palen van de zuidelijke beschoeiing van de verlegde wegsectie (zie afb. 7-1).

De grootste verschuiving in zuidelijke richting van de wegomlegging ten opzichte van het oorspronkelijke tracé bedroeg zo'n 9 m. De afstand tussen de noordelijke beschoeiing van de vernieuwde wegsectie en de zuidelijke rand van de maximale insnijding van de rivierbocht zou wel eens niet meer dan ca. 4 m bedragen kunnen hebben. Aangezien in deze smalle zone ook nog het noordtalud van het nieuwe weglichaam was gelegen, lijkt het erop dat bij het vaststellen van het nieuwe tracé is besloten de nieuwe wegsectie geen meter langer te maken dan strikt noodzakelijk was. Ook in sleuf 4 van Waterland lijkt de wegomlegging van 125 zo krap mogelijk te zijn uitgezet (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.). In sleuf 7 kon worden waargenomen dat de afstand tussen de noordelijke beschoeiing en de rivierbocht zelfs nog geen 3,5 m bedroeg. Waarschijnlijk was men er van overtuigd dat op dit punt deze afstand zo klein kon zijn, omdat het merendeel van het opgehoogde weglichaam van de oorspronkelijke *limes*weg nog aanwezig was, waardoor dus automatisch was voorzien in een bescherming van de nieuwe wegsectie tegen het water van de rivier.

Als gevolg van de ingestelde 20 m brede beschermingszone heeft het archeologisch onderzoek niet kunnen aantonen of de buitenbocht van de rivier werd voorzien van een beschoeiing in een poging om de nieuwe wegsectie te behoeden voor een nieuwe verspoeling. Gezien het ontbreken van enige ruimte tussen de voet van het noordtalud en de buitenbocht van de rivier lijkt dit wel aannemelijk. In sleuf 7 kon een dergelijke beschoeiing echter niet worden aangetoond, wat zou kunnen samenhangen met het nog aanwezige, ca. 3 m brede restant van het oorspronkelijke weglichaam, dat reeds afdoende bescherming bood.

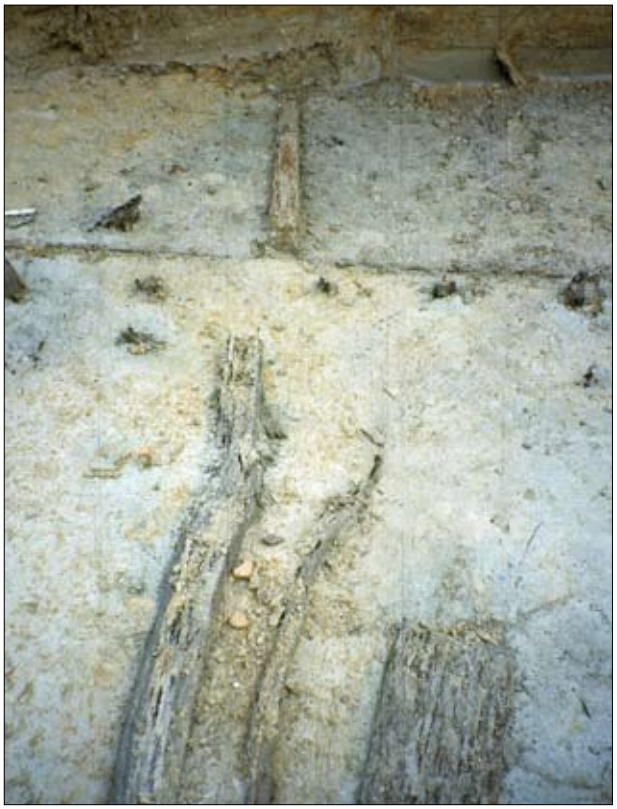
## 5.3 De drooggevallen crevasse-depressie wordt beloopbaar gemaakt (H7)

Alvorens kon worden begonnen met de aanleg van de wegomlegging diende de bodem van de depressie die de crevasse had achtergelaten, beloopbaar gemaakt te worden. Alhoewel deze depressie een diepte had van slechts 60 cm onder Romeins maaiveld zal de bodem ervan waarschijnlijk te drassig zijn geweest om probleemloos te belopen. Vandaar dat in de ca. 16 m brede depressie eerst een pakket van fijne takken en twijgen, bladeren en riet werd gedeponeerd (afb. 5-2). Op enkele punten kon worden vastgesteld dat de staande planken aan de binnenzijde van de wegbeschoeiing direct op de takkenbossen waren gelegen. Daaruit mag worden afgeleid dat de beschoeiing is aangelegd na het aanbrengen van de takkenbossen. Deze bossen werden in het zuidprofiel van sleuf 11 nog waargenomen, wat betekent dat de zone met takkenbossen breder dan 3 m is geweest. Ze lijken met de nodige zorg te zijn gedeponeerd. Op één punt kon worden waargenomen dat minstens drie afzonderlijke lagen met takkenbossen op de bodem van de crevasse werden gelegd, waarbij de oriëntatie per laag verschilde. Dit zal hebben bijgedragen aan het vergroten van het draagvermogen. De dikte van de laag met takken verschilde enigszins, maar lijkt (na compactie) tussen de 5 en 15 cm gelegen te hebben. De dikste laag werd aangetroffen op het diepste punt van de crevasse. Het merendeel van de takken was afkomstig van wilg, maar ook elzentakken werden aangetroffen. Op één punt werd een pakket wilgenbladeren gedocumenteerd (vondstnummer 213).

Afgezien van de takkenbossen werden aan de westzijde van de depressie bovendien noord-zuid georiënteerde planken, stammen en takken gebruikt voor het verkrijgen van een stevige ondergrond (zie onder). Deze kwamen net als de takkenbossen te liggen ten zuiden van de nog te realiseren zuidelijke bermbeschoeiing. Tussen twee van deze noord-zuid georiënteerde, eikenhouten planken bevond zich een rietpakket (vondstnummer 228). Alhoewel het niet met zekerheid kon worden vastgesteld, is de tijdens de opgraving enkele centimeters dikke rietmat vermoedelijk aangebracht nadat de planken er reeds lagen. Indien het riet inderdaad boven op de planken werd aangebracht, is de functie ervan niet duidelijk. Het is echter ook mogelijk dat het riet juist voorafgaand aan de planken werd gedeponeerd. In dat geval zal het een zelfde functie hebben vervuld als de vele takkenbossen, die zowel ten oosten alsook ten westen van de rietmat werden aangetroffen.

Tussen coupe C en D werd direct boven de takkenbossen een grindhoudend zavelpakket aangetroffen. Mogelijk dat dit grind doelbewust is aangebracht op de takken om de beloopbaarheid te vergroten.

**Afb. 5-3** Het noord-zuid georiënteerde hout aan de westzijde van vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11 (gezien vanuit het oosten). Deze planken, takken en stammen lagen in het westelijke deel van de door de crevasse achtergelaten depressie. De stukken hout lagen parallel aan de depressie en zouden zo als 'traptreden' gediend kunnen hebben bij het omhoog lopen.



**Afb. 5-4** Drie van de noord-zuid georiënteerde stukken hout in het westelijke deel van de crevassedepressie (zie ook afb. 5-3). Rechts is een plankfragment zichtbaar, die sterk doet denken aan de beschotplanken van de wegomlegging, waarvan op de achtergrond de bovenzijde net zichtbaar is.

**Afb. 5-5** Verweerd eikenhout van de bouwweg H7 (verschijnsel 152, 153, 157, 158 en 164).

**Afb. 5-6** Liggende eikenhouten plank, onderdeel van de bouwweg (verschijnselnummer 165).

In dat geval is het echter moeilijk te verklaren waarom een dergelijke grindhoudende laag niet op andere punten werd waargenomen. Mogelijk betreft het verspoeld materiaal van de oudere *limes*weg, dat eveneens op de bodem van de crevasse (en dus onder de takkenbossen) werd aangetroffen. In dat geval blijft echter onverklaard hoe dit grind óp de takkenbossen belandde.Op basis van de aangetroffen metalen voorwerpen kan aannemelijk worden gemaakt dat over de takkenbossen is gelopen. Van de achttien sandaalnageltjes die in de opgevulde depressie werden aangetroffen, kwamen er zestien tevoorschijn onder het liggende afvalhout dat na de constructie van de zuidelijke beschoeiing op de takkenbossen werd gedeponeerd. De nageltjes moeten uit de sandaalzolen zijn gevallen tijdens het werken aan de zuidelijke bermbeschoeiing. Daarnaast was één sandaalnageltje afkomstig uit de

vulling van het weglichaam ten noorden van de zuidelijke bermbeschoeiing. Van de vijf ijzeren nagels (die afkomstig zouden kunnen zijn uit de hergebruikte planken van het zuidelijk beschot) waren drie met zekerheid afkomstig van het niveau van de takkenbossen. Andere vondsten afkomstig uit dit niveau zijn een bronzen beslagstukje met een inleg van glaspasta en een schildrandfragment (zie paragraaf 9.3). Al met al zijn er veel aanwijzingen dat het provisorische opvullingspakket intensief is betreden. Waarschijnlijk gebeurde dit tijdens de aanleg van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging, waarbij vermoedelijk gebruik werd gemaakt van onder meer een hei-installatie. Vandaar dat de tijdelijke weg door de drooggevallen crevasse-depressie hieronder als 'bouwweg' aangeduid zal worden

**Het noord-zuid georiënteerde hout aan de westzijde van de crevassedepressie (H7)**
Aan de westzijde van de crevasse-depressie werden in totaal elf stuks liggend eikenhout met een noord-zuid oriëntatie aangetroffen (H7, zie afb. 5-3), waarvan er acht door de houtspecialist werden onderzocht. Van deze acht stuks hout waren er twee planken, vijf grote takken en een stamfragment. Het meest oostelijke houtdeel werd afgedekt door één van de oost-west liggende palen. Bovendien werd deze noord-zuid georiënteerde tak aan de noordzijde ook nog afgedekt door een bundel van wilgentakken, behorend tot de bouwweg. Kennelijk werd deze noord-zuid georiënteerde tak tijdens het aanleggen van de bouwweg gedeponeerd. Hieruit kan worden afgeleid dat vermoedelijk al het noord-zuid georiënteerde hout onderdeel uitmaakte van de bouwweg en dus niet als later gedumpt afvalhout kan worden beschouwd. De aanwezigheid van plankfragmenten binnen deze categorie van noord-zuid georiënteerd hout doet eveneens vermoeden dat dit hout niet als afvalhout moet worden gezien. De vondst van een complete bijl direct op één van deze noord-zuid georiënteerde stammen vormt bovendien een aanwijzing dat dit hout tijdens het werken aan de bermbeschoeiing reeds aanwezig was en niet achteraf werd gedeponeerd. Twee meter ten oosten van het hout van H7 werd boven op de oost-west georiënteerde palen van H6 een plank aangetroffen met een zelfde oriëntatie als de meest oostelijke tak van H7. Deze plank moet vanwege zijn ligging boven op het hout van H6 tot deze structuur gerekend worden en kan niet als onderdeel van H7 worden beschouwd.

De gedocumenteerde lengte van de noord-zuid georiënteerde houtdelen verschilde nogal en lag tussen de 80 cm en de 2,72 m. Voor het merendeel van de stammen, planken en takken geldt echter dat de oorspronkelijke lengte niet kon worden vastgesteld, omdat ze verder doorliepen achter het zuidprofiel van de sleuf. De diameter van de stamfragmenten bedroeg 18 en 21 cm, die van de takken 8, 11, 12 en 13 cm. De planken hadden beide een breedte van ca. 30 cm, een dikte van 3,5 tot 4 cm en leken sterk op de planken die werden gebruikt bij de constructie van het beschot van de zuidelijke bermbeschoeiing (afb. 5-4). Mogelijk waren het relatief korte stukken die niet konden worden gebruikt bij de constructie van de wegbeschoeiing, die werd vervaardigd met behulp van planken met een minimale lengte van 3,05 tot 7,40 m.

Het noord-zuid georiënteerde hout vertoonde een onregelmatige verspreiding. Aan de uiterste westzijde van de houtconcentratie lagen acht stukken hout min of meer tegen elkaar aan. De afstand van deze concentratie naar de oostelijker gelegen plank en tak bedroeg zo'n 65 cm. In het zuidprofiel van de sleuf was te zien dat de tussenliggende ruimte werd aangeplempt met een rietmat (zie Bijlage II). Het was de enige maal tijdens het project LR31 dat het gebruik van riet kon worden aangetoond.

De functie van het noord-zuid georiënteerde hout kan niet met zekerheid worden bepaald. Wanneer dit hout inderdaad onderdeel heeft gevormd van de bouwweg, dan moet het hebben gediend om de beloopbaarheid van de mogelijk drassige crevassebodem te vergroten. In dat opzicht is het mogelijk niet toevallig dat het noord-zuid georiënteerde hout niet op de (relatief vlakke) bodem van depressie lag, maar juist op de schuine helling aan de westzijde ervan (zie zuidprofiel sleuf 11 in Bijlage II). Aangezien het hout niet parallel aan de helling maar juist haaks daarop was gedeponeerd, dienden de stammen, planken en takken als 'traptreden', waardoor het mogelijk werd tegen de helling omhoog te lopen. Ook aan de oostzijde van de crevassedepressie werd een noord-zuid georiënteerd stuk hout gevonden (niet geborgen). Dit werd afgedekt door één van de oost-west georiënteerde stukken afvalhout, lag eveneens op het punt waar de bodem van de depressie omhoog kwam en zou daarom ook onderdeel gevormd kunnen hebben van de bouwweg. In dat geval is het echter de vraag waarom aan de oostzijde slechts één stuk hout met deze oriëntatie werd aangetroffen. Het is aannemelijk dat de conserveringstoestand daarbij een rol speelt. De bovenzijde van het aangetroffen houtfragment lag rond de 0,90 m-NAP. De bovenzijde van de bewaarde houtdelen van de beide palenrijen van de zuidelijke bermbeschoeiing lag tussen de 0,85 m- en de 1,07 m-NAP. Kortom, mogelijk lagen ook op de oostelijke helling van de crevassiedepressie noord-zuid georiënteerde houtelementen als traptreden. Als gevolg van de gebrekkige conserveringstoestanden bleef slechts het onderste houtdeel hiervan bewaard.

### 5.3.1 Houtgebruik van de bouwweg (H7)
*(S. Lange)*

Bij de aanleg van de bouwweg werd gebruik gemaakt van takken (al dan niet met de bladeren er nog aan), riet en noord-zuid georiënteerde planken, stammen en takken.

**De takkenbossen**
Onder het gedumpte afvalhout (H6) en onder het noord-zuid georiënteerde hout aan de westzijde (H7) werden takkenbossen gevonden. Vooral tegen de palen van de buitenste beschoeiing van het wegtracé en in zuidelijke richting ook onder het oost-west georiënteerde afvalhout konden gebundelde takken worden gedocumenteerd. Deze zijn in het veld bemonsterd ten behoeve van een bepaling op houtsoort en een analyse van het jaarringpatroon. Bij de bouwweg horen takkenbossen (vondstnummer: 201, 212: sub 1 en 2, 213: sub 1 en 2, 227: sub 1 en 2 en verschijnsels: 181, 182, 194, 222 en 324), riet (vondstnummer 228), bladeren (vondstnummer 201, 213: sub 3 en verschijnsel 182) en een lisdodde-monster (onderdeel van vondstnummers 201; dit monster lag op de takken van verschijnsel 182).

De conservering van de takken verschilde per monster. Zowel volledig geplette takken met een matige conservering, als ook goed geconserveerde takken met schors zijn waargenomen en onderzocht. De geplette takken ondersteunen de hypothese dat de laag met de takkenbossen intensief is betreden. In het veld kon al worden uitgesloten dat het materiaal van vlechtwerk betrof. De liggende takken met een kruislings oost-west- of noord-zuid-oriëntatie bleken echter wel gebundeld te zijn, waarbij de afdruk van een lus of de restanten ervan om enkele takken soms nog herkenbaar was. In het algemeen betrof het ongeschilde en niet gespleten takken. Een uitzondering op het gebruik van rondhout vormde verschijnsel 194, bestaande uit vooral gespleten materiaal met schors (16 van 23). De monsters van de liggende takken bestonden voor 75 % uit wilgentenen en voor 25 % uit elzenhouten takken. Zeven van de twaalf monsters konden op leeftijd worden onderzocht. Het materiaal van vier monsters bleek volledig of bijna volledig geplet, zodat het niet geschikt was voor een jaarringanalyse (vondstnummer 201, verschijnsels 181, 182 en 222). De diameters van de onderzochte takken varieerde tussen 0,2 en 3,5 cm, maar lag gemiddeld bij 1,5 cm.

Van de zeven op leeftijd onderzochte monsters onderscheiden zich twee monsters in leeftijdsopbouw van de overige. Het betreft verschijnsels 194 en 324. Bij verschijnsel 194 betreft het vooral gespleten takken met aanzet van zijtakken. Van de 23 wilgenhouten takken vertoonden twee haksporen aan het uiteinde. De takken waren gekapt aan het begin of tijdens de groeiperiode van wilg. Omdat de wilg vroeg in het jaar met de houtaanmaak begint, zal het hout rond maart/april zijn gekapt. Verder was de spreiding in leeftijdsopbouw van het monster relatief groot, variërend tussen twee en negen jaar. Qua groeipatroon is het monster vergelijkbaar met de resultaten van verschijnsel 324. Dit monster bestond uit ongeschilde wilgentakken met diverse diameters (tussen 0,5 tot 3,5 cm) en aanzet van relatief veel zijtakken. Ook hier was de spreiding qua aantal jaarringen groter en varieerde tussen 0 en 14 jaar. Het kapmoment van de takken van verschijnsel 324 kon worden vastgelegd op het eind van de groeiperiode en valt daarmee in de wintermaanden.

Het hout van de overige monsters werd gekapt vlak voor en aan het eind van het groeiseizoen, dat wil zeggen in het late najaar of in de winterperiode. Het betreft lange, rechte takken, relatief glad met weinig knoesten of zijtakken. Verder was bij deze monsters de variatie in diameter en leeftijd meer beperkt. De diameter was gemiddeld 1,5 cm, het aantal ringen varieerde tussen een en vijf, waarbij een- en twee-jarige takken (van els en wilg) overheersten. Het is aannemelijk dat het materiaal van deze monsters uit beheerde bosbestanden afkomstig was. Een aantal takken, zoals van verschijnsel 222, was duidelijk afgekapt en bijvoorbeeld niet afgescheurd van de hoofdstam. Daar waar de onderkanten van de takken bewaard zijn gebleven, bleken deze afgehakt met behulp van een kapmes of een bijl. De beperkte spreiding in leeftijd en diameter, als ook de rechte en gladde takken van de monsters met vondstnummers 212, 213: sub 1 en 2, 227: sub 1 en 2, steunen de aanname dat men gebruik heeft gemaakt van regelmatig geëxploiteerde houtopstanden. In tegenstelling tot het materiaal van mogelijk beheerde bosopstanden vertoonde het materiaal van de verschijnsels 194 en 324 een relatief grote spreiding qua diameter en leeftijd, en bleken de takken tevens relatief veel zijtakken te hebben gehad. Wat de herkomst van het verzamelde materiaal betreft, zal daarmee een verschil kunnen worden aangemerkt tussen materiaal uit een regelmatig beheerde houtopstand (81 %) en hout afkomstig uit een 'wild' of onbeheerd bosbestand (19 %).

Tabel 5-1: Houtspectrum van de liggende takkenbossen

| Houtsoort | aantal | percentage |
|---|---|---|
| Wilg | 336 | 75 % |
| Els | 115 | 25 % |
| **Totaal** | **451** | **100 %** |

**Seizoensindicatie**
Ondanks dat de meeste takken in het najaar of in de wintermaanden zijn gekapt, vormt dit nog geen directe aanwijzing voor de aanleg van de bouwweg. De takken kunnen namelijk voor allerlei gebruiksdoeleinden tijdelijk zijn opgeslagen, bijvoorbeeld in water, om later voor de bouwweg te worden gebruikt. Er zijn echter drie monsters die door de aanwezigheid van bladeren aan de takken een duidelijke seizoensindicatie vormen, namelijk vondstnummer 201, 213: sub 3 en verschijnsel 182. Twee van deze monsters bestaan uit elzenhouten takken (vondstnummer 201 en verschijnsel 182), waarvan sommige met volgroeide bladeren. Gezien de grootte van de bladeren zal het hout in de vroege zomermaanden zijn gekapt. De takken waren volledig geplet, zodat van deze monsters noch de leeftijd noch het kapmoment via een microscopische

analyse kon worden achterhaald. De takken van vondstnummer 201 lagen direct op die van vondstnummer 182 en waarschijnlijk betreft het een en dezelfde takkenbos.

Onder verschijnsel 190 lagen takken, waarvan vijf wilgentenen met enkele bladeren (lengte van de bladeren gemiddeld 7 cm; vondstnummer 213: sub 3). De conservering van dit materiaal was opvallend goed. Ondanks de ligging onder de eikenhouten stam waren de takken niet geplet of verweerd. De microscopische bepaling leverde een kapmoment tijdens de groeifase op. De aanmaak van voorjaarsvaten was reeds voorbij, maar tegelijkertijd waren de najaarsvaten nog niet gevormd. Er was dan ook nog geen sprake van bladverlies of verminderde bladgroei. Vandaar dat het kapmoment valt te plaatsen tussen begin mei en eind augustus. De bladeren zaten stevig aan de takken vast. Wanneer men het hout zou hebben opgeslagen voor later gebruik, zouden er geen bladeren meer hebben gezeten aan het hout. Hier is dus sprake van een concrete seizoensindicatie van de depositie. Alles bij elkaar lijkt de bouwweg te zijn aangelegd in de zomermaanden (vanwege vondstnummer 201 en 213 en verschijnsel 182). Mogelijk werden daarbij takkenbossen gebruikt die eerder waren 'geoogst' en tijdelijk opgeslagen. Het merendeel van deze tijdelijk opgeslagen takkenbossen was in het late najaar of in de wintermaanden gekapt, maar ook een kapmoment in maart/april is aangetoond. Bovendien vertoonde dit eventueel opgeslagen hout verschillen in herkomst, aangezien het merendeel afkomstig is uit regelmatig beheerde houtopstanden, maar er tevens hout uit onbeheerde bosbestanden werd aangetroffen. Het is echter ook mogelijk dat de takkenbossen niet tijdelijk zijn opgeslagen, maar dat ze direct na het kapmoment zijn gedeponeerd. In dat geval is er dus op meerdere momenten gewerkt aan een provisorische overbrugging van de depressie die de crevasse had achtergelaten.

**Noord-zuid georiënteerde hout van de bouwweg (H7)**
In totaal zijn acht houtvondsten van het noord-zuid georienteerde hout van de bouwweg beschreven (verschijnsels 152, 153, 157, 158, 164, 165, 183, 337). De conservering van het hout was gemiddeld slecht (67 %), naast matig (22 %) en een enkele keer goed (11 %). De verwering van het hout zal na de deponering van het materiaal door wisselende weersomstandigheden zijn veroorzaakt. Tot de groep waarvan het houtoppervlak verweerd en het hout tot op de kern was ingedroogd, behoren de palen met de verschijnsels 152, 153, 157, 158, 164 (afb. 5-5). Een gekloofde eiken plank (verschijnsel 158) bleek slechts aan één zijde verweerd, terwijl het oppervlak op de onderkant (zoals geborgen in het veld) goed behouden bleek te zijn en geen enkel spoor van verwering vertoonde. Het houtspectrum bestond voor 100 % uit eikenhout. Gemiddeld bedroeg de bewaard gebleven lengte van het hout 1,64 m. De lengtematen varieerden tussen 1,05 m (verschijnsel 337) en 2,72 m (verschijnsel 152). Van enkele grote eiken takken bleek de complete lengte bewaard te zijn, met onder aan het schuin afgehakte begin van de tak en bovenaan het dunnere, niet bewerkte uiteinde. Voorbeelden hiervan zijn de verschijnsels 152, 153, 157, 164 en 183 met lengten tussen 1,78 en 2,72 m. Op deze vondsten zijn bewerkingsporen waargenomen die te maken hebben met de kap van de boom en het afhakken van de zijtakken ter plaatse. Voor het verwijderen van de zijtakken werden de knoesten soms ingezaagd, zoals op verschijnsel 183 te herkennen was. In totaal betreft het vijf onbewerkte stukken hout, waarvan vier afkomstig van eiken takken en één van een eiken stam. Slechts één stamfragment bleek voorbewerkt te zijn (verschijnsel 337). Dit stamfragment met een waargenomen lengte van 1,05 m was wankant behouwen met een min of meer vierkante paaldoorsnede. Wanneer op sommige plaatsen nog de natuurlijke ribben of ronding van de stam herkenbaar zijn, dan is sprake van een wankant behouwen stam. De stam heeft dan vier rechte kanten met op de hoeken vaak nog een restant bast of schors. Verschijnsel 337 is dendrochronologisch gedateerd in 124/125, terwijl verschijnsel 153 werd gedateerd in 124 (+/- 6) (RING Intern Rapport 2003 (013).

Een uitzondering op de verder niet bewerkte takken en stammen zijn twee eikenhouten planken, beide normaal dosse gezaagd (verschijnsel 158 en 165). Bij deze zaagmethode worden de planken deel voor deel uit een stam gezaagd. Dit is de eenvoudigste manier om planken te zagen. De groeiringen van de stam liggen daarbij voornamelijk in de breedterichting van de plank. De gedocumenteerde lengte van de planken bedroeg 1,20 m (verschijnsel 158) en 1,51 m (verschijnsel 165). Ze werden echter afgezaagd bij het zuidprofiel en waren dus langer dan kon worden waargenomen. De planken bestonden uit eiken kern- en spinthout en hadden een breedte van ca. 30 cm, bij een dikte van gemiddeld 3,5 tot 4 cm (afb. 5-6). De planken waren recht bekant. Eén plank (verschijnsel 158) had aan één kopse kant een schuin afgehakt, origineel uiteinde. Gezien de aanwezigheid van spinthout betreft het vermoedelijk geen hergebruikt scheepshout. De planken zijn niet kromgetrokken. Wanneer het groen gezaagd eikenhout betreft, zou dit erop kunnen wijzen dat het hout van de planken niet de tijd heeft gehad aan de open lucht te drogen. Het saphoudende spinthout was door spanningsverschillen anders gaan scheuren en/of krom gaan trekken. Dit zou kunnen betekenen dat de planken speciaal en kort voor de aanleg van de bouwweg zijn gezaagd. Geen van de planken kon dendrochronologisch worden gedateerd.

Tabel 5-2: verdeling van het houtspectrum van de bouwweg in categorieën

| Categorie | aantal | percentage |
|---|---|---|
| Stammen/takken (niet aangepunt) | 5 | 63 % |
| Voorbewerkt stamhout | 1 | 12 % |
| Planken | 2 | 25 % |
| **Totaal** | **8** | **100 %** |

**Afb. 5-7** De binnenste palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging tijdens het afwerken op vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11, gezien vanuit het noordwesten. Het betreft de sectie tussen Coupe A en Coupe B. De beschotplanken die tegen deze palenrij aan zaten, zijn reeds verwijderd. Vlak achter de palenrij zijn twee paalkoppen van de buitenste palenrij zichtbaar. Rechtsonder in de foto is een liggend stuk hout zichtbaar (verschijnsel 199), dat door het weglichaam heen liep. Mogelijk is het een trekbalk geweest.

**Afb. 5-8** De beschotplanken van de wegomlegging tijdens het afwerken op vlak 3 van sleuf 11, gezien vanuit het noorden. Het betreft de sectie tussen Coupe B en C. Aan de rechterzijde is de onderbreking in het beschot zichtbaar. In het midden van de foto is een van de borgpalen te zien. Het beschot bestaat uit drie boven elkaar geplaatste planken, die gedeeltelijk over elkaar heen zijn gezakt (zie afb. 5-9).

**Afb. 5-9** Detail van Coupe B over de drie eikenhouten beschotplanken tijdens het afwerken op vlak 3 in sleuf 11 (zie ook Bijlage II). De bovenste twee planken zijn scheefgezakt en daardoor gedeeltelijk langs elkaar geschoven. De onderste plank werd tijdens de aanleg van het beschot gedeeltelijk ingegraven in de bodem en zal daarom niet zijn verzakt. De onderste twee planken waren ca. 24 cm breed en zo'n 3 cm dik. Vermoedelijk betreft het hergebruikt scheepshout.

**Overige houtvondsten**

Op het liggende hout van H7 werd een bijl met steel gevonden (vondstnummer 178, zie paragraaf 9.3). Helaas bleek de conservering van het hout buitengewoon slecht. Het hout was pulpachtig verweerd, zodat over de afwerking van de steel niets meer kan worden gezegd. De gebruikte houtsoort was es. De steel van een bijl die in Valkenburg is gevonden was van hazelaar.

## 5.4 De zuidelijke bermbeschoeiing

n sleuf 7 werd de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging voor het eerst waargenomen. Er werden twee palenclusters aangetroffen, waarvan het noordelijke gedeeltelijk behoorde tot de zuidelijke bermbeschoeiing van de oudste *limes*weg en gedeeltelijk tot de noordelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125. Het zuidelijke palencluster daarentegen behoort gezien de informatie in het westprofiel vermoedelijk volledig tot de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging. Dit cluster bestond uit drie eikenhouten en vier elzenhouten palen. De drie eikenhouten palen stonden samen met één van de elzenhouten palen in een rechte lijn. De drie overige elzenhouten palen stonden op een afstand van ca. 90 cm tot 2 m ten zuiden hiervan in een ogenschijnlijk onsamenhangende positie. Het is de vraag of de eikenhouten en elzenhouten palen behoren tot één enkele aanleg. Tijdens de bouw van deze zuidelijke beschoeiing in sleuf 11 werd namelijk geen zachthout gebruikt. Ook elders in Leidsche Rijn is nergens het gebruik van elzenhout tijdens de campagne van 125 aantoonbaar.

Bovendien is uitgaande van een enkele aanleg de functie van de drie willekeurig gesitueerde elzenhouten palen niet te begrijpen. Het is daarom het meest aannemelijk dat de elzenhouten palen behoren tot een latere fase. Ook uit andere opgravingen in Leidsche Rijn is bekend dat de weg van 124-125 in latere perioden werd gerepareerd of verstevigd met gebruikmaking van zachthouten palen. Tijdens het project LR37 bij voorbeeld werden dergelijke palen aangetroffen op plekken waar de eikenhouten palen van de wegaanleg van 124/125 waren verdwenen (Langeveld in voorb.). Op basis hiervan, én het feit dat enkele zachthouten palen dóór eikenhouten palen heen waren geslagen, mag worden verondersteld dat de zachthouten palen latere reperaties vormden. In tegenstelling tot de lineair geplaatste eikenhouten palen waren ze in clusters ingeslagen. Tijdens het project LR45 werd een wegomlegging aangetroffen, waarvan de bermbeschoeiing was vervaardigd van enkel elzenhouten palen (Langeveld in voorb.) Ook deze wegomlegging moet na 125 worden gedateerd.

Al met al is het moeilijk op basis van de waarnemingen in sleuf 7 van het project LR31 betrouwbare uitspraken te doen over de bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125. De waarnemingen aan de bermbeschoeiing in sleuf 11 leveren minder onduidelijkheden op. Nadat de 60 cm diepe depressie die de crevasse had achtergelaten begaanbaar was gemaakt met onder meer takkenbossen, werd begonnen met de constructie van de zuidelijke bermbeschoeiing. Deze werd vervaardigd met behulp van een dubbele rij eikenhouten palen met een tussenafstand van ca. 20 cm. De binnenste (d.w.z. noordelijke) palenrij had de dichtste paalstelling en was aan de noordzijde voorzien van een beschot van eikenhouten planken.

**De binnenste palenrij (H4)**
Van de binnenste palenrij werden 52 palen aangetroffen, verspreid over een afstand van ruim 22 m en alle vervaardigd van eikenhout (zie afb. 5-7 en Bijlage I en II). Het merendeel van de palen bestond uit onbewerkte stammen met een diameter van 11 tot 18 cm. Diameters van 12 tot 15 cm kwamen echter het vaakst voor. De onderlinge afstand was onregelmatig en bedroeg enkele cm's tot ruim 50 cm. (De onderlinge afstand tussen de eikenhouten palen van de bermbeschoeiing van 124/125 in sleuf 4 van Waterland (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.) was aanzienlijk regelmatiger en bedroeg ca. 28 cm. Desondanks werden ook hier afwijkende afstanden van 14 tot 46 cm waargenomen.) De palen van de binnenste palenrij waren bewaard tot een hoogte van 0,55 m- tot 1,07 m-NAP. Daarbij kan worden opgemerkt dat de palen aan de westzijde van het vlak het hoogst waren bewaard, langzaam aflopend in oostelijke richting. Deze verschillen in conserveringstoestand zeggen waarschijnlijk niets over de constructie van de palenrij, maar moeten het gevolg zijn van depositionele factoren. Mogelijk was de recente sloot direct ten westen van het oostelijke deel van sleuf 11 van invloed op de grondwaterstand en dientengevolge ook op de conserveringstoestand van de palen. De oorspronkelijke hoogte van de palen kon niet worden vastgesteld. Het enige wat daarover gezegd kan worden is dat ook op het hoogste punt van vlak 2 (0,45 m-NAP) paalverkleuringen zichtbaar waren. In sleuf 7 kon worden vastgesteld, dat de bovenkant van het zuidelijke wegtalud moet hebben gelegen op een hoogte van meer dan 0,06 m+NAP, waarbij een hoogte van 0,32 m+NAP het meest aannemelijk is. Op basis van waarnemingen in het korte oostprofiel van sleuf 11 kan hier een vergelijkbare hoogte van de top van het weglichaam worden verondersteld. Het Romeinse maaiveld was in beide sleuven dan ook min of meer gelijk. Uitgaande van deze weghoogte van 0,32 m+NAP zijn de palen nog zo'n 90 cm tot 1,4 m langer geweest dan op vlak 3 in sleuf 11 kon worden waargenomen.

Het merendeel van de palen kon vanwege de grote lengte slechts worden geborgen door deze gedeeltelijk vrij te graven en ze vervolgens met de graafmachine rechtstandig uit de grond te trekken. Als gevolg daarvan kon vaak de diepte van de paalpunten niet in het veld worden bepaald. Wanneer echter de NAP-hoogten van de bovenkanten van het geconserveerde hout worden gecombineerd met de achteraf opgemeten paallengtes, kan toch een idee worden verkregen omtrent de diepte van de paalpunten. De opgemeten paallengtes varieerden van 56 cm tot 3,09 m. In combinatie met de NAP-maten van de bovenzijden leidt dit tot paalpuntdieptes van 1,51 m- tot 3,78 m-NAP. Over het algemeen kan worden gesteld, dat de diepste paalpunten waren gelegen op het diepste punt van de crevasse-depressie. Dat neemt niet weg dat in de diepere zone van de crevasse-depressie ook relatief ondiepe palen werden aangetroffen, zoals ook langs de ondiepe randen van deze depressie relatief diepe palen werden gedocumenteerd. De diepste palen waren ingeslagen tot een diepte van zo'n 2,5 m onder Romeins maaiveld, terwijl de minst diepe palen ca. 80 cm de bodem in werden gedreven. Uitgaande van de hierboven vermelde hoogte van 0,32 m+NAP voor de top van het weglichaam, hebben de palen oorspronkelijk een lengte gehad van 1,83 m tot 4,10 m.

**De beschoeiingsplanken met de bijbehorende borgpalen aan de binnenzijde (H3)**
Aan de binnenzijde van de noordelijke palenrij werden op hun zijkant staande, eikenhouten planken aangebracht (zie afb. 5-8 en Bijlage I en II). Deze planken zijn waarschijnlijk over de gehele lengte van beschoeiing aanwezig geweest, maar werden tijdens de opgraving alleen in de depressie van de crevasse nog aangetroffen. Elders waren de planken te hoog boven huidig grondwaterniveau gelegen en waren zij als gevolg daarvan niet bewaard. De planken werden waargenomen over een lengte van 12 m. Ongeveer halverwege was een onderbreking met een breedte van zo'n 60 cm. Ten westen van deze

**Afb. 5-10** De onderbreking in de beschotplanken van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging tijdens het afwerken op vlak 3 in sleuf 11 (gezien vanuit het noorden) (zie ook Bijlage II). De ca. 60 cm brede onderbreking was op een hoger niveau vermoedelijk niet meer aanwezig, aangezien in dat geval geen paal aanwezig zou zijn geweest op dit punt. De planken aan de linkerzijde van de onderbreking zijn geborgd met een enkel paaltje, die aan de rechterzijde met drie aangepunte planken en een balkje (deze laatste is niet zichtbaar op de foto).

< **Afb. 5-11** De drie beschotplanken van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging tijdens het afwerken op vlak 3 in sleuf 11 (zie ook Bijlage II). Het betreft de sectie tussen Coupe A en B. Duidelijk zichtbaar zijn twee van de borgpalen waarmee de planken tijdens de aanleg van het weglichaam op hun plek werden gehouden. De functie van het schuin liggende houtfragment is niet duidelijk. Mogelijk werd het als afval in het weglichaam geworpen. Achter de beschotplanken zijn de paalkoppen van beide palenrijen zichtbaar.

onderbreking bestond het waargenomen beschot uit slechts één plank, terwijl ten oosten van deze onderbreking het beschot uit drie boven elkaar gelegen planken bestond. Van deze planken werd het deel tussen de dwarscoupes B en C direct vanaf de opgraving - en dus vóór bestudering door de houtspecialist S. Lange - naar RACM Lelystad gestuurd voor conservering. De hieronder gegeven beschrijving van de drie planken is dan ook gebaseerd op de sectie van het beschot tussen coupe A en coupe B (zie Bijlage I en II).

De planken waren in vergelijking met de eikenhouten palen tot een minder hoog niveau geconserveerd. Vermoedelijk is dit een gevolg van de relatief beperkte dikte van de planken, als gevolg waarvan deze sneller tot op de kern zijn vergaan. Aan de oostzijde waren de planken bewaard tot een hoogte van 0,98 m-NAP, in het midden tot een hoogte van 0,86 m-NAP en aan de westzijde tot een hoogte van 0,68 m-NAP. Dergelijke verschillen in conserveringshoogte werden tevens waargenomen voor de palen van zowel de noordelijke alsook de zuidelijke palenrij. De onderste plank (verschijnsel 155: sub 3) had een totale waargenomen lengte van 7,4 m, een breedte van ca. 24 cm en een dikte van 2 tot 3,5 cm. De onderkant van de plank aan de westzijde lag op een diepte van 1,49 m-NAP en aan de oostzijde op 1,16 m-NAP. Vermoedelijk heeft de plank in oostelijke richting verder doorgelopen dan kon worden waargenomen, maar is deze op dit punt volledig weggerot vanwege de relatief hoge ligging. Omdat de gebruikte plank nagenoeg recht was en de crevassebodem tegelijkertijd komvormig was, kon de plank niet zonder meer over de gehele lengte op de crevassebodem worden gelegd, aangezien er dan in het midden van de plank een gat zou ontstaan tussen de onderzijde van de plank en de crevassebodem. Vandaar dat de plank aan de oostzijde boven op de kleiige vullingslaag met natuursteen en grind onder in de crevasse was gelegen, terwijl deze aan de westzijde, waar de crevassebodem al weer omhoog kwam, niet alleen door deze vullingslaag heen was gegraven, maar zelfs tot een diepte van 20 cm in de onderliggende komafzettingen was ingegraven.

De middelste plank (verschijnsel 155: sub 2) had een totale waargenomen lengte van 5,8 m, een breedte van eveneens zo'n 24 cm en een dikte van ca. 3 cm. De onderkant van de plank zal oorspronkelijk op de bovenzijde van de onderliggende plank hebben gerust. In coupe B (zie afb. 5-9 en Bijlage II) was echter goed te zien dat de plank enkele centimeters naar beneden was gezakt en langs de bovenkant van de onderste plank was geschoven.

Als gevolg daarvan was de middelste plank enigszins schuin komen te liggen, waarbij de bovenzijde overhelde in zuidelijke richting.

Van de bovenste plank (verschijnsel 155: sub 3) werden over een afstand van 3,65 m slecht geconserveerde restanten aangetroffen. Van de plank restte slechts de onderkant, aangezien de bovenzijde als gevolg van de hoge ligging volledig was weggerot. Zodoende kon de oorspronkelijke breedte van de plank niet meer worden vastgesteld. Deze moet echter meer dan 14 cm hebben bedragen. Aangezien de dikte van de plank (3,5 cm) min of meer overeenkomt met die van de onderste twee planken, is het aannemelijk dat ook de oorspronkelijke breedte gelijk was (24 cm). Dit betekent dat de oorspronkelijke hoogte van het beschot minstens ruim 70 cm heeft bedragen. Aangezien de bovenkant van de kleilaag onder in de crevassegeul op het diepste punt rond 1,20 m-NAP lag en de gereconstrueerde top van het weglichaam in het oostprofiel van sleuf 11 zich vermoedelijk rond 0,32 m+NAP bevond, moet de beschoeiing op het diepste punt van de crevasse een hoogte van ca. 1,5 m hebben gekend.

Ten westen van de onderbreking in het beschot was nog slechts één enkele plank aanwezig (verschijnsel 155: sub 4), die over een afstand van 3,05 m werd waargenomen. De plank zal oorspronkelijk langer zijn geweest, maar was aan de westzijde volledig weggerot door de hoge ligging. De onderkant van de plank lag aan de oostzijde op een diepte van 1,12 m-NAP en aan de westzijde op 0,75 m-NAP. Dit houdt in dat deze plank veel sneller omhoog komt dan de planken ten oosten van de onderbreking. Dit komt niet doordat de depressie van de crevasse aan deze zijde een steiler talud kende, maar doordat deze plank aan de westzijde op het ca. 20 cm dikke pakket met takkenbossen en grind van de bouwweg was gelegen.

In het beschot werd een onderbreking waargenomen met een maximale breedte van zo'n 60 cm (zie afb. 5-10 en Bijlage II). Vermoedelijk echter was deze onderbreking geheel of gedeeltelijk onder het Romeinse maaiveld gelegen, aangezien de onderste planken waren ingegraven in de kleilaag met grind en takkenbossen van de bouwweg, de onderste natuurlijke vullingslaag van de crevasse én de bovenste kleilaag van de onderliggende komafzettingen. Mogelijk liep de onderbreking in het beschot hoger door dan tijdens de opgraving werd waargenomen. Aangezien midden in de onderbreking een paal - behorend tot de noordelijke rij - werd aangetroffen, mag echter worden verondersteld dat de onderbreking in het beschot niet tot bovenaan heeft doorgelopen, aangezien het slaan van een paal op dit punt anders geen zin zou hebben gehad. Het is niet duidelijk of de onderbreking in het beschot doelbewust is aangebracht. Mogelijk was de aanwezigheid ervan slechts het gevolg van het feit dat het beschot vermoedelijk werd geconstrueerd met behulp van hergebruikte planken, wat er toe geleid kan hebben dat er geen planken van de juiste lengte voorhanden waren. Aangezien de onderbreking wel eens geheel onder Romeins maaiveld gelegen zou kunnen hebben, zal deze niet tot constructieve verzwakking hebben geleid. Het is zelfs aannemelijk dat de bouwers de onderbreking in het beschot niet als problematisch hebben ervaren, aangezien er planken die dit gat hadden kunnen dichten, zijn gebruikt voor andere doeleinden (H7).

De planken van het beschot werden tijdens de constructie van de zuidelijke beschoeiing op hun plek gehouden met behulp van borgpalen, -planken en -balken aan de binnenzijde ervan (zie afb. 5-11 en Bijlage II). Deze waren alle vervaardigd van eikenhout. In totaal werden tien houtdelen aangetroffen die de beschotplanken borgden, alle gelegen in de depressie van de crevasse. De grote variëteit in het borghout doet vermoeden dat willekeurige, overgebleven stukken hout werden gebruikt. Dat leverde geen problemen op aangezien de planken slechts tijdens de aanleg van de beschoeiing op hun plek gehouden dienden te worden met behulp van het borghout. Nadat de zuidelijke en noordelijke beschoeiingen klaar waren werd de tussenliggende ruimte opgevuld met grond, waardoor de planken door de gronddruk van het weglichaam tegen de palen werden gedrukt en zodoende niet konden verzakken. Op geen enkel punt werd dan ook waargenomen dat de beschotplanken met behulp van spijkers of houten pennen aan de ingeslagen palen van de noordelijke rij waren bevestigd. Van de tien houtdelen die de planken borgden, waren vier planken, drie balken en drie palen. De palen waren kort (64 cm tot 1,13 m) en hadden een kleine diameter (3,5 tot 11 cm). De balken hadden lengtes van 51 cm tot 1,04 m en een doorsnede van 2,5 bij 4 cm tot 7 bij 10 cm. Van de vier planken werden er drie nagenoeg naast elkaar aangetroffen, net ten westen van de onderbreking in het beschot (afb. 5-10). De twee oostelijke planken hiervan waren relatief ondiep ingeslagen (bewaarde lengtes: 32 en 36 cm) en stonden met hun aanpunting maar net tot in de onderliggende komklei. De derde plank was aanzienlijk dieper ingeslagen en had een bewaarde lengte van 58 cm. Tussen één van deze planken en de beschotplanken was de kleinste van de drie balken ingeslagen. Deze concentratie van vier borgende houtdelen is opvallend, aangezien de andere borghouten een onderlinge afstand van 81 cm tot 1,85 m hadden. Mogelijk werden de vier borghouten dicht bij elkaar geplaatst omdat deze alle een geringe lengte hadden. Bovendien stonden de vier borghouten aan één van de uiteinden van een plank en was op dit punt mogelijk extra borging nodig. Het uiteinde van de plank aan de oostzijde van de onderbreking in het beschot was echter maar met één enkele paal geborgd.

**De buitenste palenrij (H5)**

Van de zuidelijke palenrij werden in totaal 22 palen gedocumenteerd, waarvan twee in de uiterste noordwesthoek van sleuf 9 waren gelegen. De palen waren

**Afb. 5-12** Het zuidprofiel van het oostelijke deel van sleuf 11. In het profiel is de crevasse uit het eerste kwart van de tweede eeuw overdwars aangesneden. Deze crevasse had een breedte van 16 m en een diepte van 60 cm onder Romeins maaiveld. De drassige crevassebodem werd beloopbaar gemaakt met onder meer takkenbossen en noord-zuid georiënteerde planken en stammen (uiterst rechts op de foto). Na de constructie van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging werd de depressie van de crevasse opgevuld met afvalhout, dat op de foto duidelijk waarneembaar is. Foto: Het Utrechts Archief

**Afb. 5-13** Het oost-west georiënteerde afvalhout op vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11 tijdens het documenteren van het vlak (gezien vanuit het oosten).

alle vervaardigd van eikenhout. De bewaarde bovenkant van het hout lag aan de westzijde tussen de 0,60 m- en de 0,70 m-NAP, om in oostelijke richting af te lopen naar een hoogte van ca. 0,85 m-NAP. Een dergelijk verschil in conserveringshoogte werd ook waargenomen bij de palen van de noordelijke rij en zal net als daar het gevolg zijn van locale verschillen in grondwaterstanden in het verleden. De diameters van de palen van de zuidelijke rij lagen tussen de 13 en de 22 cm. Een gekliefde stam had zelfs een diameter van 24 cm. Het merendeel van de palen had een diameter van 16 of 17 cm, waarmee deze palen enigszins groter van formaat waren dan de palen van de noordelijke rij (met over het algemeen een diameter van 12 tot 15 cm). Wanneer de achteraf opgemeten paallengtes worden gecombineerd met de NAP-maten van de bovenzijde van het bewaarde hout leidt dat tot paalpuntdieptes van ca. 1,15 m- tot 4,12 m-NAP. Net als bij de noordelijke palenrij kan ook voor de zuidelijke worden opgemerkt dat de diepste paalpunten waren gesitueerd in de diepste zone van de crevasse-depressie. Uitgaande van een hoogte van de top van het weglichaam van 0,32 m+NAP, moet de langste paal een lengte hebben gehad van 4,44 m.

In vergelijking met de palen van de noordelijke rij hebben de palen van de zuidelijke rij niet alleen grotere diameters, maar gemiddeld genomen tevens aanmerkelijk grotere lengtes. Tegelijkertijd was de onderlinge afstand tussen de palen aanmerkelijk groter dan bij de noordelijke rij werd geconstateerd.
Op het niveau van vlak 3 lag deze onderlinge afstand tussen de 10 cm en de 1,8 m. De gemiddelde onderlinge afstand bedroeg ca. 97 cm. Daarbij dient te worden opgemerkt, dat op het niveau van vlak 3 over het algemeen slechts de deels weggerotte toppen van de palen werden waargenomen. Op een dieper niveau hadden de palen over het algemeen een grotere diameter, wat betekent dat de onderlinge afstand kleiner zal zijn geweest. Deze zal daarom vermoedelijk rond de 90 cm (= drie voeten) hebben gelegen. In tegenstelling tot bij de noordelijke palenrij het geval was, zegt deze gemiddelde onderlinge afstand niet veel, aangezien de verschillen groot zijn. Ondanks deze verschillen lijkt er een bepaalde regelmaat aanwezig te zijn in de paalstelling van de zuidelijke rij. De palen lijken namelijk te zijn geplaatst in clusters van twee en drie, afgewisseld door steeds één enkele paal. De afstand tussen de palenclusters ligt tussen de 2,4 m en de 3,05 m, met een gemiddelde van 2,7 m. In deze zone van 2,7 m staat steeds een enkele paal. De kleinste afstanden tussen de palenclusters werd gemeten in de diepere zone van de crevasse-depressie, namelijk 2,4 en 2,55 m. Langs de ondiepere randen van de depressie en daarbuiten lag deze onderlinge afstand tussen 2,65 en de 3,05 m.

De functie van de palenclusters en de geïsoleerd staande palen van de zuidelijke rij is niet duidelijk. Op geen enkel punt werd een directe verbinding tussen de palen van

deze zuidelijke rij en die van de noordelijke vastgesteld. Mogelijk dienden de palen van de zuidelijke rij voor het bevestigen van horizontale trekbalken, bedoeld om de zuidelijke en de noordelijke bermbeschoeiing met elkaar te verbinden in een poging om te voorkomen dat deze door de gronddruk van het weglichaam naar buiten zouden worden gedrukt. Een van de palenclusters in de diepere zone van de depressie ging vergezeld van drie stuks noord-zuid georiënteerd, liggend hout. Tussen de twee oostelijke palen van dit cluster (verschijnsel 202 en 204) bevond zich een kort fragment van een eikenhouten stam met een lengte van ca. 45 cm (verschijnsel 203). Deze lag ingeklemd tussen twee palen van de zuidelijke rij en lag aan de noordzijde tegen één van de palen van de noordelijke rij aan. Nergens echter kon worden vastgesteld dat dit korte paalfragment was bevestigd aan één van de ingeslagen palen en het is dan ook niet aannemelijk dat dit was bedoeld om de beide palenrijen met elkaar te verbinden. Aan de westzijde van dit palencluster werden twee liggende palen aangetroffen, die min of meer in elkaars verlengde lagen (verschijnsel 198 en 199). De palen waren noord-zuid georiënteerd en doorsneden het opgeworpen weglichaam. De zuidelijke paal lag over de aangetroffen beschotplanken heen en liep tot aan de zuidelijke palenrij. Ook ditmaal werd geen directe verbinding tussen deze liggende stam en de ingeslagen paal (verschijnsel 197) waargenomen. Desondanks lijkt in ieder geval deze zuidelijke liggende paal doelbewust aangebracht te zijn, aangezien hij het beschot (dat hoger heeft doorgelopen dan tijdens de opgraving kon worden waargenomen) moet hebben doorsneden. De paal heeft een lengte van ca. 90 cm, maar zou langer geweest kunnen zijn. Hij lag namelijk op een hoogte van 0,95 m-NAP (zuidzijde) tot 0,78 m-NAP (noordzijde) en bevond zich daarmee gedeeltelijk hoger dan de maximale conserveringshoogte van de twee flankerende palen met verschijnsel 196 en 200 van de binnenste palenrij (ca. 0,90 m-NAP). Aangezien de stam in noordelijke richting omhoog kwam, is het goed mogelijk dat hij in deze richting verder heeft doorgelopen, maar niet bewaard bleef. Bijgevolg blijft de mogelijkheid bestaan dat de balk een trekbalk is geweest. In dat geval blijft onduidelijk hoe deze trekbalk was bevestigd aan de palen van de binnenste en/of buitenste rij.

Tussen de palen van het palencluster direct ten westen van het zojuist beschreven cluster (verschijnsel 160 en 161), werd eveneens een noord-zuid georiënteerd, aangepunt eikenhouten stammetje aangetroffen (verschijnsel 340). Dit had een lengte van ca. 1,05 cm en een diameter van 8 cm. In tegenstelling tot de hierboven beschreven liggende stam was deze kleine paal niet óp, maar onder de aangetroffen beschotplank gelegen. De punt van de kleine paal stak nog zo'n 20 cm uit aan de noordzijde van het beschot. Vanwege de kleine diameter en de beperkte lengte van de paal is het niet waarschijnlijk dat deze als trekbalk heeft gediend.

Van eerdere opgravingen in zowel Leidsche Rijn alsook Valkenburg is een vergelijkbare wegconstructie met een palenrij met aan de buitenzijde toegevoegde palen bekend. Tijdens LR37 (Langeveld in voorb.) werden geïsoleerde palen aangetroffen op een afstand van 35 tot 45 cm van zowel de zuidelijke alsook de noordelijke palenrij van de bermbeschoeiing. Ze hadden grotere diameters dan die van de rijen en vertoonden een onderlinge afstand van 1,2 tot 1,3 m (al kwamen uitzonderingen van 1,08 m tot 1,48 m ook voor). In de meeste gevallen lagen de palen aan de zuid- en noordzijde van het weglichaam tegenover elkaar en vormden ze duidelijk te herkennen paren. Op basis van de dendrogegevens kan worden gesteld dat deze buitenste palen behoren tot dezelfde wegaanleg als de palenrijen. Er werd echter nergens een directe relatie tussen deze buitenste palen en de palenrijen aangetoond. Met name vanwege de paarsgewijze ligging is het aannemelijk dat tussen de buitenste palen trekbalken waren bevestigd. Binnen het opgebrachte grondlichaam zijn resten van twee horizontale balken aangetroffen. Ze hadden diameters van 15 en 25 cm en bewaarde lengtes van 3,65 en 4,95 m, al zijn ze beide aan de zuidzijde nog langer geweest. De horizontale, enigszins grillig gevormde balken bevonden zich onder in het opgeworpen weglichaam en zijn mogelijk direct op het toenmalig maaiveld gelegd. Hoewel er is gezocht naar een verbinding tussen de liggende balken en de beschoeiing, is deze niet aangetroffen. Bovendien bevonden de balken zich precies tussen twee van de buitenste palen in. Waren ze bedoeld als trekbalken, dan zou een ligging direct tegen deze buitenste palen aan logischer zijn geweest. Bovendien is het constructief gezien aannemelijker dat trekbalken boven in het weglichaam waren gesitueerd in plaats van onder in. Aangezien tijdens LR37 slechts de onderzijde van het opgeworpen weglichaam werd aangetroffen, kon niet worden bepaald of er boven in dit lichaam trekbalken aanwezig zijn geweest.

Ook in Valkenburg kende de wegconstructie van 124 een bermbeschoeiing bestaande uit een palenrij met planken aan de binnenzijde en dikkere palen aan de buitenzijde (Hallewas en Dierendonck, 19 en Vos en Lanzing, 25/26). Deze buitenste palen stonden paarsgewijs (onderlinge afstand ca. 70 cm), met een afstand van ruim 1,5 m tussen de paren. De palenparen aan weerszijden van het weglichaam stonden tegenover elkaar, op basis waarvan mag worden verondersteld dat er op een hoger niveau trekbalken hebben gelegen. Hiervan werd echter geen spoor aangetroffen.

## 5.5 Het gedeponeerde afvalhout (H6)

Direct ten zuiden van de bermbeschoeiing werd in de depressie van de crevasse een grote hoeveelheid liggende, eikenhouten stammen en grote takken aangetroffen (afb. 3-3, 5-12, 5-13 en Bijlage I). Dit hout lag direct op de

takkenbossen van de bouwweg en moet onmiddellijk na het voltooien van de beschoeiing op die plek zijn gedeponeerd. Drie van de liggende stammen werden door middel van dendrochronologisch onderzoek gedateerd. Hieruit bleek dat dit liggende hout – net als de beschoeiingspalen – dateert uit 124/125 (zie paragraaf 5.7). Specialistisch onderzoek toonde aan dat het liggende hout gedeeltelijk bestond uit afvalhout, dat overbleef nadat van complete stammen bruikbare palen waren vervaardigd. Ook deze constatering maakte een direct verband tussen de constructie van de bermbeschoeiing en de herkomst van het liggende hout aantoonbaar.

In de crevassedepressie werden 77 stuks liggend hout met een oost-west oriëntatie aangetroffen. Op het diepste punt van de depressie was dit liggende hout drie tot vier lagen dik opgestapeld (dikte van het totale pakket bedroeg ca. 40 cm; zie coupe A in Bijlage II), terwijl dit hout langs de randen van de depressie nog slechts één laag dik was. Negentien houtdelen waren dusdanig slecht geconserveerd dat het bergen ervan niet mogelijk was. Deze bevonden zich in de bovenste laag van het gestapelde hout, waardoor ze erg verweerden. De overige 58 houtdelen werden op één na onderzocht door de houtspecialist. Van deze 57 onderzochte houtdelen bleken 25 te bestaan uit een stamfragment zonder bewerkingssporen. Deze stamfragmenten bleven vermoedelijk over nadat uit een complete stam een geschikte paal was vervaardigd. Van deze stamfragmenten kon één maal worden vastgesteld dat het fragment afkomstig was uit de top van een boom. Van de 57 onderzochte houtdelen bestonden eveneens 25 uit stamdelen die waren ontschorst met behulp van trekmes of dissel. Het is niet duidelijk waarom deze stamfragmenten waren bewerkt. Mogelijk was het aanvankelijk de bedoeling om van de stamfragmenten bruikbare palen te maken, maar werd daar gedurende de fabricage van afgezien vanwege de ongeschiktheid van het betreffende fragment. Twee bewerkte stamfragmenten hadden zelfs een complete aanpunting; kennelijk werd in deze gevallen pas na voltooiing van de paal besloten dat deze niet geschikt was. Het ligt voor de hand dat tijdens het bouwproces steeds partijen aangepunte palen (of halffabrikaten) werden aangemaakt, en dat daarvan dan steeds een aantal door een opziener terzijde werd geschoven als tweede keus of onbruikbaar. Een klein deel van de bewerkte stamfragmenten had een lengte die overeen kwam met die van de in de wegconstructie verwerkte palen, wat aannemelijk maakt dat ze in eerste instantie bedoeld waren voor de fabricage van palen. Het merendeel van de bewerkte stammen had echter een beperkte lengte en de aanwezigheid hiervan moet op een andere manier worden verklaard. In deze gevallen is het aannemelijk dat aanvankelijk een complete boomstam over de gehele lengte werd voorbewerkt, waarna slechts een deel ervan uiteindelijk werd gebruikt om een paal van te maken. Dit kan verklaren waarom de afgedankte stamuiteinden bewerkingssporen vertoonden. Deze verschijnselen (complete voorbewerking van de stam, óók van later afgedankte stamdelen; aangepunte palen die later tóch terzijde worden gelegd) wijzen eenduidig op een verdeling van de bouwstroom over bouwploegen met specifieke taken, die dan telkens bepaalde aantallen stammen/palen verwerkten.

Tussen het liggende hout werden drie dikke takken aangetroffen, waarvan één was voorbewerkt. Kennelijk werden ook dikke takken gebruikt om palen van te maken. De overige twee takken vertoonden geen bewerkingssporen en de aanwezigheid hiervan op deze plek is dan ook moeilijk te verklaren. Mogelijk werden ze wel aangevoerd met de bedoeling om tot paal verwerkt te worden, maar bleken ze achteraf daarvoor niet geschikt. Afgezien van de takken werden tevens vier fragmenten constructiehout aangetroffen, waaronder een balk en een plank. De plank (verschijnsel 265) was vervaardigd van zilverspar en was daarmee van alle onderzochte fragmenten liggend hout het enige fragment dat niet van eikenhout was. De plank had twee rijen met vierkante spijkerafdrukken en werd vermoedelijk secundair gebruikt. Dit verklaart de afwijkende houtsoort.

De lengte van de liggende stammen en takken verschilde sterk en bedroeg maximaal 3,82 m. Het merendeel van de stamfragmenten had echter een lengte van 50 cm tot 1,5 m (tabel 5-4, 1). De diameter van de stamfragmenten lag tussen de 4 cm en de 21 cm. Het merendeel van de fragmenten had een diameter van 9 tot 18 cm (tabel 5-4, 2). Binnen deze marge was de spreiding redelijk gelijkmatig, waarbij wel een lichte nadruk op de geringe diameters valt waar te nemen. De diameters van het liggende hout zijn in overeenstemming met die van de palen van de noordelijke rij (grotendeels tussen de 12-15 cm) en die van de zuidelijke rij (grotendeels ca. 16-17 cm).

Tijdens het blootleggen en documenteren van het liggende hout werd van acht houtdelen aan de uiterste westzijde van de depressie vermoed dat het zachthout betrof. Eén fragment bleek later te bestaan uit een plank van zilverspar, die reeds eerder werd genoemd. De overige zeven houtdelen waren dusdanig slecht geconserveerd, dat het bergen ervan niet mogelijk was. Vandaar dat van geen enkel van deze houtdelen de houtsoort is bepaald door de specialist. Aangezien geen van de 57 wél onderzochte fragmenten van dit liggende hout bestond uit zachthout, kan worden vermoed dat de veldwaarneming niet correct is. Vermoedelijk betrof het eikenhouten fragmenten die vanwege hun hoge ligging boven in de depressie dusdanig waren verweerd, dat ze op zachthout leken. Ook enkele palen van de noordelijke rij van de bermbeschoeiing uit 125 werden gedurende het veldwerk vanwege hun afwijkende voorkomen beschreven als zachthout. Uiteindelijk bleken deze palen te zijn vervaardigd van eikenhouten stammen met wijde tot zeer wijde jaarringen. Vermoedelijk werd bij het construeren van

de zuidelijke bermbeschoeiing in sleuf 11 afgezien van planken van zilverspar geen zachthout gebruikt.

Het is de vraag of het afvalhout met een specifiek doel in de crevassedepressie werd gedumpt. Het merendeel van dit hout was ongetwijfeld nog bruikbaar voor andere doeleinden of had als brandstof kunnen dienen. Daarnaast werd in het zuidprofiel van sleuf 11 op twee plekken waargenomen, dat op de liggende stammen takkenbossen waren gelegen (zie Bijlage II). Deze takkenbossen en het afvalhout werden vervolgens weer afgedekt door een maximaal 25 cm dikke laag van kluiterige klei, die doelbewust lijkt te zijn aangebracht. Daarboven bevond zich een ca. 15 cm dik pakket homogene, grijze klei met veel oer. Beide kleipaketten zijn vermoedelijk onderdeel van het zuidtalud van de wegomlegging. Waarschijnlijk is dit zuidtalud direct na het voltooien van de bermbeschoeiing van de wegomlegging opgeworpen, al kan vooralsnog niet worden uitgesloten dat deze later is ontstaan (zie hoofdstuk 10). De beide lagen werden op hun beurt werd afgedekt door een ca. 15 cm dik grindrijke zandlaag. In het korte oostprofiel van sleuf 1 was te zien dat deze laag in noordelijke richting omhoog liep en waarschijnlijk bestond uit afgeschoven materiaal van de top van het weglichaam, dat op het zuidtalud belandde.

## 5.6 Twee paalconcentraties (H8 en H9)

Temidden van de takkenbossen en het liggende afvalhout ten zuiden van de bermbeschoeiing werden twee eikenhouten palenrijen aangetroffen. Eén palenrij bestond uit minstens vijf (maar mogelijk tien) palen en was noord-zuid georiënteerd (H9). De palenrij bevond zich aan de westzijde van de crevasse-depressie en vormde de scheiding tussen het oost-west georiënteerde liggende hout aan de oostzijde en het merendeel van het noord-zuid georiënteerde liggende hout aan de westzijde ervan. In coupe C waren vijf palen van deze rij zichtbaar (zie Bijlage II). Deze palen hadden een bewaarde lengte van 56 cm tot 1,10 m en een diameter van 7 tot 14 cm. De paalpunten waren gelegen op een diepte van 1,53 m- tot 1,95 m-NAP. De bovenkant van het bewaarde hout lag op een diepte van 0,80 m- tot 1,04 m-NAP. Vanwege de geringe paalpuntdiepte en paaldiameter wijken deze vijf palen sterk af van de palen van de zuidelijke bermbeschoeiing.

In het zuidprofiel werd een eikenhouten paal aangetroffen die zeer waarschijnlijk behoorde tot dezelfde palenrij (verschijnsel 384; zie Bijlage II). De punt van de paal lag op een diepte van 1,74 m-NAP. De bovenkant van de paal was verzakt in oostelijke richting, mogelijk door de druk van de liggende, noord-zuid georiënteerde stam van de bouwweg die er tegenaan lag. De paal had een bewaarde lengte van 1,09 m, wat betekent dat de bovenkant van de paal (in rechtop staande positie) hoger dan 0,65 m-NAP heeft gelegen. Op dit punt lag de crevassebodem op een diepte van 1,30 m-NAP, de bovenkant van de takkenbossen van de bouwweg op een hoogte van 1,10 m- en de bovenkant van het liggende afvalhout op een hoogte van 0,95 m-NAP. Dat betekent dat de paal minstens 45 cm boven de takkenbossen van de bouwweg uitstak en zelfs na het deponeren van het liggende hout nog minstens 30 cm heeft uitgestoken. Aangezien dit liggende hout weer werd afgedekt door twee kleipakketten (waarvan de bovenkant lag op een diepte van ca. 0,85 m-NAP) is het echter mogelijk dat de paal niet heeft uitgestoken. Van één van de vijf palen in vlak 3 (verschijnsel 173) was reeds op vlak 2 (ca. 0,47 m-NAP) een verkleuring zichtbaar. Vermoedelijk echter ging ook deze paal volledig schuil onder het zuidtalud.

Ten noorden van de zuidelijke bermbeschoeiing werden in het weglichaam de restanten van nog vier eikenhouten palen aangetroffen (verschijnsel 162, 338, 341 en 377; deze laatste werd in het noordprofiel aangetroffen en is daarom niet afgebeeld op de vlaktekening van Bijlage I). De paalpunten hiervan lagen op een diepte van 1,37 m- tot 1,66 m-NAP. De vier palen lagen min of meer in het verlengde van de vijf palen ten zuiden van de bermbeschoeiing en behoorden mogelijk tot dezelfde palenrij. In dat geval moet de palenrij dateren van vóór de aanleg van de wegomlegging of uit de periode na het in onbruik raken van de *limes*weg. Een datering voorafgaand aan de wegomlegging is het meest aannemelijk. In dat geval zal de palenrij een directe relatie hebben gehad met de crevasse. Daarbij kan worden gedacht aan een eenvoudige beschoeiing, gemaakt met behulp van palen die 25 tot 65 cm door de crevassebodem heen werden geslagen. In dat geval is het echter enigszins merkwaardig dat er aan de oostzijde van de crevasse geen beschoeiing werd aangetroffen. Bovendien is het vreemd dat minstens twee beschoeiingspalen die later in het tracé van de bouwweg terechtkwamen, niet werden verwijderd of afgezaagd op maaiveldhoogte. De palen hebben uitgestoken boven de takkenbossen van de bouwweg en zullen een obstakel hebben gevormd tijdens de constructie van de zuidelijke bermbeschoeiing. Tegelijkertijd betekent de aanwezigheid van een crevasse-beschoeiing tevens dat er een tijdshiaat zit tussen de insnijding van de crevasse en de bouw van de wegomlegging. Ook andere waarnemingen wijzen echter in deze richting (zie verder hoofdstuk 10).

In de zuidoosthoek van het oostelijke deel van sleuf 11 werd een tweede palenrij aangetroffen (H8; afb. 5-14 en Bijlage I). De rij bestond uit zestien eikenhouten palen, aangetroffen op vlak 3. Daarnaast werden in het zuidprofiel nog vier palen aangetroffen die mogelijk tot dezelfde rij behoorden. Aangezien dat echter niet met zekerheid kan worden aangetoond, zullen deze vier palen hier buiten beschouwing blijven. De palenrij had een oost-west oriëntatie die exact overeenkwam met die van de zuidelijke bermbeschoeiing op dit punt.

**Afb. 5-14** Zeven van de zestien eikenhouten palen van de palenrij in de zuidoosthoek van vlak 3 in het oostelijke deel van sleuf 11 (H8). De palenrij loopt parallel aan de zuidelijke bermbeschoeiing op een afstand van ca. 2,4 m. Vermoedelijk maakten ze onderdeel uit van de kantopsluiting van de teen van het zuidtalud.

De afstand van deze palenrij tot aan de noordelijke palenrij van de bermbeschoeiing bedroeg 2,40 m. Het waargenomen deel van de palenrij had een lengte van 5,2 m. Aangezien de palenrij aan de westzijde in het zuidprofiel verdween, zal deze oorspronkelijk waarschijnlijk een grotere lengte hebben gehad. De lengte van de bewaarde houtdelen lag tussen de 40 en de 96 cm. De bovenkant ervan bevond zich tussen de 0,81 m- en de 1,01 m-NAP, terwijl de paalpunten waren gelegen op een diepte van 1,46 m- tot 1,92 m-NAP. De onderlinge afstand tussen de palen bedroeg 5 tot 70 cm. Van de zestien houtdelen zijn er dertien door de houtspecialist onderzocht. Hiervan bleken drie stuks te bestaan uit palen, de overige tien uit balken en constructiehout. De afmetingen van de balken verschilden sterk en lagen tussen de 2,5 bij 4 cm en de 5,5 bij 9 cm. De aanwezigheid van balken met verschillende afmetingen suggereert dat er gebruik werd gemaakt van hergebruikt hout.

Aan de westzijde van de palenrij kwamen vier van de zestien palen tevoorschijn onder het liggende afvalhout, dat door middel van dendrodateringen in 125 is gedateerd. Dat wil zeggen dat de palen van de palenrij niet na dit jaar ingeslagen kunnen zijn. De sterke overeenkomst in oriëntatie met de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging doet dan ook vermoeden dat de palenrij is aangelegd in dezelfde periode als de bermbeschoeiing. Ook het feit dat er gebruik werd gemaakt van eikenhout zou kunnen betekenen dat de palenrij dateert uit 125. Mogelijk vormde de palenrij onderdeel van de kantopsluiting van de teen van het zuidtalud. Ook de weg in Valkenburg was voorzien van een dergelijke kantopsluiting, gelegen op een afstand van 2,5 m van de bekisting van het eigenlijke weglichaam (Hallewas en Dierendonck, 20; Vos en Lanzing, 26). Deze kantopsluiting van het talud bestond uit ingeslagen palen met een plank aan de binnenzijde. Bovendien werd tijdens de opgraving Valkenburg-Veldzicht een extra zwaar uitgevoerd weglichaam waargenomen op het punt waar de *limes*weg een dichtgeslibde restgeul doorkruisde (Vos en Lanzing, 26-27). Ter hoogte van deze geul werd tijdens de aanleg van de weg van 124 eerst een ca. 10 m brede dam gebouwd, die aan weerszijden was beschoeid door middel van een rij lange essen- en elzenhouten palen. Op de dam werd vervolgens het eigenlijke weglichaam met bermbeschoeiing én kantopsluiting aan de voet van de beide taluds aangelegd. Het is aannemelijk dat ook bij de aanleg van de wegomlegging van het project LR31 speciale zorg is besteed aan het weglichaam op het punt waar deze de crevasse-depressie doorkruisde. De palenrij H8 begint aan de oostzijde ter hoogte van de oostelijke insnijding van de crevassegeul. Hoever de rij aan de westzijde heeft doorgelopen is niet duidelijk geworden, aangezien deze in het zuidprofiel van de sleuf verdween. Uitgaande van een onderlinge afstand van 2,40 m tussen wegbekisting en kantopsluiting van het talud zou deze laatste ten westen van het liggende hout van H7 weer aanwezig moeten zijn, doch werd deze niet aangetroffen. Kennelijk lag de westelijke begrenzing van de kantopsluiting ter hoogte van het liggende hout van H6 of H7. Daardoor wordt aannemelijk dat slechts ter hoogte van de crevasse-depressie het zuidtalud was voorzien van een kantopsluiting. Aangezien het eigenlijke weglichaam waarschijnlijk ca. 1,5 m uitstak boven het diepste punt van de crevasse-depressie, is het aannemelijk dat de bouwers een verstevigd talud noodzakelijk achtten. Waarschijnlijk heeft de vermoedelijk drassige bodem van de crevasse-depressie eveneens bijgedragen aan dit besluit.

Het onderzoek heeft niet aangetoond hoe de kantopsluiting van het zuidtalud, afgezien van de ingeslagen palen, was uitgevoerd. Van planken werd geen restant of verkleuring aangetroffen. Het is opmerkelijk dat er ogenschijnlijk geen afvalhout van structuur H6 werd gebruikt in de kantopsluiting. Wel werden enkele palen van H8 aangetroffen onder dit liggende afvalhout. Mogelijk is dit liggende hout door de gronddruk van het weglichaam in zuidelijke richting weggedrukt, waardoor enkele (reeds weggerotte?) paaltjes van de kantopsluiting afbraken en onder het afvalhout verdwenen.

## 5.7 Dendrodateringen van de diverse houtconstructies

Tijdens en na afloop van de opgraving heeft houtspecialist S. Lange 27 eikenhouten palen geselecteerd die de meeste kans op een dendrochronologische datering leken te bieden. Hiervan waren elf afkomstig van de noordelijke palenrij (H4), zeven van de zuidelijke palenrij (H5), drie van het oost-west georiënteerde liggende afvalhout (H6) en drie van het noord-zuid georiënteerde liggende hout van de bouwweg (H7). De laatste drie palen waren gesitueerd in de noordwesthoek van sleuf 11 en werden gebruikt om tijdens de tweede rivierdoorbraak in de derde eeuw een provisorische rivierbeschoeiing aan te leggen (H2).

Van alle 27 palen is een monster naar RING gebracht (RING Intern Rapport 2003 (013). Van deze monsters is het aantal jaarringen geteld; uiteindelijk zijn tien monsters daadwerkelijk gedateerd. Aangezien deze tien dateringen redelijk gelijkmatig waren verspreid over de verschillende houtconstructies en bovendien in grote lijnen een gelijksoortige datering opleverden, werd het niet zinvol geacht meer dendrodateringen uit te laten voeren.

Van de noordelijke palenrij (H4) werden elf dendromonsters naar RING verstuurd, waarvan er uiteindelijk twee werden gedateerd. Eén boom (verschijnsel 243) werd gekapt tussen 122 en 125, terwijl de andere boom (verschijnsel 146) moet zijn geveld tussen 120 en 136. Van de zuidelijke palenrij (H5) werden zeven monster voor onderzoek aangeboden, waarvan er uiteindelijk één werd gedateerd (verschijnsel 234). Deze boom werd gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125 en komt daarmee goed overeen met de palen van de noordelijke rij. Van het oost-west georiënteerde liggende afvalhout (H6) werden drie monsters aangeboden aan RING, die alle werden gedateerd. Twee bomen (verschijnsels 272 en 304) werden gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125, terwijl van de derde (verschijnsel 189) slechts kon worden vastgesteld dat deze moet zijn geveld na 44 (+/- 6). Van het noord-zuid georiënteerde liggende hout van de bouwweg (H7) werden drie monsters opgestuurd, waarvan er twee zijn gedateerd. Voor één paal (verschijnsel 153) werd een kapdatum tussen 118 en 130 vastgesteld, terwijl de andere (verschijnsel 337) met zekerheid in het najaar van 124 of de winter van 125 gedateerd kon worden.

In de derde eeuw werd een deel van de tweede-eeuwse wegomlegging door een zuidelijke bocht van de Heldammer rivier weggeslagen. In het oostelijke deel van sleuf 11 werden in de noordwesthoek sporen van deze tweede rivierdoorbraak en een provisorische rivierbeschoeiing aangetroffen. Van drie van de palen die werden gebruikt om de rivierbocht te beschoeien (H2) werd een monster naar RING verstuurd, waarvan uiteindelijk twee werden gedateerd. Beide palen (verschijnsels 115 en 120) dateren uit het najaar van 124 of de winter van 125. Kennelijk werden tijdens de tweede rivierdoorbraak palen van de oorspronkelijke wegomlegging hergebruikt. Voor twee van de palen van de provisorische rivierbeschoeiing (verschijnsels 115 en 122) was reeds tijdens het veldwerk het vermoeden ontstaan dat ze waren hergebruikt. Dit vermoeden was gebaseerd op het voorkomen van zowel verweerde alsook scherpe bewerkingssporen.

De tien dendrodateringen van de verschillende houtconstructies zijn goed met elkaar in overeenstemming. Van zes eiken (verspreid over de vier verschillende houtconstructies) kon met zekerheid worden vastgesteld dat ze werden gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125. Drie andere dateringen (118-130; 120-136; 122-125) komen hiermee goed overeen. De laatste datering (na 44, +/-6) wijkt weliswaar sterk af van de overige negen dateringen, maar spreekt een datering in 124/125 niet tegen. Als gevolg daarvan kan worden geconcludeerd dat vermoedelijk alle eiken die werden gebruikt voor de aanleg van de wegomlegging zijn gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125.

Het aantal jaarringen in de 27 onderzochte houtmonsters verschilde sterk en lag tussen de 24 en 223, met een gemiddelde van ruim 77. Van de tien gedateerde dendromonsters lag de datering van de oudste waargenomen jaarring tussen 141 voor Chr. en 44 na Chr. Dat betekent dat de oudste eik ten tijde van de kap in 124/125 een leeftijd van minstens 265 jaar had. De jongste eik was daarentegen minstens 80 jaar oud.

## 5.8 Houtgebruik van de wegomlegging (structuren H3, H4, H5, H6, H8, H9) *(S. Lange)*

Van de elf houtstructuren kunnen er zes in verband gebracht worden met de tweede-eeuwse wegomlegging, namelijk de noord-zuid georiënteerde houtdelen van de bouwweg (H7), de beschotplanken met borgpalen (H3), de noordelijke palenrij (H4), de zuidelijke palenrij (H5), het liggende afvalhout (H6) en de oost-west georiënteerde palenrij (H8). Het hout van de eerste structuur is reeds besproken in paragraaf 5.3.1. Anderzijds wordt hier wel het hout van structuur H9 beschreven, als is niet geheel duidelijk of deze iets van doen heeft met de wegomlegging, of dat de palen hiervan onderdeel uitmaakten van een beschoeiing langs de westelijke rand van de crevasse en dus van vóór 124 dateren.

**De binnenste palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing (H4)**

Tot deze structuur behoren 52 palen, waarvan er zeven niet zijn meegenomen. (De overige 45 stuks zijn: sleuf 11, verschijnsels 135, 137, 143, 146, 149, 154, 156, 159, 163, 169, 170, 177, 178, 180, 195, 196, 200, 205, 206, 207, 210, 211, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 240, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 292, 323, 262, 379, 380). Twee van deze 45 palen zijn niet opgenomen in de data-base (verschijnsels 211 en 379). Het houtspectrum bestond volledig uit eik. De conservering van het hout was overwegend goed (56 %) of matig (35 %). Vier houtvondsten konden als slecht geconserveerd worden omschreven (9 %). De gemiddeld bewaard gebleven lengte van de palen was 1,85 m. Voor de beschoeiing zijn palen vervaardigd van eiken stammen met volledige stamdoorsnede, van takken en van gekloofd stamhout. De gemiddelde diameter van de eiken palen bedroeg 14 cm en varieerde tussen 11 en 19,5 cm. Voor de palen van de binnenste palenrij zijn vooral stammen met volledige stamdoorsnede gebruikt, namelijk 74 %, naast enkele gekloofde palen (26 %).

**Afb. 5-15** Paalpunt van de binnenste palenrij H4 (verschijnselnummer 232)

**Afb. 5-16** Paalpunt van de binnenste palenrij H4 (verschijnselnummer 242)

**Afb. 5-17** Paalpunt van de binnenste palenrij H4 (verschijnselnummer 243)

**Afb. 5-19** Deze paal van de binnenste palenrij H4 (verschijnsel-nummer 250) was voorbewerkt met een trekmes.

**Afb. 5-20** Paal van de binnenste palenrij H4 (verschijnselnummer 178) met aanpunting 'uit schors' gehakt

**Afb. 5-18** Deze paal van de binnenste palenrij H4 (verschijnsel-nummer 196) bleek over de hele lengte voorbewerkt

De eikenhouten palen zijn vervaardigd van stamhout (84 %) en grotere takken (16 %). Eiken stammen met een grotere diameter (ca. 20 tot 24 cm) bleken in vier delen te zijn gekloofd. Evengoed is er nog sprake van relatief jonge eiken, zowel wat het niet gekloofde als het gekloofde bouwhout betreft. De gemiddelde leeftijd lag bij 76 jaar, waarbij een verschil zou moeten worden gemaakt tussen het hout van eiken takken en het stamhout. De variatie in leeftijd van de takken lag tussen 18 en 69 jaar, terwijl het stamhout in leeftijd varieerde tussen 20 en 223 jaren. Opvallend was het wijde groeipatroon van een groot deel van deze eiken, waarbij een jaarringbreedte van 0,5 cm geen uitzondering vormde. Bij een aantal palen met bast kon het kapmoment worden bepaald in het late najaar of de winterperiode (verschijnsels 137, 143, 146, 163, 178, 231, 232, 235, 240, 248, 249).

De kwaliteit van het bouwhout is matig te noemen. Door het gebruik van grote takken was een aantal palen opvallend krom en knoestig. Ook het gebruikte stamhout kenmerkte zich door de aanzet van zijtakken en de aanwezigheid van veel en relatief grote knoesten, zodat de vraag opkomt hoe deze palen ooit in de grond konden worden geheid. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de kwaliteit van het gebruikte hout, waarbij het hout pas als knoestig wordt omschreven wanneer er meer dan drie grote knoesten op de paal zijn waargenomen.

Tabel 5-5: overzicht van de kwaliteit van de palen van H4

| Omschrijving | aantal | percentage |
|---|---|---|
| Recht | 5 | 12 % |
| Kromhout, knoestig | 38 | 88 % |
| Totaal | 43 | 100 % |

Alle palen waren aangepunt (afb. 5-15 t/m 5-17). De bewaard gebleven puntlengte bedroeg gemiddeld 55 cm. Een deel van de palen was voorbewerkt (N=22). Daarbij bleek voordat de palen waren aangepunt de schors grotendeels te zijn verwijderd en andere oneffenheden geglad (afb. 5-18). Het spinthout werd meestal niet verwijderd. Tenminste één paal bleek met een trekmes te zijn bewerkt (verschijnsel 250, afb. 5-19). Tijdens een experiment onder leiding van de auteur van deze paragraaf, waarbij met divers Romeins en middeleeuws gereedschap is gewerkt, vertoonden de bewerkingssporen van een trekmes grote overeenkomsten met de bewerkingssporen op vondstnummer 120 (sleuf 9). Daarom zijn de bewerkingsporen op vondstnummer 120 en verschijnsel 250 door een timmerman (Wulf Hein, Archaeo-technik, Duitsland) geïnterpreteerd als van een trekmes afkomstig. Daarnaast lijkt een aantal palen te zijn ontschorst met behulp van een zogenaamde schilschep (verschijnsels 120, 177, 178, 195 en 196), al is het soms moeilijk om de bewerkingssporen hiervan met zekerheid te onderscheiden van die van een trekmes. Tijdens het project LR46 (vondstnummer 632) werd een dergelijke schilschep gevonden in een derde-eeuwse waterkuil in de *vicus* van het castellum op De Woerd in De Meern (Langeveld, Luksen-IJtsma en P. Weterings, in voorb.)

Ook vertoonde een aantal palen een aanzet voor een aanpunting bovenaan de definitieve puntvorm. Waarschijnlijk ligt hierin ook de reden waarom enkele palen een soort 'knik' in de puntvorm vertoonden. De vraag is dan ook of het om twee afzonderlijke fasen in de bewerking gaat, of dat het proces twee min of meer gelijktijdige stappen omvatte. In deze samenhang kan onder ander verschijnsel 205 worden genoemd. Op de facetten van de tweede punt was een duidelijk braampatroon te herkennen, terwijl het patroon op de eerste aanzet van de punt niet terug kon worden gevonden. Ook de aanwezigheid van een brede braam op de facetten van verschijnsels 135, 146, 177, 232 en 243, is niet waargenomen op de eerste puntaanzet van dezelfde palen. Deze waarneming is een concrete aanwijzing dat het om twee gescheiden processtappen gaat.

De definitieve puntvorm was in zestien gevallen strak vierzijdig (37 %) en drie- of tweezijdig (7 %). Meer dan de helft van de palen (56 %) vertoonde een meerzijdige aanpunting, bestaande uit vijf, zes of meer facetten. Twee paalpunten werden met behulp van een extra afslagje aan het uiteinde aangescherpt (verschijnsels 238 en 247).

Vijf palen hadden een bijna vierkante doorsnede en bleken wankant behouwen. Het betreft een paal uit een in tweeën gekloofde stam (verschijnsel 243) en één uit een kwart van een stam (verschijnsel 237), naast drie palen met volledige stamdoorsnede (verschijnsels 178, 232, 251). Aan de hand van de inslagen van de bijl op drie van deze palen heeft de bijlsnede een breedte van tenminste 12 cm gehad.

De waargenomen bewerkingssporen op 41 vondsten waren scherp en glad. Op de plek van de stam waar de aanpunting begint, zijn de facetten direct in de schors gehakt. De schors vertoonde op de plekken van de eerste inslag dan ook scherpe, niet verweerde of gerafelde randen. Zowel het voorkomen van gladde, scherpe bewerkingssporen, als ook de aanwezigheid van schors die stevig op de stam is blijven zitten, vormt een aanwijzing voor het verwerken van groen, relatief vers gekapt hout (afb. 5-20). Twee palen met bijlinslagen waren deels in de lengterichting van de stam gescheurd (verschijnsels 232 en 243). Het hout van de palen is mogelijk tijdens het aanpunten droger geweest dan van de overige palen. Verder kon op de paal met verschijnsel 146 op een puntfacet een inkeping op 37 cm vanaf het puntuiteinde worden waargenomen. Paal met verschijnsel 238 was voorzien van een strakke, vierzijdige aanpunting die in de

**Afb. 5-22** Vijf paalpunten van de binnenste palenrij H4 met twee identieke, brede bramen, afkomstig van een en dezelfde bijl (verschijnselnummers 143, 149, 156, 159 en 163).

**Afb. 5-23** Vijf paalpunten van de binnenste palenrij H4 met een identieke, brede braam, afkomstig van een en dezelfde bijl (verschijnselnummers 146, 177, 180, 232 en 243).

**Afb. 5-24** Plank van het beschot H3 van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125 (verschijnselnummer 155: sub 3).

**Afb. 5-25** Plank van het beschot H3 van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125 (verschijnselnummer 155: sub 3). Op de zijkant van de plank zijn gladde bijlinslagen zichtbaar.

**Afb. 5-26** Detail van beschotplank H3 in situ. De onderste plank heeft meerdere spijkergaten (verschijnselnummer 155: sub 3).

**Afb. 5-27** Doorsnede van de onderste plank van beschot H3 (verschijnselnummer 155: sub 3). Het jaarringpatroon bestaat uit fijne, dichte ringen.

**Afb. 5-28** Op de middelste plank van beschot H3 (verschijnselnummer 155: sub 2) werden op twee plekken fijne snijsporen aangetroffen, waarvan de herkomst niet kon worden achterhaald.

**Afb. 5-29** Op het einde van de middelste plank van beschot H3 (verschijnselnummer 155: sub 2) werden twee vierkante spijkergaten aangetroffen.

**Afb. 5-30** Op ca. 15 cm van het uiteinde van de middelste plank van beschot H3 (verschijnselnummer 155: sub 2) werd een richeltje aangetroffen (rechts op de foto). De functie hiervan is niet duidelijk

**Afb. 5-31** Detail van de zijkant van de westelijke plank van beschot H3 (verschijnselnummer 155: sub 4). De zijkant van de plank is bekant met behulp van een bijl.

**Afb. 5-34**

**Afb. 5-34** Hergebruikt constructie-hout (verschijnselnummer 302) waarmee de planken van beschot H3 waren geborgd. De balk was aan de bovenkant ca. 10 cm ingezaagd tot een breedte van 5 cm (detail). Mogelijk heeft er oorspronkelijk een balk of plank in de uitsparing gelegen en had het constructiehout een dragende functie. Op de balk waren bijlinslagen zichtbaar (detail).

wegsectie in sleuf 4 van het project Waterland (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.) vaker voorkwam. De inslagen zijn vlak en bijna dwars op de vezelrichting. Waarschijnlijk werd deze punt met een dissel bewerkt (afb. 5-21).

Op de facetten van de volgende palen werd een identiek braampatroon, afkomstig van een beschadigde bijlsnede, ingemeten. Het braampatroon kenmerkte zich door twee brede bramen. Het betreft de verschijnsels 143, 149, 154, 156, 159, 163 (afb. 5-22). Tevens kon een tweede braampatroon dat zich door één zeer brede braam kenmerkte, worden vastgesteld op verschijnsel 146, 177, 180, 232 en 243 (afb. 5-23). Dit betekent dat waarschijnlijk minstens twee man beziggeweest zijn met het aanpunten van de palen. Mogelijk heeft een derde persoon palen aangepunt met behulp van een dissel.

**Beschotplanken van de zuidelijke bermbeschoeiing en het bijbehorende borghout (H3)**

Het beschot aan de binnenzijde van noordelijke palenrij bestond uit vier planken (verschijnsels 155: sub 1 t/m 4). Deze planken waren geborgd met behulp van tien stuks borghout (verschijnsels 166, 167, 168, 208, 301, 302, 322, 335, 336, 342).

De lengte van de onderste plank van het beschot (155: sub 3) bedroeg tenminste 7,4 m bij een breedte van ca. 24 cm en een dikte van 2 tot 3,5 cm. De conservering was goed, waarbij de plank aan de binnenzijde meer verweerd bleek te zijn dan aan de buitenkant (tegen de binnenste palenrij aan). Een verklaring voor het verschil tussen binnen- en buitenkant is niet gevonden. Mogelijk is de plank hergebruikt en heeft de mate van verwering te maken met het eerste gebruik. De plank van eiken kernhout was tangentiaal uit de stam gezaagd (afb. 5-24). Over de hele breedte van de plank werden horizontale zaagsporen gedocumenteerd. Vervolgens bleek de plank ook bekant te zijn. De gladde bijlinslagen waren goed zichtbaar op de zijkanten van de plank (afb. 5-25). Op het hout werden spijkergaten waargenomen met onder ander een vierkante doorsnede (afmetingen ca. 1,5 x 1,5 cm, afb. 5-26). Ze waren niet regelmatig verdeeld over het houtoppervlak. De spijkergaten duiden op een secundair gebruik van de plank in de wegbekisting. Mogelijk betreft het hergebruikt scheepshout. Opmerkelijk was een driehoekig merkteken, dat qua vorm en afmeting overeenkomt met het merk op de zuidwestelijke, elzenhouten hoekpaal van de eerste wachttoren uit sleuf 9 en 14 (Van der Kamp 2007). Het

**Afb. 5-32** Zaagsporen op een plank (verschijnselnummer 116) waarmee de planken van beschot H3 waren geborgd (links). Deze zaagsporen vertonen grote overeenkomsten met die op een scheepsplank van De Meern 1 (rechts).

**Afb. 5-33** Constructie-hout (verschijnselnummer 322) waarmee de planken van beschot H3 waren geborgd. Op ca. 1 m vanaf de onderzijde bevond zich een rechthoekige uitsparing van 5x2 cm (detailopname).

jaarringpatroon van de plank vertoonde fijne, dichte ringen, vergelijkbaar met het groeipatroon van de bovenste en middelste plank, verschijnsels 155: sub 1 en 155: sub 2 (afb. 5-27).

De middelste plank (verschijnsel 155: sub 2) was over een lengte van 5,8 m bewaard gebleven, met een breedte van ca. 24 cm en een dikte van 3 cm. Aan de noordkant van de plank in situ bleken vraatsporen op het hout aanwezig te zijn, die qua vorm en diepte overeenkomen met de vraatsporen op de palen van H11 (voor de discussie over deze vraatsporen, zie paragraaf 4.1.3). De groeilijnen vertoonden op de doorsnede van de plank een bijna horizontaal verloop. De plank bleek dosse te zijn gezaagd. De – weliswaar verweerde - zaaglijnen werden over de hele breedte van de plank waargenomen. Ook zijn op de plank op twee plaatsen fijne snijsporen waargenomen, waarvan de herkomst nog niet kon worden achterhaald (afb. 5-28). Opvallend waren twee vierkante spijkergaten op het eind van de plank (afb. 5-29), en een soort 'richeltje' op ca. 15 cm vanaf het plankuiteinde met een onbekende functie (afb. 5-30). In tegenstelling tot de overige planken was een van de lengtezijden schuin aflopend. Aan de schuine kant werden vier rechthoekige inkepingen ontdekt met een lengte van ca. 2 cm en een breedte van 1 cm, bij een diepte van ca. 0,5 cm. Het is op dit moment niet bekend welk gereedschap dit soort sporen op het hout achterlaat. Al met al zijn er op de plank meerdere aanwijzingen voor secundair gebruik aangetroffen.

Van de bovenste, bewaard gebleven beschotplank konden slechts restanten over een lengte van 3,65 m worden geborgen (verschijnsel 155: sub 1). De conservering van de bovenste plank was matig en het hout bleek tevens krom getrokken. Omdat alleen de onderkant van de plank bewaard was, kon de oorspronkelijke breedte niet worden vastgesteld. Het breedste waargenomen fragment bedroeg 14 cm, bij een dikte van 3,5 cm. Uitgaande van de nog aanwezige fragmenten was de plank vervaardigd van eiken kernhout, waarbij een stam tangentiaal (normaal dosse) was gezaagd. Op het houtoppervlak bleken de verweerde zaagsporen nog herkenbaar. Het verloop van de jaarringen maakt het waarschijnlijk dat de plank door het hart van de stam is gezaagd. Het groeipatroon was fijnringig.

Aan de westelijke kant van het beschot werd een vierde plank gedocumenteerd met een bewaard gebleven lengte

**Afb. 5-35** Twee palen van de buitenste palenrij H5 (links: verschijnselnummer 141; rechts: verschijnselnummer 245). De palen zijn vervaardigd uit gekloofd stamhout.

**Afb. 5-36** Paal van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 197). Deze paal was zeer krom en had afgehakte zijtakken en knoesten. Op een van de detailfoto's is een grote, glad afgewerkte knoest zichtbaar.

van 3,05 m (verschijnsel 155: sub 4). De breedte van de plank was niet compleet. Gebaseerd op de geborgen fragmenten was de breedte tenminste 20 cm met een waargenomen dikte van 4 cm. De plank van eiken kernhout met meer dan drie knoesten bleek eveneens tangentiaal gezaagd. De zaaglijnen waren nog goed op het houtoppervlak te herkennen. De rechte zijkanten bleken strak afgewerkt te zijn met behulp van een bijl, en vergelijkbaar met de afwerking van de al beschreven plank met verschijnsel 155: sub 3 (afb. 5-31). Het jaarringpatroon van de plank was niet opvallend wijd of fijnringig, maar wel regelmatig. Op deze plank zijn geen spijkergaten of andere sporen van een (mogelijk eerder) gebruik vastgesteld.

De planken van het beschot werden aan de binnenkant geborgd met divers bouwmateriaal, bestaande uit enkele palen, een balk, planken en secundair gebruikt materiaal. Aan de oostkant werd het beschot geborgd met eiken palen en een eikenhouten balk. In totaal zijn tien houtelementen beschreven, allemaal van eikenhout. Van het totaal zijn vijf houtelementen slecht bewaard gebleven, twee matig en drie goed. Op twee houtelementen zijn vraatsporen gedocumenteerd (verschijnsel 301 en 335). Tevens vertoonde verschijnsel 208 sporen van compressie op het uiteinde van de paalpunt, terwijl verschijnsel 342 juist compressie door post-depositionele processen aan de bovenkant vertoonde. Het houtvondstenspectrum omvatte een zorgvuldig afgewerkt balkje (verschijnsel 302), drie constructie-elementen met verbindingsgaten voor een halfhoutse verbinding (verschijnsels 335, 336 en 322), twee aangepunte paaltjes (verschijnsel 208 en 342) en vier plankfragmenten (verschijnsels 166, 167, 168 en 301). De vier planken zijn waarschijnlijk secundair gebruikt, net zoals het constructiehout. Men heeft de planken simpelweg aan één kant van een aanpunting voorzien, zodat ze gemakkelijk de grond in konden worden gestoken. Op twee van de planken (verschijnsels 166 en 301) werden regelmatig horizontale zaagsporen over de hele breedte waargenomen. Het betreft planken van eiken kernhout, waarvan één met een resterend spintdeel (verschijnsel 301). Verschijnsel 167 en 168 zijn uitgedeeld aan twee plankfragmenten van één plank, die verticaal de grond was ingestoken. Deze bleek in het veld te zijn gespleten, waardoor het leek als of het twee afzonderlijke planken waren. De breedte van deze plank bedroeg 30 cm, de dikte 3 cm. De planken zijn tangentiaal uit de stam gezaagd, de zijkanten zijn recht bekant. Opmerkelijk waren de bewerkingssporen op de plank met verschijnsel 166. De plank van eiken kernhout was 13 cm breed en 2,5 cm dik. De horizontale zaagsporen op de plank met relatief brede zaaglijnen en grote zaagtanden zijn min of meer

identiek aan die van een scheepsplank van De Meern 1 (afb. 5-32). Tenslotte werden drie vondsten als constructiehout omschreven. Verschijnsel 322 betreft een gekloofde eikenhouten paal met een afgevlakt uiteinde en een uitsparing van 5x2 cm, met een diepte van 1 cm. Vanaf de onderkant gerekend, bevond zich de rechthoekige uitsparing op ca. 1 m (afb. 5-33). Tot het borghout kan ook een balk worden geteld met een rechthoekige doorsnede en afmetingen van 10x7 cm en 10x4,5 cm (verschijnsel 302). Waarschijnlijk gaat het ook in dit geval om hergebruikt hout, aangezien de zorgvuldige afwerking van de balk in zijn functie als borghout weinig nut zou hebben gehad. Interessant zou het zijn wanneer de oorspronkelijke functie van het constructie-element zou kunnen worden achterhaald. De balk bleek namelijk aan de bovenkant op ca. 10 cm ingezaagd tot een breedte van 5 cm, zodat hierop een balk of plank kan hebben gelegen. Hiermee zou de vondst een dragende functie hebben gehad, voordat hij als borghout werd hergebruikt (afb. 5-34). Het derde constructie-element bestond uit een zorgvuldig bewerkt eiken balkje met een inkeping op 23 cm vanaf het puntuiteinde (verschijnsel 336). Geen van de vondsten die tot de assemblage van het borghout behoorden, bleek geschikt voor een dendrochronologische datering. De reden is dat het eikenhout wijde tot zeer wijde jaarringen vertoonde en het aantal groeiringen onder het benodigde aantal lag. Ook de tangentiaal gezaagde planken (verschijnsel 168 en 301) waren afkomstig van eikenhout met wijde ringen, met jaarringbreedtes tussen 0,3 en 0,5 cm.

**Buitenste palenrij van de zuidelijke bermbeschoeiing (H5)**

Tot deze structuur behoren 22 palen, waarvan één niet is geborgen. De overige 21 palen zijn vondstnummers 120 en 121 uit sleuf 9 en verschijnsels 136, 141, 150, 160, 161, 171, 179, 197, 202, 204, 212, 230, 234, 239, 241, 245, 256, 257, 378 uit sleuf 11.

De conservering van de 21 palen was overwegend goed (71 %), naast matig (24 %) en een enkele keer slecht (5 %). In sleuf 9 betreft het twee eikenhouten palen met een bewaard gebleven lengte van ca. 1,5 m. De conservering van het hout van beide palen met een doorsnede van 15 cm (vondstnummer 120) en 17 cm (vondstnummer 121) was goed. Voor de paal met vondstnummer 120 is de volledige stamdoorsnede gebruikt, terwijl de tweede paal (vondstnummer 121) bleek te zijn vervaardigd van gekloofd eikenhout. Opvallend zijn de bewerkingssporen op vondstnummer 120. Voorafgaande aan het afhakken zijn de grote takken op de stam ingezaagd, zodat het hout minder beschadigd raakte. Tevens is de stam voorbewerkt, waarbij de schors en een deel van het spinthout zijn verwijderd. De rechte, smalle en relatief gladde bewerkingssporen zijn waarschijnlijk afkomstig van een trekmes. De laatste bewerking bestond uit het aanpunten van de stam. Ook de aanpunting getuigt van vakmanschap, zoals uit de strakke, vierzijdige puntvorm kan worden afgeleid. De compleet bewaard gebleven puntlengte bedraagt 60 cm. De bewaard gebleven puntlengte van de paal met vondstnummer 121 bedraagt 50 cm, en zal eveneens oorspronkelijk 55 á 60 cm hebben gemeten. De puntvorm bestaat uit vijf facetten. In vergelijking met vondstnummer 120 is de bewerking minder zorgvuldig. Op de facetten is de afdruk van een bijl met een snede van 10,5 cm te herkennen.

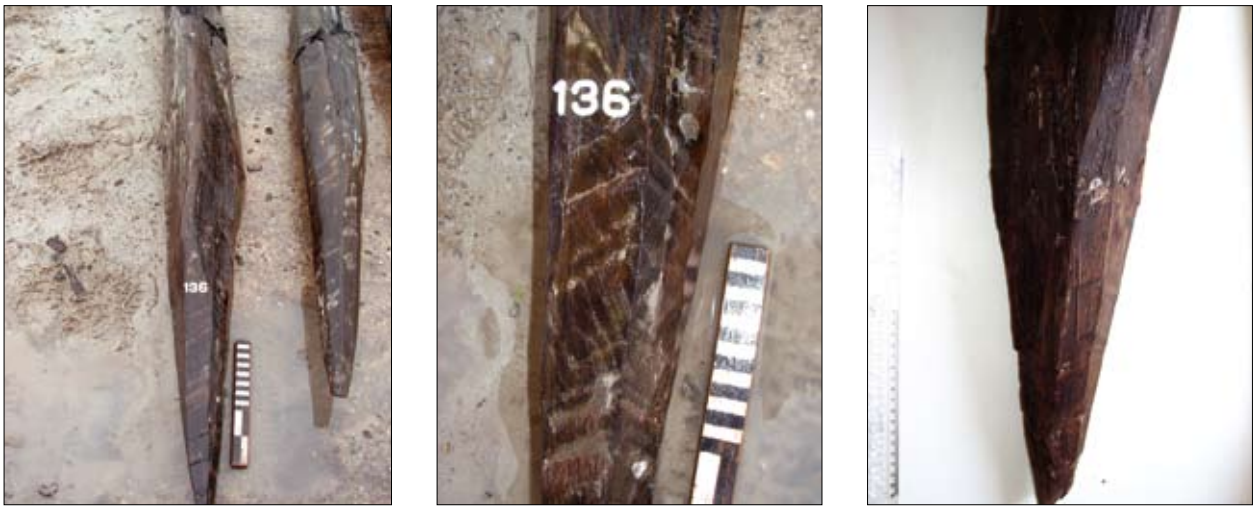
De bewaard gebleven lengte van de palen van de buitenste palenrij was gemiddeld 2,32 m. De gemiddelde diameter bedroeg 16 cm. In totaal zijn elf eiken palen met volledige stamdiameter en tien van gekloofd stamhout geborgen (inclusieve de palen uit sleuf 9). Twee voorbeelden van palen van een in tweeën gekloofde stam, zijn de verschijnsels 141 en 245 (afb. 5-35). Terwijl tussen de palen van de binnenste rij zes aangepunte eiken takken voorkwamen (14 % tegenover 86 % stamhout), werd voor de palen van de buitenste rij vooral stamhout (95 % tegenover 5 % hout van takken) gebruikt. Tot de takken behoorde een extreem kromme paal, namelijk verschijnsel 197 met afgehakte zijtakken en grote knoesten (afb. 5-36). Er is echter ook een kwaliteitsverschil tussen de binnenste en buitenste palenrij op te merken, namelijk wat betreft het voorkomen van rechte stammen in verhouding tot kromhout of knoestig hout. Zo bleken voor de buitenste palenrij voornamelijk rechte stammen, waaronder verschijnsel 141, te zijn gekozen. Dit komt tot uitdrukking in de percentages recht stamhout versus krom of gedraaid gegroeid hout.

Tabel 5-6: overzicht van de kwaliteit van de palen van H5

| Omschrijving | aantal | percentage |
|---|---|---|
| Recht | 15 | 71 % |
| Kromhout, knoestig | 6 | 29 % |
| **Totaal** | **21** | **100 %** |

Wat de bewerking betreft, zijn er tussen de palen van de buitenste en de binnenste palenrij overeenkomsten aan te wijzen. De verdeling in vierzijdige en meerzijdige paalpunten is lichtelijk verschoven ten opzichte van het aantal strak vierzijdig toegespitste palen (afb. 5-37). Tien palen (47 %) waren vierzijdig toegespitst. Negen palen (43 %) vertoonden een meerzijdige aanpunting (afb. 5-38). Tenslotte bleken twee palen driezijdig te zijn toegespitst (10 %). Een voorbeeld hiervan is verschijnsel 230, met zes facetten die uitlopen in een driezijdige aanpunting (afb. 5-39). De waargenomen puntlengte bedroeg gemiddeld 54 cm. Net zoals in de binnenste palenrij hebben enkele vierkant behouwen palen deel uitgemaakt van de structuur. In drie gevallen gaat het om een in tweeën gekloofde stam (verschijnsels 141, 171, 245), naast twee keer een vierde van een stam (verschijnsels 234, 241) en één paal met volledige stamdoorsnede (verschijnsel 230).

**Afb. 5-37** Vierzijdig-aangepunte palen van de buitenste palenrij H5 (resp. verschijnselnummer 160, 161, 204 en 257).




**Afb. 5-38** Meerzijdig-aangepunte palen van de buitenste palenrij H5 (resp. verschijnselnummer 136, detail 136 en 245).

**Afb. 5-39** Paalpunt van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 230). Deze paalpunt heeft zes facetten, die uitlopen in een drie-zijdige aanpunting.

Het is niet duidelijk of het kantrechten van de stammen – waardoor een min of meer vierkante paaldoorsnede is verkregen – functioneel was binnen de structuur. In elk geval is aan deze stammen meer aandacht besteed wat de bewerking betreft. Drie palen zijn ontschorst met behulp van een schilschop (verschijnsels 161, 171 en 179).
Op een paal (verschijnsel 241) kon op 1,55 m vanaf het puntuiteinde een grof ingehakte, rechthoekige uitsparing worden herkend (5,5x6x1,5 cm), die mogelijk onderdeel heeft uitgemaakt van een halfhoutse verbinding.

Vooral de aanwezigheid van twee markante braampatronen, die zowel op palen van de binnenste als ook buitenste palenrij werden gedocumenteerd, is beslissend voor de toerekening van de structuren aan één aanlegfase. Net zoals op enkele palen van de binnenste rij zijn er palen van de buitenste rij met een identiek braampatroon, bestaande uit twee bramen. Het gedocumenteerde patroon is met zekerheid waargenomen op de palen met de verschijnsels 150, 179, 202 en vondstnummer 120. Daarnaast is een ander markant braampatroon vastgesteld met één zeer brede braam van bijna 0,5 cm op verschijnsel 141 (afb. 5-40), 204 (afb. 5-41) en 234. Beide braampatronen kwamen ook voor op een aantal facetten van palen van de binnenste rij (H4). Enkele schuine inkepingen kunnen waarschijnlijk als trekholten (of gleuven) worden geïnterpreteerd, zoals op verschijnsel 234 (afb. 5-42). Voor het bewerken werd onder andere een bijl gebruikt met een bijlsnede van ca. 13 cm.
De inslagen van dit bijltype zijn op diverse palen waargenomen (afb. 5-43). De bewerkingssporen van deze bijl kenmerken zich door scherpe afslagen, met een brede, boogvormige lijn.

**Afvalhout met oostwest oriëntatie ten zuiden van de wegomlegging (H6)**
In sleuf 11 werden naast de buitenste palenrij 77 stuks liggend, verweerd hout van eik aangetroffen, wat als afvalhout is geïnterpreteerd (H6). Hiervan werden er 58 meegenomen, de rest was te slecht om te bergen. Van deze 58 is er één niet beschreven (verschijnsel 306). De overige 57 stuks zijn: verschijnsels 184 t/m 187, 189, 190, 213, 263 t/m 274, 276 t/m 286, 288 t/m 291, 303 t/m 305, 308 t/m 320 en 327 t/m 333.

De uitgedroging en verwering van de houtelementen moet zijn gebeurd ten tijde van de aanleg van de weg of vlak daarna (afb. 5-44). De buitenkant van veel vondsten bleek tot op het kernhout ingedroogd en gebarsten. Van het geborgen materiaal bleek 58 % matig, 33 % buitengewoon slecht en maar 9 % goed geconserveerd. Gezien de genoemde percentages was het noord-zuid georiënteerde hout van H7 meer verweerd en uitgedroogd dan het oostwest liggende hout van H6. Twee stuks van het oost-west liggende hout vielen op door een relatief goede conservering. Het betreft de verschijnsels 185 en 190, waarvan het hout niet uitgedroogd bleek te zijn. Op de schors van verschijnsel 190 konden zelfs touwindrukken nog duidelijk herkenbaar worden vastgesteld. Bij het gedeponeerde materiaal gaat het vooral om gedraaid gegroeid, knoestig hout van eiken stammen en takken, vaak nog met zijtakken of een aanzet van een vertakking. Tot het materiaal behoorden 26 houtvondsten (49 %) die geen sporen van bewerking vertoonden, met uitzondering van sporen van de kap zelf. Twee van de liggende, niet aangepunte stammen vertoonden stomp afgehakte onderkanten. Dit zijn aantoonbaar de originele onderkanten van de gekapte bomen. Kenmerkend is een lange en een kortere velkant bij het stamhout en schuin afgehakte, vlakke onderkanten bij de takken (afb. 5-45). Op deze manier werd tijdens het kappen van de boom de valrichting bepaald.

Tussen het liggende eikenhout bevonden zich ook de bovenste stamdelen, waar de boomkroon begint (verschijnsel 264, 283) (afb. 5-46). Elf van de houtvondsten vertoonden sporen van een voorbewerking, waarbij de stammen (na de kap?) ontschorst bleken te zijn. De verschijnsels 213 en 282 werden waarschijnlijk met een trekmes voorbewerkt. De waargenomen bewerkingssporen bestonden hier uit zeer lange, gladde facetten zonder afdrukken van een bijlsnede. Daarnaast bleken de stammen en deels takken met een dissel voorbewerkt, herkenbaar aan de lange facetten met horizontale, gladde afslagen. In tegenstelling tot de palen van H4 en H5 werd bij het hout van H6 geen enkele maal een aanwijzing voor het gebruik van een schilschep aangetroffen. Slechts een enkel stuk van het voorbewerkte materiaal bleek daadwerkelijk te zijn aangepunt, namelijk de paal met verschijnsel 316 (zie coupe A in Bijlage II). De meerzijdige aanpunting had een bewaard gebleven lengte van 33 cm, maar was waarschijnlijk oorspronkelijk 45 cm. Tussen 1,55 en 1,66 m – gerekend vanaf het puntuiteinde – werd een inkeping met een breedte van 18 cm en een diepte van 1,5 cm waargenomen.

Bij 42 houtvondsten (76 %) werd een volledige stamdoorsnede (of takdoorsnede) waargenomen, elf stuks waren gekloofd (20 %) en twee (4 %) bestonden uit een in de lengterichting gezaagde stam. Bij twee houtvondsten was de bepaling van de grondvorm door de slechte conservering niet meer mogelijk (verschijnsels 263 en 303). Op verschijnsel 190 kon zelf nog een zijtak met een diameter van 4 cm en een bewaard gebleven lengte van 20 cm worden gemeten. Zoals reeds genoemd zijn op deze laatste houtvondst indrukken van touw gevonden. De indrukken lopen schuin over een lengte van ca. 30 cm rondom op de schors, op ca. 0,60 m vanaf de onderkant (afb. 5-47). Op de paal waren grote knoesten zichtbaar, waarvan enkele ingezaagd. De zaagsporen waren nog goed te herkennen. Met uitzondering van de kapsporen aan de onderkanten van de stammen, een enkele ingezaagde grote knoest en een afdruk van touw op verschijnsel 190, zijn de stammen niet afgewerkt voor het gebruik als beschoeiingpalen. Er zijn drie stuks constructiehout gedocumenteerd, namelijk verschijnsels 186, 264 en 289. Op verschijnsel 186 zijn twee rechthoekige uitsparingen voor een halfhoutse verbinding op de stam ingemeten: de eerste 13 cm lang, 6 cm breed, 2,5 cm diep en de tweede 6 cm lang, 3 cm breed en 2,5 cm diep (afb. 5-48). Aan de bovenkant van de stam bleek een aanzet voor een punt te zijn gemaakt. Deze is echter niet voltooid. Opvallend is het vorkachtige uiteinde van verschijnsel 264 (afb. 5-49). De bovenkant is rafelig verweerd tot op het kernhout. Bij nader inzien bleek de bovenkant mogelijk ingezaagd, zodat een uitsparing ontstond, waarin bijvoorbeeld een plank of smalle balk zou kunnen zijn geschoven. De bewaard gebleven lengte van deze insteek bedroeg tenminste 20 cm. Helaas was juist dit constructiehout zeer slecht geconserveerd en zijn er weinig uitspraken over bewerking- en gebruikssporen mogelijk.

Vijf palen bleken te zijn gekantrecht, namelijk de verschijnsels 213, 270, 283, 304 en 315. Twee tangentiaal gezaagde planken (verschijnsels 265 en 333) zijn mogelijk als hergebruikt scheepshout te interpreteren. Op het oppervlak van beide planken waren spijkergaten met een vierkante doorsnede te herkennen. De lengte van de planken was niet compleet en bedroeg 64 en 59 cm, bij een bewaard gebleven breedte van tenminste 10,5 cm en een dikte van maximaal 4 cm (verschijnsel 333). Tijdens het afwerken van coupe B kon een eikenhouten stam met een goede conservering worden geborgen (verschijnsel 331). Deze paal heeft een bewerkte onderkant die sterk deed denken aan de onderkanten van de palen van de jongste fase van de wachttorens in sleuf 9 en 14 (Van der Kamp 2007). De bekapte onderkant van stam heeft net als deze een verdiept vlak (afb. 5-50). In de wachttorencontext is deze bewerking geïnterpreteerd als functioneel

**Afb. 5-40** Paalpunt van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 141). Op de paalpunt is een zeer brede braam zichtbaar, die ook op andere palen van H5 en de binnenste palenrij H4 werd waargenomen.

**Afb. 5-41** Paalpunt van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 204). Op de paalpunt is een zeer brede braam zichtbaar, die ook op andere palen van H5 en de binnenste palenrij H4 werd waargenomen.

**Afb. 5-42** Paal van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 234), voorzien van een schuine gleuf, mogelijk voor het trekken.

**Afb. 5-44** Verweerde eiken stammen en takken van het liggende afvalhout H6.

**Afb. 5-46** Het uiteinde van een stam van het liggende afvalhout H6 (verschijnselnummer 283). Dit uiteinde bevat de aanzet van de boomkroon.

**Afb. 5-43** Twee palen van de buitenste palenrij H5 (links: verschijnselnummer 230 en rechts: verschijnselnummer 239) waarop inslagen van een bijl met een snede van ca. 13 cm zichtbaar zijn.

**Afb. 5-45** De onderkanten van drie eiken stammen van het liggende afvalhout H6 (resp. verschijnselnummer 289, 313 en 330). Op deze onderkanten is een lange en een korte velkant zichtbaar. Hiermee werd tijdens het kappen van de boom de valrichting bepaald.

**Afb. 5-47** Touwindrukken op een paal van het liggende afvalhout H6 (verschijnselnummer 190).

**Afb. 5-48** Paalpunt van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 204). Op de paalpunt is een zeer brede braam zichtbaar, die ook op andere palen van H5 en de binnenste palenrij H4 werd waargenomen.

**Afb. 5-49** Paalpunt van de buitenste palenrij H5 (verschijnselnummer 204). Op de paalpunt is een zeer brede braam zichtbaar, die ook op andere palen van H5 en de binnenste palenrij H4 werd waargenomen.

binnen de verticale plaatsing van de paal. Op verschijnsel 267 is een grof ingehakte gleuf mogelijk gebruikt om te trekken (afb. 5-51).

Tabel 5-7: verdeling houtvondstenspectrum van H6

| Categorie | aantal | percentage |
|---|---|---|
| Niet gekloofd of voorbewerkt hout | 42 | 73 % |
| Gekloofd hout | 11 | 19 % |
| Planken | 2 | 4 % |
| Indet. | 2 | 4 % |
| **Totaal** | **57** | **100 %** |

**De oost-west georiënteerde palenrij H8**

Deze palenrij in sleuf 11 bestaat uit zestien stuks, namelijk verschijnsels 223 t/m 229, 258 t/m 261, 287, 296, 297, 299 en 300. Verschijnsel 259 is niet beschreven. De palenrij bevond zich aan de zuidkant van het liggende, oost-west georiënteerde hout, parallel aan de bermbeschoeiing op een afstand van ca. 2,4 m.

Twaalf van de palen waren goed, twee matig en één slecht geconserveerd. De bewaard gebleven paallengte bedroeg gemiddeld 66 cm en varieerde tussen 39 en 95 cm. Met uitzondering van één paal, op grond van de gevorkte bovenkant mogelijk een constructiehout, bleken alle palen van gekloofd eikenhout te zijn vervaardigd. De gemiddelde doorsnede lag bij 8,5 cm. Het toegepaste bouwhout bestond uit vier palen, vijf stuks balkhout en zes stuks constructiehout. Het constructiehout omvatte zorgvuldig bewerkte palen met een scherpe aanpunting, vervaardigd uit eiken kernhout zonder spint of slechts met een spintrestant. Op verschijnsel 223 kon een vierkante inkeping op de rand van de punt worden waargenomen met afmetingen van 2,5 x 1 cm.

Het groeipatroon van het geborgen eikenhout vertoonde zowel onregelmatig en/of wijde ringen (verschijnsels 224, 226, 261, 296) als ook regelmatig nauwe ringen (verschijnsels 225, 297). In twee gevallen ging het om gekloofde eiken takken. De overige palen waren afkomstig van eiken stamhout. In één geval was sprake van knoestig hout (verschijnsel 260). Van de gevorkte bovenkant bleek één kant te zijn afgehakt. Opmerkelijk is een ingekerfd kruis ter hoogte van de afgezaagde zijtak (afb. 5-52). Op verschijnsel 296 zijn de horizontale bewerkingssporen op de facetten goed zichtbaar. De punt bleek voorzien van een stomp, vlak onderkantje (afb. 5-53). De paal met verschijnsel 261 heeft een braampatroon dat tot in detail overeenkomt met het braampatroon van onder andere verschijnsel 212 van H5 (afb. 5-54). Daarmee is aangetoond dat palenrij H8 gelijktijdig met de bermbeschoeiing van de wegomlegging is aangelegd.

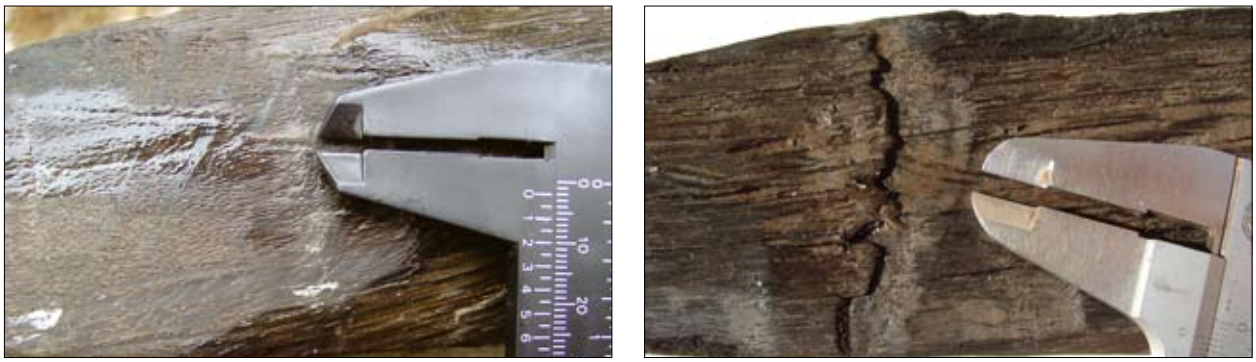
**Afb. 5-50** Onderkant van een paal van het liggende afvalhout H6 (verschijnselnummer 331) met een verdiept vlak. Vergelijkbare onderkanten werden aangetroffen bij de eerste-eeuwse wachttoren van fase 2 in sleuf 9 en 14 (Van der Kamp 2007). In deze context is deze bewerking geïnterpreteerd als functioneel binnen de plaatsing van de paal.

**Afb. 5-51** Stam van het liggende afvalhout H6 (verschijnselnummer 267) met een gleuf, die mogelijk diende voor het trekken van de stam.

**Afb. 5-52** Paal van palenrij H8 (verschijnselnummer 260) met afgezaagde zijtak en een ingekerfd kruis.

**Afb. 5-53** Paalpunt van palenrij H8 (verschijnselnummer 296) met horizontale bewerkingssporen en een stompe onderkant.

**Afb. 5-55** Paal van palenrij H9 (verschijnselnummer 172) met een relatief lange en spitse, meerzijdige punt.



**Afb. 5-54** Een identiek braampatroon op een paal van palenrij H8 (boven; verschijnselnummer 261) en palenrij H5 (onder; verschijnselnummer 212).

**Palenrij H9**
Met zekerheid tot deze structuur uit sleuf 11 behoren de verschijnsels 172 t/m176. Mogelijk tot deze structuur behoren de verschijnsels 162, 338, 341, 377 (niet beschreven) en 384. Het betreft een enkele palenrij aan de oostkant van het noord-zuid georiënteerd liggende hout van de bouwweg (H7). In totaal werden negen staande eiken palen geborgen, waarvan vijf zeker afkomstig van de structuur. De conservering van het hout varieerde tussen goed (drie palen), matig (drie palen) en slecht (drie palen). De bewaard gebleven paallengte bedroeg gemiddeld 67 cm. Voor de palenrij werden vijf rondhouten, één in tweeën gespleten stam en drie palen van kwart stamdelen gebruikt. De gemiddelde doorsnede van de palen lag bij ca. 9 cm. Een van de palen bleek wankant behouwen, zodat de paal een bijna vierkante doorsnede vertoonde (verschijnsel 176). Verder was één stam voorbewerkt, namelijk verschijnsel 173, waarbij de stam over de hele lengte bleek te zijn ontschorst. Alle palen waren toegespitst. Vijf palen lieten een vierzijdige en de overige vier palen een meerzijdige puntvorm herkennen. Een voorbeeld van een lange, relatief spitse en meerzijdige punt is verschijnsel 172 (afb. 5-55). Op de facetten bleken schuine, rechte inslagen van de gebruikte bijl bewaard te zijn gebleven. Uit een inslag kan worden afgeleid dat de bijlsnede tenminste 9 cm breed was. Twee palen waren recht, het overige hout was knoestig en drie palen bleken van eiken takken vervaardigd. Bij de rechte palen betreft het de voorbewerkte stam met verschijnsel 173 en de wankant behouwen stam, verschijnsel 176. Aan deze palen bleek meer aandacht te zijn besteed dan aan de overige palen.

## 5.9 Dendrochronologische analyse van het hout van de limesweg te Leidsche Rijn *(R.M. Visser en E. Jansma)*

### 5.9.1 Inleiding

Sinds het einde van de jaren negentig zijn op diverse locaties in Leidsche Rijn delen van de Romeinse *limes*weg opgegraven. Veel hout van deze locaties is dendrochronologisch onderzocht. Hieruit resulteerden niet alleen dateringen, maar ook de constatering dat het materiaal sterke overeenkomsten vertoont met hout van de *limes*weg uit 124-125 in Valkenburg (ZH) en Woerden.

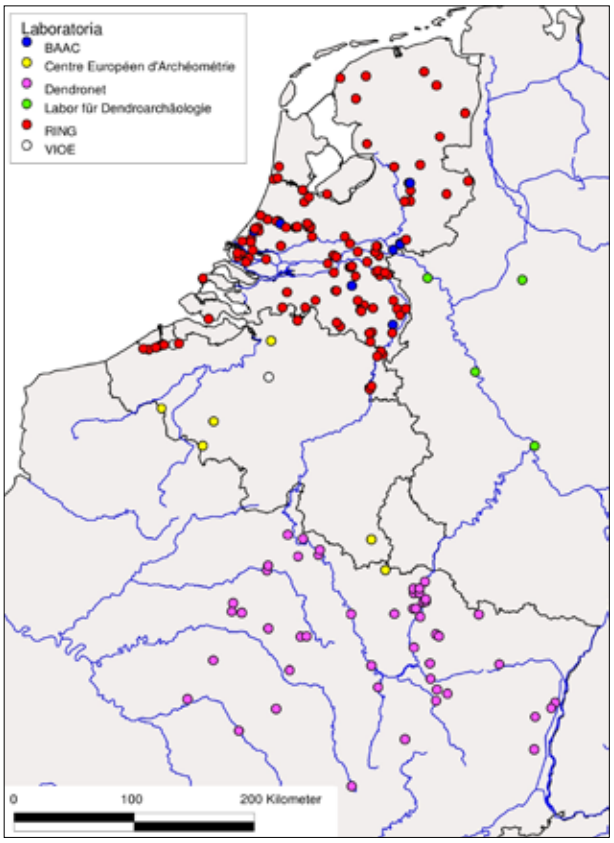
De dataset uit Leidsche Rijn is groot genoeg om de dendrochronologie van de *limes*weg 124-125 verder te onderzoeken. De onderzoeksvragen luiden:

1 Was het hout afkomstig uit één groeigebied of was er sprake meerdere groeigebieden?
2 Waar groeiden de gebruikte bomen?
3 Zijn er aanwijzingen voor beheer van de bosvegetaties waar het hout gekapt werd?
4 Zijn er verbanden aan te wijzen met betrekking tot het houtgebruik in LR31 en andere plekken langs de limes; wat zegt dit over de organisatie van de aanleg van de *limes*weg?

Deze vragen zijn mede van belang in het kader van het door NWO gefinancierde programma Arts and Crafts in Roman Shipbuilding, waarin de Romeinse scheepsbouw en houtvoorziening in het stroomgebied van de Maas, Rijn en Schelde wordt onderzocht. De *limes*weg in de delta van de Rijn is een van de grootste Romeinse structuren in de regio, waardoor deze structuur goed bruikbaar is als casus in dit onderzoeksprogramma.

### 5.9.2 Materiaal

**Meetreeksen uit Leidsche Rijn**
Tussen 1996 en eind 2003 zijn door de Stichting Nederlands Centrum voor Dendrochronologie RING 136 stukken hout uit Leidsche Rijn onderzocht, waaronder 50 eiken en twee iepen elementen van de *limes*weg 124-125.[5] Ter uitbreiding van de dataset van de Romeinse weg van 124-125 zijn recent door Visser in het laboratorium van Stichting RING zesentwintig niet eerder onderzochte houtmonsters uit het materiaalarchief van RING geanalyseerd.[6] Het hout is afkomstig van de vindplaats VTN97-2. Zie bijlage III-1 voor een totaaloverzicht van het gedateerde eikenhout van de *limes*weg 124-125 in Leidsche Rijn.




**Afb. 5-56** Een overzicht van de locaties waarvan meetreeksen beschikbaar zijn voor het NWO-programma Arts and Crafts in Roman Shipbuilding.

Tabel 5-8: De voor datering gebruikte referentiekalenders

| Kalender | Datering eerste waarde | Datering laatste waarde | Land | Regio | Auteur |
|---|---|---|---|---|---|
| DECENT01 | 690 v. Chr. | 1975 na Chr. | Duitsland | West-Duitsland | Hollstein 1980 |
| DEOFRI01 | 441 v. Chr. | 1992 na Chr. | Duitsland | Oost-Friesland | Leuschner, niet gepubliceerd |
| NLNatRom | 204 v. Chr. | 275 na Chr. | Nederland | Nederland natte groeigebieden | Visser 2006 |
| NLROMR02 | 1027 v. Chr. | 826 na Chr. | Nederland | Nederland natte groeigebieden | Jansma 1995, kalender NLRomR, uitbreiding (niet gepubliceerd) |
| NLRWEG01 | 141 v. Chr. | 124 na Chr. | Nederland | Romeinse limesweg | Hanraets, niet gepubliceerd |
| NLVEEN06 | 168 v. Chr. | 210 na Chr. | Nederland | West Nederlandse Veengebieden | Visser 2006 |
| NLZWOL01 | 131 v. Chr. | 568 na Chr. | Nederland | Moerasbos Zwolle | Sass-Klaassen & Hanreats 2006 |
| VNWSTD | 104 v. Chr. | 123 na Chr. | Nederland | Valkenburg (Z.H.); Limesweg 124-125 | Jansma, niet gepubliceerd |

**Meetreeksen uit andere vindplaatsen**
Bij deze studie is voorts gebruik gemaakt van een grote verzameling dendrochronologische data die door laboratoria in binnen- en buitenland ter beschikking zijn gesteld aan Visser ten behoeve van zijn onderzoek binnen het programma *Arts and Crafts in Roman Shipbuilding* (afb. 5-56). Het handelt hier om de volgende collecties:

- Stichting RING (NL), inclusief collectie J.A. Brongers (ROB; opbouw 1986-1991) en collectie E. Jansma (UvA[7] en ROB; opbouw 1985-1993): ca. 1500 archeologische en paleo-ecologische meetreeksen uit Nederlandse en enkele Belgische vindplaatsen;[8]
- BAAC (S. van Daalen; NL): 52 archeologische meetreeksen uit Nederlandse vindplaatsen;
- Dendronet (W. Tegel; D): 956 archeologische meetreeksen uit met name Noord-Franse vindplaatsen;
- Labor für Dendroarchäologie, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universiteit van Keulen (B. Schmidt; D): 438 archeologische meetreeksen uit Xanten, Koblenz, Oberaden en Keulen;
- Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed (K. Haneca, B.): 56 archeologische reeksen uit Belgische vindplaatsen;
- Universiteit van Luik – Centre Européen d'Archéométrie (P. Hoffsummer, B.): 145 archeologische meetreeksen uit Belgische vindplaatsen.

**Kalenders**
Bij het dateringsonderzoek hebben we als referentie regionale en subregionale gemiddelde groeikalenders van eiken gebruikt die zijn opgebouwd uit materiaal uit het huidige Nederland, België, Noord-Frankrijk en het westen van Duitsland (tabel 5-8).[9]

### 5.9.3 Methode

**Laboratoriumanalyse**
Dendrochronologie maakt gebruik van het feit dat bomen jaarlijks onder hun schors een ring van houtcellen aanleggen. Deze jaarring wordt gevormd tijdens het groeiseizoen, dat in Nederland voor eiken omstreeks april begint en rond oktober eindigt.[10] De dikte van een jaarring is afhankelijk van diverse factoren, zoals bodemgesteldheid, neerslag en temperatuur.[11] Omdat deze invloeden niet alleen temporeel maar ook geografisch variëren en soms zelfs gebonden zijn aan de micro-omgeving, is het mogelijk van een patroon van opeenvolgend gevormde ringen zowel de datering als de herkomst te herleiden. Dit onder voorwaarde dat het patroon uit voldoende jaarringen bestaat en niet onder invloed van verwondingen en andere niet-klimatologische factoren tot stand is gekomen.
De eerste stap bij dendrochronologische analyses is het bewerken van het houtoppervlak om de celstructuur zichtbaar te maken. Het oppervlak van uit de bodem afkomstig nat hout wordt daartoe meestal bijgesneden met een scheermesje. De tweede stap van het dendrochronologisch onderzoeksproces is het meten van de jaarringen, over het algemeen met een precisie van 0.01 mm. Bij het onderzoek aan het materiaal uit Leidsche Rijn is gemaakt van diverse computerprogramma's. Het hout uit Leidsche Rijn dat voor 2003 onderzocht is, is gemeten met behulp van het computerprogramma CATRAS en een bijbehorende meettafel.[12] Tussen 1998 en 2003 gebruikte men bij stichting RING behalve CATRAS ook TSAP voor MS-DOS.[13] Sinds 2003 is men overgestapt op het systeem PAST4.[14]

**Standaardisering**
Om dendrochronologische meetreeksen te kunnen dateren, moeten zij eerst een bewerking ondergaan die

‘strandaardisering’ of ‘indexering’ genoemd wordt, waarbij de hoogfrequente groeivariaties worden versterkt ten koste van de laagfrequente. De reden is dat de invloed van het weer (neerslag en temperatuur) met name tot uitdrukking komt in de hogere frequenties van meetreeksen, dat wil zeggen in de abrubte breedtevariaties van jaar tot jaar. Meerjarige geleidelijke toe- of afname van de ringbreedte reflecteert daarentegen eerder standplaatsgebonden groeifactoren die niet aan de jaarlijkse weersomstandigheden gerelateerd zijn. Bij deze studie hebben we gekozen voor indexering volgens de methode van Hollstein (1980). Hierbij worden gemeten ringbreedtes omgezet in zogenaamde *Wuchswerte*: het logaritme van twee door elkaar gedeelde opeenvolgende jaarringbreedtes.

**Daterend onderzoek**

Dendrochronologische dateringen worden uitgevoerd door gestandaardiseerde meetreeksen van jaarringpatronen statistisch te vergelijken met absoluut gedateerde referentiekalenders van dezelfde houtsoort. Hierbij gebruikt men bij Stichting RING twee statistische tests: de Student’s t-test en een test op *Gleichläufigkeit* (‘gelijklopendheid’ of ‘percentage van parallelle variatie’ %PV). De Students’ t-test maakt gebruik van de combinatie van de correlatie (r) tussen twee gestandaardiseerde meetreeksen en het aantal overlappende ringen van beide reeksen.[15] Het resultaat wordt aangeduid als een Students’ t-waarde, die in dit rapport verder t-waarde of t genoemd zal worden. Over het algemeen kan een t-waarde hoger dan 5 op een datering wijzen, maar sterker is een t-waarde hoger dan 6,5.[16] *Gleichläufigkeit* is een eenvoudige statistische variabele die reeds lang wordt toegepast in de dendrochronologie en bij een gegeven positie van overlapping van twee reeksen aangeeft welk percentage van de jaarringen bij beide reeksen tegelijkertijd breder of smaller wordt, of gelijk blijft, ten opzichte van de voorgaande ring.[17]
De waarschijnlijkheid (*probability*, p) van de gevonden waarde van *Gleichläufigkeit* wordt berekend op grond van het aantal overlappende jaarringen. Deze waarschijnlijkheid kan worden omgezet naar de significantie.[18]
Als een gemeten jaarringreeks statistisch sterk overeenkomt met meerdere kalenders en er ook visueel met deze kalenders een sterke overeenkomst bestaat, dan is er sprake van een dendrochronologisch aantoonbare overeenkomst of ‘*match*’.[19] Dit betekent dat aan elke jaarring in de onderzochte reeks een kalenderjaar kan worden toegekend. Daarmee is het hout dus gedateerd. Of hiermee ook de kapdatum van het hout kan worden vastgesteld, hangt af van de compleetheid van het hout. De kapdatum kan alleen op het jaar nauwkeurig worden bepaald als de laatste jaarring die de boom tijdens zijn leven heeft gevormd, bewaard is gebleven. Bij eikenhout besteedt men in dit verband veel aandacht aan het (al dan niet nog aanwezige) spinthout: de enkele centimeters brede zone van jaarringen direct onder de bast, waar voedingstoffen en vocht binnen de boom getransporteerd worden. Spinthout is vaak herkenbaar omdat het zachter en lichter van kleur is dan kernhout. Op grond van nog aanwezig spint kan men bij eiken vaststellen of de laatste ring die de boom tijdens zijn leven vormde, inderdaad nog aanwezig is. Als de laatste ring ontbreekt, kan men op grond van nog aanwezige spintringen een schatting doen van de kapdatum.[20]

**Identificatie van meetreeksen van dezelfde boom**

Hout uit archeologische context kan oorspronkelijk afkomstig zijn van eenzelfde boom, maar in onderdelen – bijvoorbeeld als afzonderlijke planken of al dan niet gekloofde palen – opgegraven worden. Met dendrochronologie kan bepaald worden of het hout uit dezelfde boom afkomstig is. In het verleden is vaak aangenomen dat een t-waarde > 10 hierop wijst, maar Nederlandse studies laten zien dat planken uit dezelfde boom ook kunnen matchen met t < 10, terwijl metingen aan elementen uit verschillende bomen soms matchen met t > 10.[21] Daarom hebben wij bij het identificeren van uit dezelfde boom afkomstige elementen niet alleen naar t-waarden gekeken, maar ook de hoogte van de *Gleichläufigkeit* meegewogen, waarbij we de grens hebben gesteld op minimaal 75% en $p \leq 0{,}0001$. Hiernaast hebben we de visuele match tussen getekende grafieken van niet-gestandaardiseerde reeksen laten meewegen, alsmede de coherentie van de datering van de binnenste ring van de vergeleken jaarringpatronen.

**Groepering van meetreeksen**

Aangenomen dat gelijke groeiomstandigheden bij bomen van dezelfde soort leiden tot een overeenkomstig jaarringpatroon, zullen gelijktijdig gegroeide eiken met overeenstemmende patronen uit hetzelfde groeigebied afkomstig zijn. Groeigebied is hier redelijk los gedefinieerd als: een regio waarin de groeiomstandigheden (bodem, weersomstandigheden, *et cetera*) min of meer gelijk zijn. Door meetreeksen uit hetzelfde groeigebied samen te voegen en hun jaarlijkse gemiddelde waarden te berekenen, verkrijgt men een gemiddelde kalender waaruit de groeivariaties die zijn ontstaan door uiterst lokale omgevingsfactoren (die alleen de groei van individuele bomen hebben beinvloed), zijn weggefilterd of afgezwakt. Vergeleken met individuele dendrochronologische meetreeksen zijn zulke gemiddelde kalenders daardoor veel representatiever voor de omgevinsinvloeden die geldig waren voor de gehele standplaats of het gehele groeigebied. Dit is de reden dat wij bij het onderzoek naar de herkomst van het hout van de *limes*weg gebruik gemaakt hebben van gemiddelde groeikalenders.

Bij de selectie van de reeksen die de grondslag moesten gaan vormen voor een gemiddelde kalender hebben we ons gebaseerd op enerzijds de waarden van t en *Gleichläufigkeit* en anderzijds de visuele overeenkomst tussen reeksen. Bij deze exercitie hebben we ook materiaal gebruikt van elders opgegraven delen van de *limes*weg.[22] We hebben de selectie op twee manieren aangepakt en dus ook twee kalendertypes vervaardigd.

Bij de eerste methode is binnen de dataset om te beginnen gezocht naar twee meetreeksen die zeer sterk met elkaar overeenkomen en twee afzonderlijke bomen vertegenwoordigen. Vervolgens hebben we hier andere overeenkomende meetreeksen bij gezocht. Deze procedure is herhaald tot geen sterk gelijkende meetreeksen in de dataset over waren. Er zijn geen harde grenswaarden gesteld voor de groepering, maar de t-waarde was over het algemeen hoger dan 6, de *Gleichläufigkeit* veelal boven de 64% (met p>0,01) en de overlap minimaal zestig jaar (maar vaak groter). De visuele overeenkomst tussen de patronen is beoordeeld op basis van de (hoge frequente) jaar tot jaar variatie en (laag frequente) trends over meerdere jaren van de niet-gestandaardiseerde reeksen. Uit de bij elkaar behorende reeksen is vervolgens een kalender vervaardigd.

Bij de tweede groeperingsmethode is per vondstlocatie allereerst gekeken in hoeverre de meetreeksen overeenkomen. Hierbij hebben we dezelfde variabelen en globale grenswaarden gebruikt. Meetreeksen waarvan de statistische en visuele overeenkomst sterk genoeg is om te kunnen aannemen dat de bomen in hetzelfde bos stonden, zijn gemiddeld tot een sitekalender. De resulterende sitekalenders zijn met elkaar vergeleken en bij sterke overeenkomst samengevoegd tot een gecombineerde kalender.

**Pointerjaren analyse**
De intensiteit van het gemeenschappelijk signaal van de tot een gemiddelde kalender samengevoegde jaarringpatronen hebben we bepaald met behulp van pointerjaren analyse. Een dendrochronologisch pointerjaar is een jaar waarin een significante hoeveelheid bomen van dezelfde soort een scherpe groeireductie of juist toename laten zien, of een ring hebben gevormd die een statistische anomalie is. In deze studie hebben we uitsluitend gekeken naar statistisch sifnificante *Gleichlaufigkeit*, dat wil zeggen: we hebben de jaren bepaald waarin een significant deel van de bomen gelijktijdig een toe- of afname van de breedtegroei vertoonde.[23]

**Herkomstbepaling**
Ter bepaling van de herkomst van het *limes*hout hebben we de gemiddelde kalender vergeleken met de voor het onderzoek beschikbare individuele meetreeksen, gebruikmakend van de hoogte van t en *Gleichläufigkeit* en de visuele overeenkomst. De t-waarden zijn per vondstlocatie op een kaart geplot om een beter inzicht te krijgen in de ruimtelijke verspreiding van hout met een aan het *limes*hout overeenkomstig patroon.[24]

We hebben bij het herkomstonderzoek uitdrukkelijk geen gebruik gemaakt van standaardkalenders waar we geen onderliggende metingen van hebben.[25] Ten eerste kennen we van deze kalenders alleen de jaarlijkse gemiddelde waarden. De samenstelling ervan - de onderliggende meetreeksen - staan niet ter beschikking, waardoor we de kracht van het door deze reeksen gedeelde signaal niet kunnen verifieren en geen uitspraken kunnen doen over de cohesie van deze kalenders. Ten tweede zijn deze kalenders tot dertig jaar geleden vervaardigd uit relatief beperkte dataverzamelingen. Inmiddels hebben we datasets ontwikkeld die veel omvangrijker zijn dan hetgeen men indertijd ter beschikking had. Ten derde is de feitelijke herkomst van het hout dat in deze vaak als 'regionaal' aangeduide kalenders is verwerkt nooit getoetst. Een onderzoeker als Hollstein ging er impliciet vanuit dat de archeologische locatie in Duitsland waar door hem onderzocht hout was gevonden, correspondeerde met de feitelijke groeiplaats ervan.[26] Voor een deel van zijn regionale kalenders is deze assumptie onjuist gebleken.[27] De kwalitatief hoogwaardige dataset van NWO-programma *Arts and Crafts in Roman shipbuilding* (afb. 5-56), die behalve archeologische meetreeksen ook reeksen van *in situ* geconserveerde bomen uit natuurlijke afzettingen bevat, biedt daarom meer houvast bij onderzoek naar de herkomst van hout.

**Houtgebruik en bosbouw**
Resultaten van eerder onderzoek naar het Utrechtse *limes*hout van 124-125 leken te suggereren dat er sprake was van twee groepen hout: een groep gekloofd hout met smalle jaarringen en een tweede groep bestaande uit complete stammen ('rondhout') met brede ringen. Men nam aan dat dit mogelijk samenhing met een herkomst in twee afzonderlijke groeigebieden of bostypes.[28]

Bosgebruik- en beheer kan in de Romeinse tijd drie vormen hebben gehad: kaalslag, hakhout en selectie.[29]
Elk van deze systemen leidt tot een andere verdeling van de leeftijd en/of ringbreedte van bomen, die dendrochronologisch kan worden vastgesteld. Bij kaalslag wordt een compleet of een groot areaal van een bosbestand volledig kaal gekapt. Het natuurlijke regeneratie proces kan na kaalslag worden bespoedigd door zaaien van nieuw bomen of aanplanten van jonge bomen. De aangeplante bomen zullen dan een identieke kiemdatum hebben. Bij het hakhoutsysteem worden periodiek boven het maaiveld uitstekende stammen geveld, waarna uit de achterblijvende stronken nieuwe uitlopers ontstaan. Stammen afkomstig uit hakhoutbossen hebben een identieke kiemdatum. Bij toepassing van het selectiesysteem worden bomen die de benodigde grootte hebben bereikt, gekapt.Daarnaast kunnen bijvoorbeeld ook bomen van een bepaalde soort gekapt worden in een opstand. Na deze selectieve kap van een of meerdere bomen een een opstand zullen de overblijvende bomen meer licht tot hun beschikking krijgen. In dendrochronologische datasets van een bosbestand waar selectieve kap heeft plaatsgevonden, ziet men dit terug doordat sommige bomen een versnelde breedtegroei laten zien vanaf het jaar waarin andere bomen in dezelfde dataset omgehakt werden.[30] Deze soms wel tien jaar durende versnelde breedtegroei wordt een *release* genoemd en wordt veroorzaakt doordat dunning verbeterde lichtcondities oplevert voor de resterende bomen.

Tabel 5-9: Ringbreedte van de ring uit 124 en breedte hiervan ten opzichte van de gemiddelde ringbreedte van het hout

| DendroCode | Aantal spint ringen | Ringbreedte in 124 na Chr. | Gemiddelde Ringbreedte (1/100 mm) | % van gemiddelde |
|---|---|---|---|---|
| VDM2W040 | 10 | 244 | 195 | 125% |
| VDM2W160 | 21 | 105 | 133 | 79% |
| VDMLR021 | 17 | 343 | 220 | 156% |
| VDMLR061 | 20 | 112 | 138 | 81% |
| VDMLR091 | 16 | 119 | 237 | 50% |
| VDMLR101 | 15 | 141 | 167 | 85% |
| VDMLR111 | 10 | 191 | 238 | 80% |
| VDMLR121 | 23 | 292 | 294 | 99% |
| VDMWL121 | 19 | 89 | 159 | 56% |
| VDMWL400 | 23 | 175 | 114 | 154% |
| VDMWL421 | 23 | 52 | 119 | 44% |
| VDMWL451 | 20 | 79 | 101 | 78% |
| VDMWL473 | 18 | 97 | 101 | 96% |
| VDMWL501 | 16 | 188 | 162 | 116% |
| VDMWL521 | 11 | 271 | 138 | 196% |
| VDMWL530 | 18 | 41 | 116 | 35% |

Om informatie te verkijgen over het type bosbeheer, hebben we de minimale leeftijd en breedtegroei van de bomen in het *limes*bestand geanalyseerd. Daarbij is gekeken naar de gemiddelde jaarlijkse groei en de standaarddeviatie daarvan, en naar de absolute maxima en minima van de groei. Bij deze berekeningen zijn statistische standaardmethoden gebruikt. De minimale leeftijd van de bomen hebben we geschat op basis van de datering van de oudste ring in de kern van het hout, die een terminus ante quem datering geeft van de kiemdatum.[31] Om iets te kunnen zeggen over de leeftijdsopbouw van de (eiken in de) oorspronkelijke bosbestanden is de minimale leeftijd en de *terminus ante quem* datering van de kieming van het hout van Leidsche Rijn geschat. Tot slot is de gemiddelde ringbreedte van het hout bestudeerd in relatie tot de houtvormenindeling van BIAX Consult (bijlage III-2), om aspecten van houtselectie en -technologie te kunnen achterhalen.

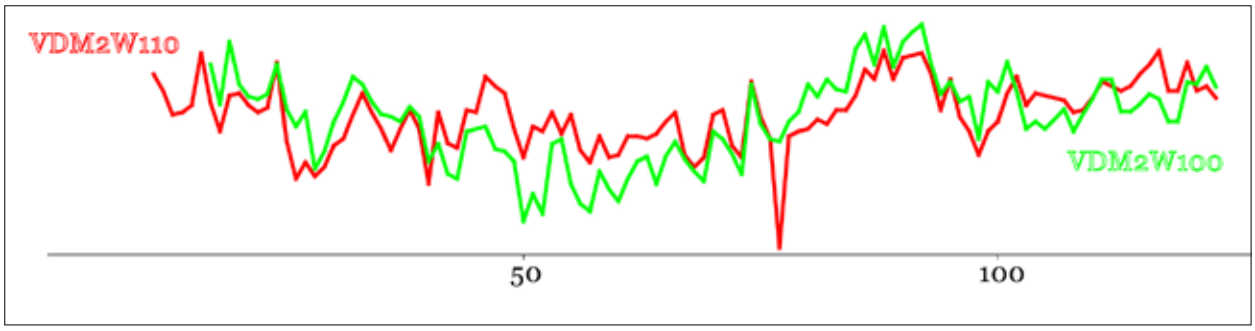
## 5.9.4 Resultaten en discussie

**Kapdata**

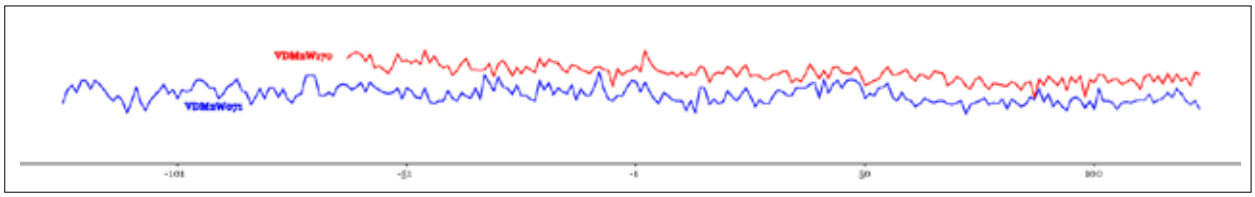
Het hout van de Romeinse *limes*weg in Leidsche Rijn (bijlage III-1) blijkt afkomstig te zijn van bomen die gelijktijdig zijn gekapt. De laatste ring van het hout waarvan het spint compleet aanwezig is, dateert in 124.[32] Deze laatste spintring bestaat steeds uit voorjaarsvaten en zomerhout. Of het zomerhout van eiken compleet is, laat zich niet microscopisch vaststellen. Daarom kan met behulp van microscopie slechts geconcludeerd worden dat de boom tussen het eind van de zomer en het begin van het hierop volgende groeiseizoen (april 125) is gekapt.

De hoop was dat statistiek hier nog wat verfijning in zou kunnen aanbrengen. Immers, als alle in 124 gevormde jaarringen een totale breedte zouden hebben die significant kleiner is dan de ringbreedtes van dezelfde bomen in de jaren daarvoor, dan zou de conclusie gerechtvaardigd zijn dat de kap nog tijdens het groeiseizoen van 124 heeft plaatsgevonden. Kap aan het eind van het groeiseizoen van 124 zou immers tot onvolgroeide, dus smallere, ringen hebben geleid. Maar de ringbreedtes van het jaar 124 blijken een breedte te hebben tussen 35 en de 200% van de gemiddelde ringbreedte van het hout (tabel 5-9). Uit deze verspreiding kan niet geconcludeerd worden of de bomen zijn gekapt tijdens het groeiseizoen van 124 aan het eind van de zomer of buiten het groieseizoen tijdens de laatste maanden van 124 of de eerste maanden van 125.[33]

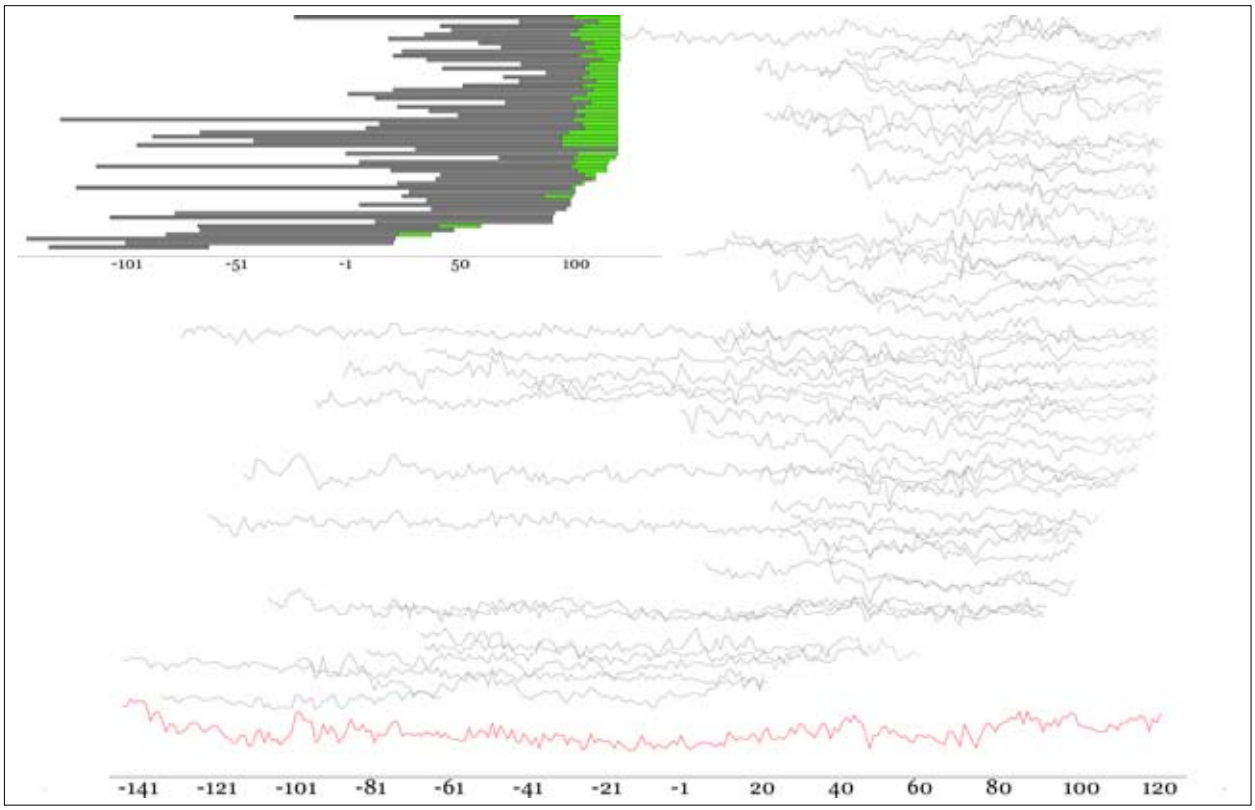
De Romeinse architect Vitruvius stelde dat de beste tijd voor kap van bomen het najaar of winter is.[34] Ook in de zeventiende- en achttiende-eeuwse scheepsbouw werd bij voorkeur gewerkt met eiken die in de winter waren geveld, omdat dergelijk hout sterker en droger is.[35] Hoewel de jaarringen van Leidsche Rijn hierover zelf geen directe informatie opleveren, leiden we uit deze secundaire gegevens af dat de bomen voor de bouw van de weg waarschijnlijk in de herfst of winter gekapt werden, dus tussen oktober 124 en april 125.



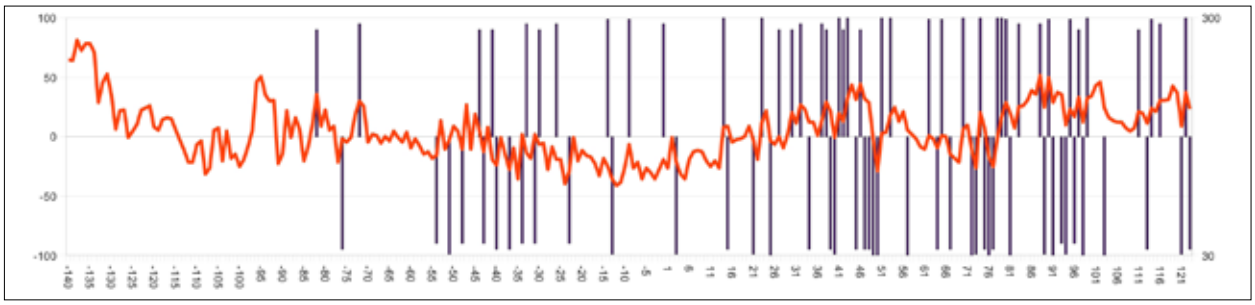

**Afb. 5-57** De overeenkomst tussen VDM2W10 (groen) en VDM2W11(rood).



**Afb. 5-58** De overeenkomst tussen de VDM2W07 (blauw) en VDM2W17 (rood).




**Afb. 5-59** Een overzicht van de jaarringpatronen van de meetreeksen die zijn opgenomen in Limes124 (zie ook bijlage III-4). Linksboven is van alle meetreeksen is de lengte van weergegeven met in groen de ringen spinthout.



**Afb. 5-60** Limes124 (rood) en de pointerjaren (grijs).

**VTN97-2: Twee houtmonsters afkomstig van één boom**
De door ons als VDM2W100 en VDM2W110 gecodeerde metingen zijn verricht aan hout dat is aangeleverd als twee halve stammen met de opmerking dat beide van dezelfde boomstam afkomstig zouden zijn. Deze stelling is bevestigd door het dendrochronologisch onderzoek. De overeenkomst tussen beide jaarringpatronen is zowel statistisch als visueel zo sterk dat beiden van één boom afkomstig zullen zijn (afb. 5-57; t = 8,53; r = 0,70; *Gleichläufigkeit* = 79,4% met p=0,000000001).[36] Daarnaast scheelt de datering van de vroegstgevormde ring slechts weinig: de ring in het hart van VDM2W110 ontstond slechts enkele jaren eerder dan de ring in het hart van VDM2W100. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de locatie in de boom; het hout van meting VDM2W110 moet zich iets lager in de stam hebben bevonden dan het hout van meting VDM2W100.

**Samenstelling van de gemiddelde kalender limes124 (methode 1)**
Bij de eerste manier van groeperen is uitgegaan van twee meetreeksen met een opvallend sterke overeenkomst met elkaar, namelijk VDM2W071 en VDM2W170 (afb. 5-58). VDM2W071 is een meting aan een vierzijdig gekantrechte balk van de noordelijke palenrij van de weg bij De Balije (VTN97-2). VDM2W170 vertegenwoordigt eenzelfde vorm balk uit de buitenste zuidelijke palenrij. De match tussen beide metingen is hoog: t = 9,44; r = 0,61; *Gleichläufigkeit* = 71,40 met p = 0,000000005.[37] Over deze jaarringpatronen kan echter niet gesteld worden dat zij dezelfde boom vertegenwoordigen, want daarvoor lopen de dateringen van de ringen in het hart van het hout te sterk uiteen. De vroegste ringen in het hart van beide balken ontstonden in respectievelijk 126 en 63 v.Chr. Een verschil van 63 jaar is niet te verklaren in termen van een enkele, individuele boom, aangezien een eik van 63 jaar daarna niet nog voldoende en rechtstandig in de hoogte zal groeien om hier jaren later nog een forse, rechte balk uit te kunnen halen vanaf de hoogte die de boom na 63 jaar had bereikt. De metingen vertegenwoordigen dus twee afzonderlijke bomen. De match tussen de jaarringpatronen van beide bomen is zo sterk dat deze met zekerheid in hetzelfde bos gegroeid moeten zijn.

Beide meetreeksen vertonen niet alleen een sterke overeenkomst met elkaar, maar ook met jaarringpatronen van hout uit Vleuten de Meern-LR31,[38] Vleuten-Waterland,[39] Valkenburg-Marktveld,[40] Alphen aan den Rijn-Julianastraat,[41] Alphen aan den Rijn-OTA[42] en Woerden.[43] Met deze collectie matchen weer andere meetreeksen uit dezelfde locaties, alsmede een meting aan hout uit een andere locatie in Leidsche Rijn.[44] Deze groepering resulteert in een verzameling metingen die vooral hout van de *limes*weg van 124-125 vertegenwoordigt en daarnaast bestaat uit enkele stukken hout met een vroegere kapdatum, waaronder een in 63-64 daterend stuk hout uit Valkenburg-Marktveld[45] (afb. 5-59; zie bijlage III-3 voor de belangrijkste 'matches' tussen de meetreeksen). Uit deze collectie (bijlage III-4) is een gemiddelde groeikalender voor eiken berekend die we Limes124 hebben genoemd.

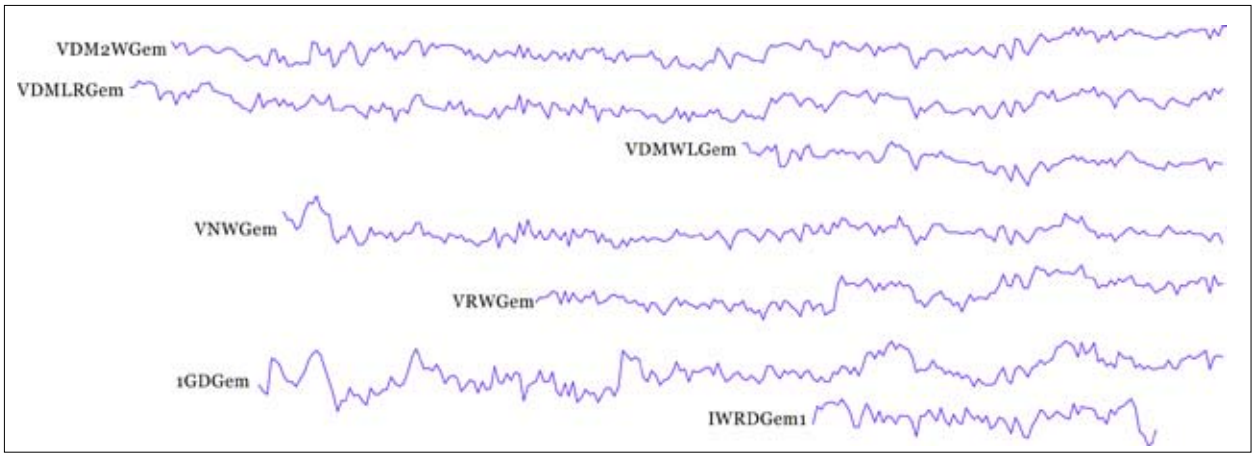
**Pointerjaren in Limes124**
Het interval 80 v.Chr.-124 n.Chr. van kalender Limes124 bestaat uit voldoende reeksen om het gemeenschappelijk signaal te kunnen berekenen (afb. 5-59 en 5-60). De kalender vertoont een ondergemiddelde jaarlijkse groei tussen ca. 30 v.Chr. en 20 n.Chr. (afb. 5-60, rode lijn). Maar deze periode wordt niet gekenmerkt door veel pointerjaren. Er zijn dus geen aanwijzingen dat de trage gemiddelde groei van de bomen in deze periode werd veroorzaakt door plotselinge, op de gehele standplaats inwerkende, extreme groeiomstandigheden. Vanaf ca. 40 n.Chr. wordt de groei van de bomen wel door algemene, voor de hele standplaats geldige, factoren gestuurd. In 45-50 n.Chr. maken alle bomen een zeer krachtige groeireductie mee. Vanaf het begin van de jaren 80 is er sprake van een toename van de gemiddelde breedtegroei, die voortduurde tot ca. 110.

**Groepering; methode 2**
Het hout van de *limes*weg 124-125 bij De Balije (VDM2W*) dat dendrochronologisch onderzocht is, lijkt dendrochronlogisch gezien voor het merendeel sterk op elkaar (bijlage III-5; 0,04 ≤ p ≤ 0,000000001). Deze meetreeksen zijn gemiddeld tot een De Balije-kalender die we VDM2WGem hebben genoemd.

De meetreeksen aan het hout afkomstig uit Waterland (VDMWL*, werkputten 4 en 6), dat gebruikt is voor de beschoeiing van de weg en de bouw van een brug, komen iets minder sterk overeen (0,1 ≤ p ≤ 0,00009. Deze meetreeksen zijn gemiddeld tot VDMWLGem. De twee bij materiaal genoemde stukken iep (put 4, sporen 1 en 4, vondstnummers 35(10) en 35(16)) vertonen weinig overeenkomst met de middelcurve van deze eiken en groeiden waarschijnlijk op een andere standplaats.

Het materiaal van de *limes*weg 124-125 van LR31 (VDMLR*) vertoont weer een sterkere onderlinge overeenkomst (0,03 ≤ p≤ 0,00001) De patronen van vier stukken hout van de buitenste palenrij[46] passen slecht bij de overige veertien meetreeksen. Van de overeenkomende meetreeksen is een middelcurve gemaakt, VMDLRGem.

De drie middelcurven vertonen niet alleen een zeer sterke overeenkomst met elkaar, maar ook met de middelcurves van de weg uit 124 in Valkenburg (VNWGem en VRWGem; tabel 5-10, afb. 5-59). Daarnaast komen ze goed overeen met hout van de *limes*weg uit Alphen aan den Rijn (1GDGem). De overeenkomst met Woerden (IWRDGem1) is minder sterk. Deze lagere overeenkomst is vooral het gevolg van niet-representatieve groei in de jeugd van de bomen en een groeidepressie vlak voor het eind (afb. 5-61). Deze niet-representatieve groeivariaties




**Afb. 5-61** Afzonderlijke sitekalenders van de *limes*weg van 124-125.

Tabel 5-10: De statistische match tussen de diverse sitekalenders van de *limes*weg van 124-125

| | VDM2WGem | VDMLRGem | VDMWLGem | VNWGem | VRWGem | 1GDGem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VDMLRGem | T-waarde: 14,80 GLK: 72,70 p=0,0000000000004 correlatie: 0,69 | | | | | |
| VDMWLGem | t-waarde: 9,79 GLK: 73,10 P: 0,0000006 orrelatie: 0,67 | t-waarde: 6,66 GLK: 68,80 P: 0,00005 Correlatie: 0,68 | | | | |
| VNWGem | t-waarde: 14,90 GLK: 75,00 p:0,00000000000004 correlatie: 0,70 | t-waarde: 14,20 GLK: 74,60 p:0,0000000000001 correlatie: 0,72 | t-waarde: 9,86 GLK: 73,90 p:0,0000002 correlatie: 0,69 | | | |
| VRWGem | t-waarde: 9,56 GLK: 72,20 p:0,00000001 correlatie: 0,61 | t-waarde: 9,66 GLK: 73,10 P: 0,000000002 correlatie: 0,66 | t-waarde: 6,09 GLK: 67,90 P:0,0001 correlatie: 0,57 | t-waarde: 9,65 GLK: 75,10 P: 0,00000000009 orrelatie: 0,67 | | |
| 1GDGem | t-waarde: 10,40 GLK: 72,00 P; 0,00000000002 correlatie: 0,60 | t-waarde: 9,61 GLK: 66,90 p:0,0000002 correlatie: 0,61 | t-waarde: 7,83 GLK: 72,20 p:0,000002 correlatie: 0,65 | t-waarde: 12,20 GLK: 73,70 P: 0,0000000000008 Correlatie: 0,64 | t-waarde: 8,37 GLK: 70,10 P: 0,0000002 correlatie: 0,59 | |
| IWRDGem1 | t-waarde: 5,99 GLK: 73,80 P; 0,00001 Correlatie: 0,47 | t-waarde: 4,67 GLK: 63,10 p: 0,02 Correlatie: 0,41 | t-waarde: 6,10 GLK: 70,20 p: 0,0002 correlatie: 0,49 | t-waarde: 5,02 GLK: 70,20 p:0,0002 correlatie: 0,38 | t-waarde: 3,86 GLK: 69,00 p:0,0005 correlatie: 0,31 | t-waarde: 4,48 GLK: 65,50 p:0,004 correlatie: 0,36 |

Tabel 5-11: De statistische match van de diverse sitekalenders van de *limes*weg van 124-125 met de kalender van de *limes*weg 99-100 van Valkenburg-Marktveld

| SiteKalender | Overlap | Gleich-läufichkeit | p | t-waarde | r |
|---|---|---|---|---|---|
| VDM2WGem | 84 | 63,7 | 0,01 | 3,12 | 0,292 |
| VDMWLGem | 84 | 64,3 | 0,008 | 3,42 | 0,301 |
| VNWGem | 84 | 63,7 | 0,01 | 3,32 | 0,317 |
| 1GDGem | 84 | 55,4 | 0,3 | 2,18 | 0,259 |
| VDMLRGem | 84 | 62,5 | 0,02 | 2,58 | 0,315 |
| VRWGem | 84 | 63,7 | 0,01 | 3,48 | 0,36 |
| IWRDGem1 | 76 | 65,8 | 0,004 | 3,68 | 0,295 |

in de gemiddelde kalender van Woerden worden veroorzaakt door het lage aantal waarnemingen; de kalender vertegenwoordigt de gemiddelde groei van slechts twee bomen. Als het vroegste en jongste deel van de kalender buiten beshouwing worden gelaten is de overeenkomst de overige middelcurves goed.

De sterk gelijkende jaarringpatronen van het hout van de *limes*weg in Leidsche Rijn, Valkenburg, Alphen aan den Rijn en Woerden duiden erop dat het hout afkomstig moet zijn van bomen uit hetzelfde groeigebied en mogelijk uit eenzelfde bosbestand.

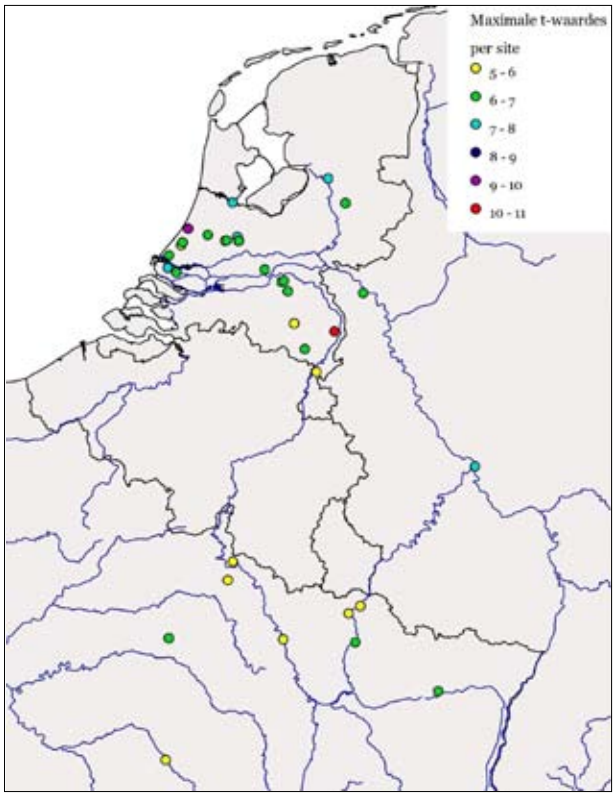
Het verschil met de voorgaande groepering is dat dit keer meer meetreeksen gemiddeld zijn. Limes124 bevat immers alleen metingen die onderling sterke overeenkomst vertonen. Met de tweede methode zijn echter per locatie bijna alle meetreeksen gegroepeerd. De middelcurve van de hierboven genoemde middelcurves lijkt met t=50,50, r=0,89, *Gleichläufigkeit*=92,5% en p<0,00000001[47] zo sterk op Limes124 dat geconstateerd kan worden dat beide methodes leiden tot gelijkwaardige resultaten.

**Herkomst**

Om de herkomst van het hout nader te bepalen, hebben we kalender Limes124 vergeleken met de beschikbare individuele meetreeksen van andere locaties (zie ook hierboven onder materiaal). In afb. 5-62 zijn de locaties weergegeven van metingen die met Limes124 matchen met t > 5. Opvallend is de hoge overeenkomst met hout uit Venlo (rode stip). Het is zeker dat dit materiaal uit hetzelfde bos afkomstig is als het hout van de *limes*weg. Een hoge overeenkomst met hout uit Valkenburg (paarse stip) is minder opzienbarend, aangezien het hier om materiaal van dezelfde *limes*weg gaat. Ook meetreeksen aan eik van de Rijnbrug bij Koblenz[48] vallen op door hun hoge overeenkomst (blauwe stip). Echter, al deze matches zijn met hout uit archeologische context, wat betekent dat het hout na de kap over kleine of grotere afstanden verplaatst kan zijn voordat voordat het werd gebruikt. Deze matches leveren daarom geen harde indicatie op van de herkomst van het *limes*hout.

De dataset bevat ook meetreeksen die zijn verricht aan eiken stammen die zijn teruggevonden in voormalige veengebieden en hier door natuurlijke omstandigheden zijn afgezet. Het gaat hier om de resten van natuurlijke vegetaties uit de omgeving van Zwolle en Abcoude. De meetreeksen van deze bomen corresponderen bovengemiddeld goed met Limes124 (blauwe stippen), wat erop wijst dat het *limes*hout van 124-125 een Nederlandse groeiplaats heeft. Toekomstig onderzoek zal deze herkomstbepaling moeten verfijnen en een verklaring moeten bieden voor de match van Limes124 met hout dat in Koblenz is toegepast.

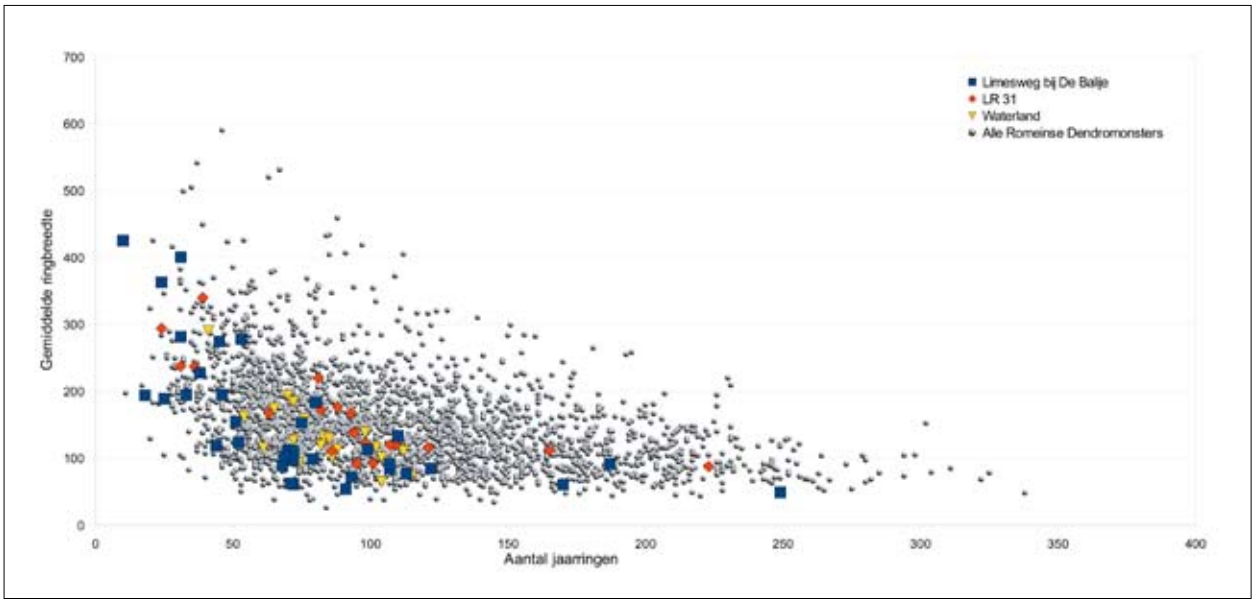
Om de herkomst van het hout nader te bepalen hebben we de via methode 2 verkregen sitekalenders vergeleken



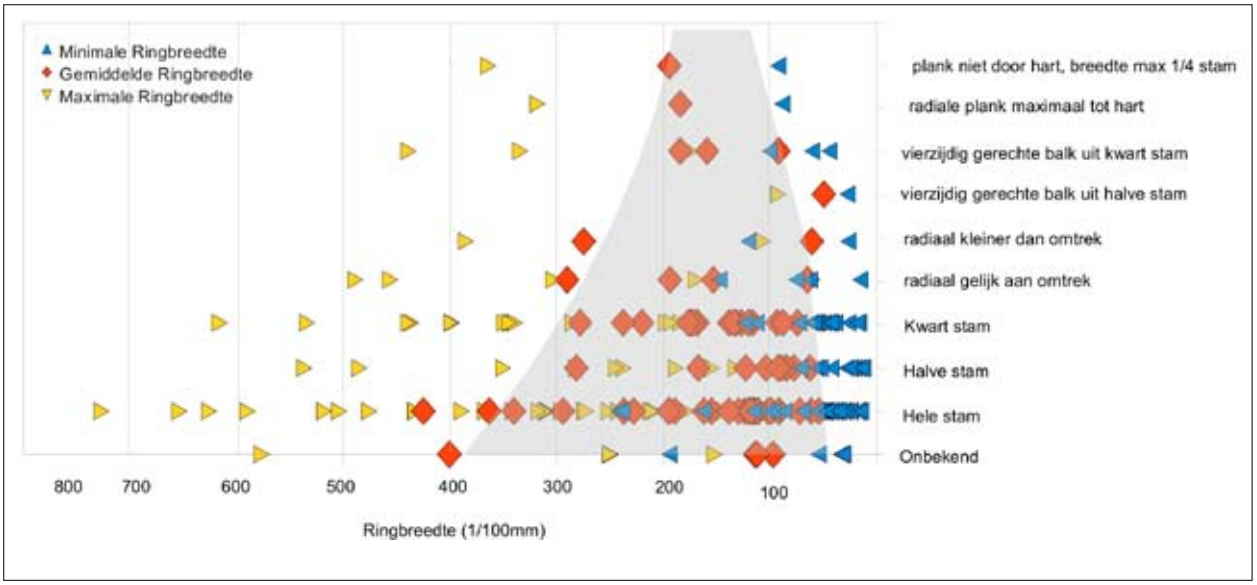

**Afb. 5-62** Verspreidingskaart van dendrochronologische matches met Limes124, uitgedrukt in t.

met materiaal uit de *limes*weg die in 99-100 is aangelegd.[49] De *limes*weg uit 99-100 kan immers gezien worden als de voorloper van die van 124-125, wat een gelijke houtherkomst niet onaannemelijk maakt. Bij deze vergelijking is gebruik gemaakt van een kalender van in 99-100 geveld hout uit Valkenburg-Marktveld, VOWGem. VOWGem vertoont een sterke overeenkomst met de West-Nederlandse kalender van Jansma, NLRomW2, opgebouwd uit hout van een boerderij in Nieuwenhoorn en uit castellum Flevum (Velsen, bouwfase I), wat inhoudt dat dit materiaal net als dat van NLRomW2 afkomstig is uit het West-Nederlandse kustgebied.[50] Echter, de matches tussen de sitekalenders van de *limes*weg 124-125 en VOWGem zijn zwak, met 2,18≤ t ≤ 3,48 en een maximale *Gleichläufigkeit* van 64,3% met 0,3 ≤ p ≤ 0,008 (tabel 5-11). De conclusie is dat het hout van de weg van 124-125 een andere herkomst heeft dan het hout van de weg uit 99-100 en niet uit hetzelfde groeigebied in het West-Nederlandse kustgebied afkomstig kan zijn.

Als vanuit dit gegeven wederom naar afb. 5-62 wordt gekeken, dient zich de hypothese aan dat het hout van de weg 124-125 afkomstig zou kunnen zijn uit Brabant. Ook een herkomstgebied op de midden-Nederlandse zandgronden behoort tot de mogelijkheden. Helaas is de dataset van dendrochronologische meetreeksen juist voor deze gebieden zwak, waardoor deze hypotheses op dit moment niet toetsbaar zijn.




**Afb. 5-63** De gemiddelde ringbreedte afgezet tegen het totale aantal jaarringen (dataset Arts and Crafts in Roman Shipbuilding). Uitgelicht zijn de reeksen uit Leidsche Rijn.




**Afb. 5-64** De minimale, gemiddelde en maximale ringbreedtes van het hout uit de *limes*weg 124-125 in Leidsche Rijn.

**Veldata en logistiek**
Er is een subtiel verschil tussen de veldata van de elementen die gebruikt zijn voor de weg van 124-125. Want hoewel het hout op de meeste locaties is gekapt in het najaar of winter van 124 op 125 (afb. 5-59), werd het hout vanValkenburg-Marktveld een jaar eerder gekapt, in het najaar of de winter van 123 op 124.[51] Het hout van de nabij gelegen locatie Valkenburg-Veldzicht dateert net als het overige materiaal wel uit 124-125. Dit verschil in datering zou erop kunnen duiden dat men in Valkenburg-Marktveld vroeg in 124 begon met de bouw van de weg en in de loop van dit jaar verder oostwaarts bouwde. De datering van het noordelijker gelegen Veldzicht in 124-125 is in tegenspraak met een alleen oostwaartse bouw, maar wordt verklaarbaar als men vanuit Valkenburg zowel oost als (noord)westwaarts bouwde. Een alternatieve verklaring voor de afwijkende kapdata is dat men voor de bouw van de weg in Marktveld deels dode bomen gekapt. De derde optie is dat men het hout na kap in 123-124 eerst een jaar heeft opgeslagen alvorens het te transporteren naar de bouwlocatie, wat zou inhouden dat de gehele weg van 124-125 toch in een keer is aangelegd. Mogelijk zou het hout dan in een of meerdere legerkampen zijn opgeslagen. Dit zou ook kunnen verklaren waarom bepaalde *castella* soms lang leeg lijken te hebben gestaan; ze zouden in deze periodes gebruikt kunnen zijn als opslagruimte.[52]

De sterke overeenkomst tussen de meetreeksen van de *limes*weg van 124-125 impliceert dat het bouwmateriaal planmatig is verzameld en dat de aanleg van deze weg moet hebben plaatsvonden binnen een centraal door de Romeinse overheid georganiseerd bouwprogramma. Een verband tussen de aanleg en een bezoek van keizer Hadrianus aan onze streken is reeds door Hessing (1999) geponeerd, waarbij verwezen werd naar overeenstemmende kapdata van hout van de weg uit diverse locaties. De huidige studie voegt hier een identieke houtherkomst als argument aan toe.

### 5.9.5 Gebruik van hout en bossen; analyse van ringbreedtes en stamvormen

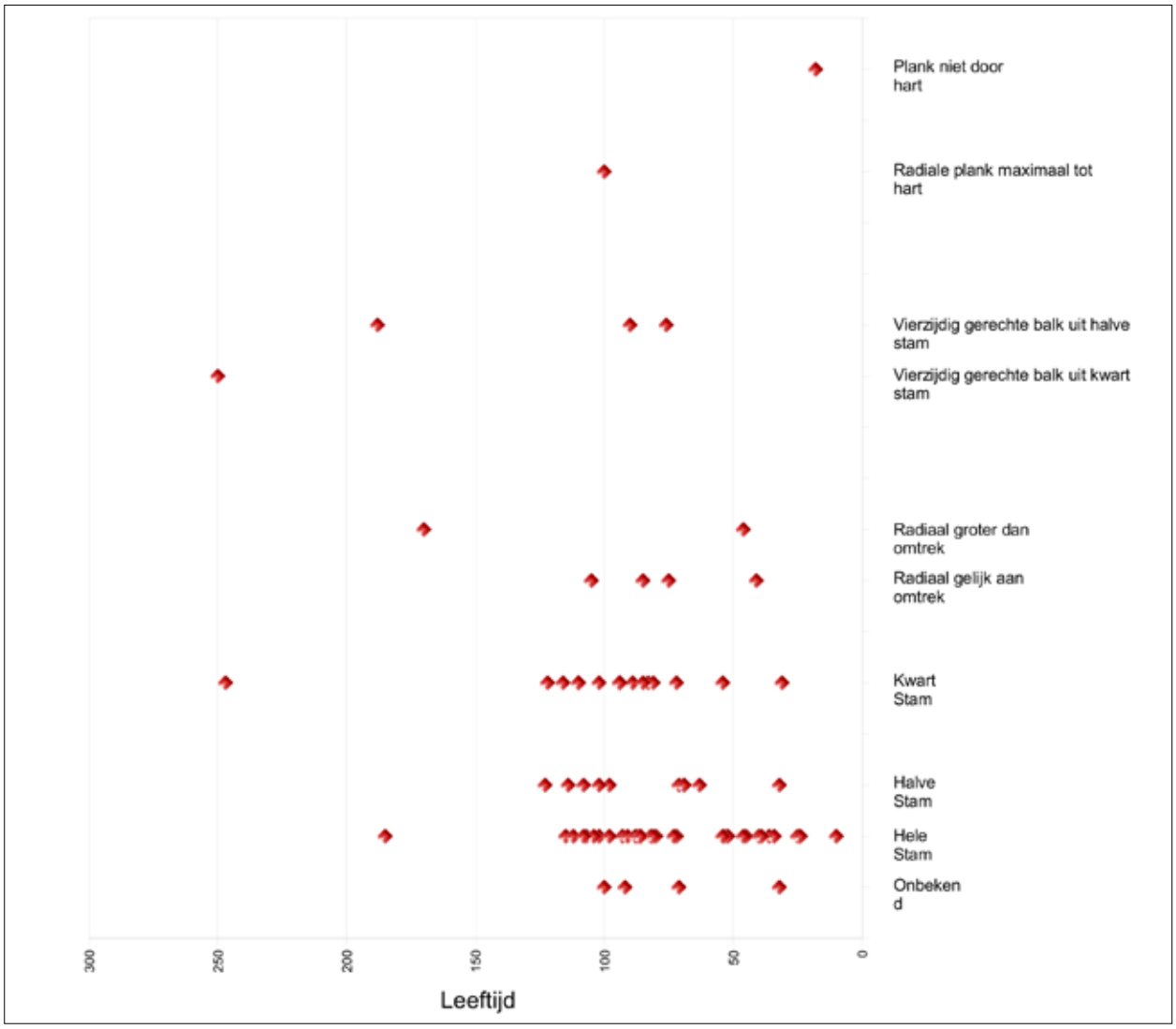
Om te bepalen of er binnen de dataset van de *limes*weg 124-125 een onderverdeling te maken is tussen snel gegroeid rondhout en bomen die langzaam gegroeid zijn en tot meerdere elementen zijn verzaagd, hebben we allereerst de gemiddelde ringbreedtes afgezet tegen het aantal waargenomen ringen. Hierbij moet worden aangemerkt dat het aantal waargenomen ringen altijd een onderschatting van de feitelijke leeftijd van bomen zal opleveren.[53] De relatie tussen ringbreedte en leeftijd is voor bomen jonger dan 125 jaar in grote lijnen gelijk aan die binnen de gehele dataset van NWO-programma *Arts and Crafts in Roman Shipbuilding* (afb. 5-63). Leeftijden hoger dan 125 jaar komen in het *limes*materiaal echter weinig voor; slechts vijf bomen bereikten een leeftijd van 150-250 jaar. Naar onze mening is een aantal van vijf echter te laag om hieruit te kunnen concluderen dat er sprake was van twee groepen hout. Uit de leeftijd van de bomen blijkt wel dat de inheemse bosbestanden bijna 150 jaar Romeinse aanwezigheid nog niet uitgeput waren. Een groot deel van de bomen die in de weg van 124-125 verwerkt zijn had een leeftijd hoger dan 85 jaar bereikt. Deze bomen ontkiemden dus (ruim) voor 40 n.Chr. Dit betekent dat bij de aanleg van de *limes* vanaf40 op de groeiplaats van deze bomen geen volledige kaalkap kan hebben plaatsgevonden.[54]
Daarnaast hebben we de minimale, maximale en gemiddelde ringbreedtes van het hout uit Leidsche Rijn geplot per stamvorm (afb. 5-64). Wanneer de complete stam gebruikt is, zijn de gemiddelde en maximale ringbreedtes groot maar tonen ze ook een sterke verspreiding. De tot kleinere delen verwerkte stukken hout worden meestal gekenmerkt door smallere ringbreedtes. Deze trend is in afb. 5-64 in grijs weergegeven. Aangezien de variatie van de gemiddelde ringbreedte bij complete stammen groot is, kan niet zonder meer geconcludeerd worden dat hout met smalle ringen zonder uitzondering werd gekloofd of verzaagd tot planken. Wel is duidelijk dat hout met brede ringen minder vaak gebruikt werd om er planken van te maken. De verklaring is waarschijnlijk dat eiken met brede ringen veel harder is dan fijnnervig eiken, en zich daardoor moeilijker laat bewerken.

Er valt in termen van gemiddelde jaarlijkse groei weinig verschil te bespeuren tussen de bomen die gebruikt zijn voor de verschillende palenrijen van de wegbeschoeiing (bijlage III-1).

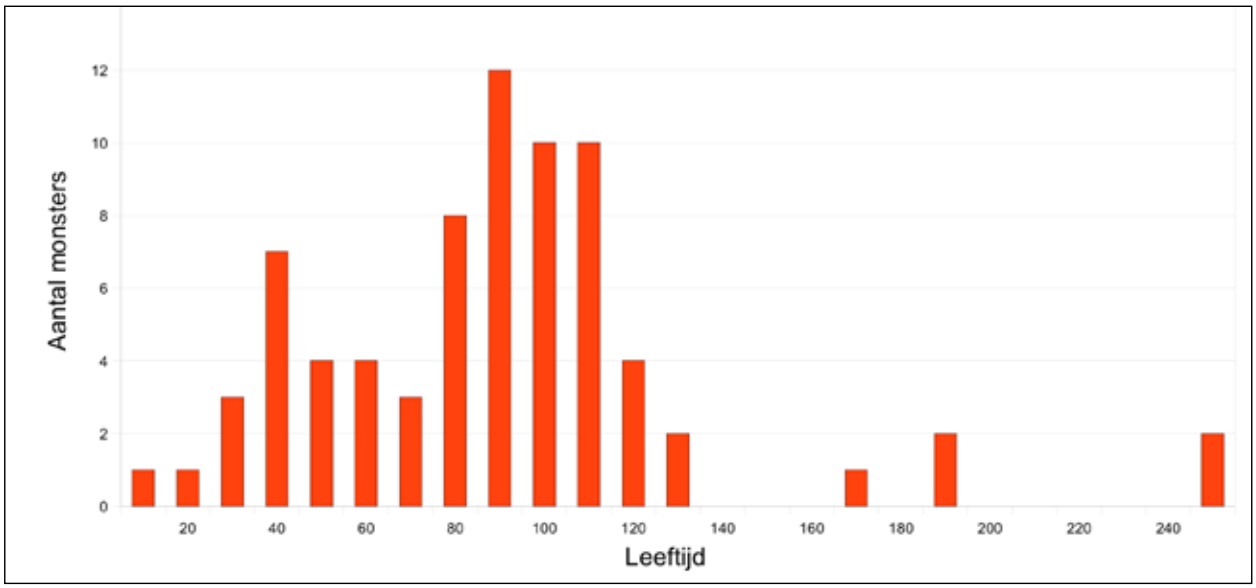
Hoewel het hout van de buitenste palenrijen iets bredere ringen lijkt te hebben dan het hout van de binnenste palenrij, is dit verschil minimaal. Vooral gezien de sterke matches tussen het hout van beide rijen zal dit verschil waarschijnlijk op toeval berusten.

Om na te gaan of men een vookeur gaf aan oudere bomen bij het maken van gekantrechte staanders, hebben we de minimale leeftijd geplot tegen de houtvorm (afb. 5-65). Vierzijdig gekantrechte balken lijken over het algemeen iets ouder dan rondhout, maar het aantal balken is laag en het is dus niet gerechtvaardigd hier sterke conclusies aan te verbinden. Naar onze mening zal niet de leeftijd van de bomen maar hun oorspronkelijke stamdiameter bepalend zijn geweest voor hun verwerking.

De minimale leeftijd van de bomen varieert sterk (afb. 5-66). Dit betekent dat het bosbestand waar de bomen zijn gerooid, waarschijnlijk niet is aangeplant. Ook een hakhoutsysteem kan op basis van de leeftijdsverdeling worden uitgesloten. Het enige bosbouwsysteem dat leidt tot een niet homogene leeftijdsopbouw, is het selectiesysteem. Echter, ook selectie van hout in een natuurlijk




**Afb. 5-65** De minimale leeftijd van de diverse bomen geplot tegen de houtvorm.




**Afb. 5-66** De verdeling van de minimale leeftijden van het hout uit de *limes*weg 124-125 in Leidsche Rijn.

Tabel 5-12: overzicht getelde fracties en gewichten en gewichtspercentages per monster

| vondstnummer | 2 - 4 mm | | 4 – 8 mm | | 8 – 16 mm | | > 16 mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | 183,15 | 5,7 % | 1388,64 | 42,9 % | 1459,50 | 45,1 % | 205,78 | 6,4 % |
| 225 | 266,60 | 16,3 % | 454,63 | 27,8 % | 661,59 | 40,4 % | 254,76 | 15,6 % |
| 355 | 355,86 | 19,5 % | 627,11 | 34,3 % | 698,10 | 38,2 % | 144,80 | 7,9 % |

(Bron: Aalbersberg 2004, tabel 2)

Tabel 5-13: herkomst van de grindmonsters aan de hand van enkele gidsgesteenten.

| vondstnummer | 2 – 4 mm | 4 – 8 mm | 8 – 16 mm | > 16 mm | herkomst |
|---|---|---|---|---|---|
| 53 | R | R | R | -- | Rijn |
| 225 | R | R | R | -- | Rijn |
| 355 | R | R | -- | -- | |

gevormd bos leidt tot een niet-homogene leeftijdsopbouw van dendrochronologische datasets. Daarnaast toont het gebruik van zeer oude bomen aan dat we hier met een bosvegetatie te maken hebben die al bestond voor de komst van Caesar. De voorlopige conclusie is daarom dat de bomen van de *limes*weg 124-125 in een natuurlijk bos zijn gerooid, waarbij kaalslag niet kan worden uitgesloten.

### 5.9.6 Conclusie

Het *limes*hout dat is opgegraven in Valkenburg (Z.H.), Alphen aan den Rijn, Vleuten-De Meern en Woerden is afkomstig uit hetzelfde gebied en een sterk overeenkomstige bosvegetatie. Er is met andere woorden een samenhangende partij hout gebruikt voor de bouw van de weg, waarmee de these van Hessing (1999) met betrekking tot een centraal georganiseerd bouwprogramma dendrochronologisch is bevestigd. Opvallend is de datering van het hout van de *limes*weg in Valkenburg-Marktveld, dat een jaar ouder is dan de overige onderzochte trace's. Mogelijk is in Valkenburg-Marktveld de bouw van de *limes*weg begonnen, hoewel eerdere kap en tijdelijke opslag van het hout niet uit te sluiten is. De locatie van de oorspronkelijke bosvegetatie kan in dit stadium van het onderzoek niet exact worden bepaald. Op grond van correlaties met natuurlijke vegetatieresten is duidelijk dat het hout afkomstig is uit de regio, waarbij het West-Nederlandse kustgebied – waar het hout voor de *limes*weg van 99-100 werd gewonnen – vooralsnog minder waarschijnlijk lijkt te zijn. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen of de groeiplaats nader kan worden bepaald. De gebruikte bosvegetatie is niet aangeplant, maar bestond al toen de Romeinen hier kwamen. Ook in de herfst of winter van 63-64 hebben zij hier een boom omgehakt; deze is teruggevonden in Valkenburg-Marktveld.

## 5.10 Verhardingsmaterialen

Van de zeven grindmonsters van het project LR31 die G. Aalbersberg heeft onderzocht kunnen drie in verband gebracht worden met de *limes*weg van 125 en later. Het monster met vondstnummer 53 is afkomstig uit de meest zuidelijke van de beide zuidelijke flanken in het westprofiel van sleuf 7 (zie Bijlage II). Deze flank behoort tot de wegomlegging en zou wel eens kunnen zijn ontstaan op het moment dat deze werd aangelegd of anders kort daarna. Het grindmonster 355 is afkomstig uit het noordprofiel van sleuf 9 ter hoogte van de wachttorensporen. Het is afkomstig uit een grindlaag die zich hoger in het noordprofiel van sleuf 9 bevond dan de grindlaag waaruit monster 354 afkomstig is (zie paragraaf 4.2) en moet daarom later worden gedateerd. Uit het zuidprofiel van sleuf 11 komt grindmonster 225. Dit werd genomen uit een zeer grindrijke zandlaag, die zich hoog boven het afvalhout bevond dat in de depressie van de crevasse werd gedeponeerd (zie Bijlage II). Dit hout werd afgedekt door een zeer kluiterige kleilaag, waarboven zich een homogene kleilaag bevond. Beide lagen vormden vermoedelijk onderdeel van het zuidtalud van de wegomlegging van 125. Hierboven bevond zich de grindrijke zandlaag waaruit het bewuste monster afkomstig is. Op basis van deze ligging moet het grindmonster op zijn vroegst in 125 gedateerd worden, al is een latere datering eveneens mogelijk.

Bij de korrelgrootteverdeling vertonen de monsters 225 en 355 een nagenoeg identiek beeld (zie tabel 5-12), waarbij de fractie van 8 tot 16 mm de modale klasse vormt. Ook bij monster 53 is dat het geval. Lithologisch is geen duidelijk onderscheid te maken tussen het oudere monster 354 (zie paragraaf 4.2) en het jongere monster 355. Ook in de relatief zeldzame categorieën (zoals bijvoorbeeld kwarts met granaat) zijn

de monsters vrijwel identiek. De overeenkomsten tussen de beide monsters hebben tot gevolg dat deze vermoedelijk een zelfde herkomstgebied hebben, namelijk het stroomgebied van de Rijn. Ook de overige twee monsters van 125 of later hebben een pure Rijnherkomst.

Van de zeventien grindmonsters uit Leidsche Rijn die Aalbersberg (Aalbersberg 2004) in totaal heeft onderzocht (zie paragraaf 3.5), kon van veertien het herkomstgebied worden bepaald. Vondstnummer 48 van het project LR31 is het enige dat volledig uit Maasgesteente bestaat. Grindmonsters met een gemengde herkomst van Maas en Rijn komen aanzienlijk vaker voor (vijf maal), terwijl het stroomgebied van de Rijn de belangrijkste leverancier is (acht maal). Wanneer de datering van de monsters in de analyse wordt betrokken, blijkt er in de tijd een kleine verschuiving op te treden. Vóór 125 lijkt een voorkeur bestaan te hebben voor grind met een gemengde Rijn- en Maasherkomst, terwijl in latere fasen materiaal met een meer pure Rijnherkomst is gebruikt. De grindmonsters van het project LR31 van 125 of later bestaan volledig uit grind met een Rijnherkomst en zijn daardoor mede bepalend geweest bij het ontstaan van deze hypothese. Meer onderzoek zal in de toekomst moeten uitwijzen of dit beeld juist is.

# 6 De *limes*weg na 125

Afgezien van de tweede-eeuwse wegomlegging in sleuf 11 is het tracé van de *limes*weg binnen de grenzen van het onderzoeksterrein van het project LR31 ongewijzigd gebleven tot in de derde eeuw.
Gedurende het meer dan 150-jarige bestaan van de weg vond er als gevolg van onder meer betreding en regenval continu verval plaats, dat werd tegengegaan door periodieke onderhoudswerkzaamheden. Deze bestonden waarschijnlijk onder andere uit het repareren en/of verbreden van de taluds en het aanbrengen van een nieuwe plaveisellaag. Als gevolg van dit proces van verval en herstel is het nagenoeg onmogelijk om de uiterlijke kenmerken van de *limes*weg, in die zones waar het tracé ongewijzigd bleef, op een bepaald moment gedurende zijn bestaan te beschrijven. Het in de sleuven van het project LR31 aangetroffen weglichaam weerspiegelt in de meeste gevallen waarschijnlijk dan ook de situatie vlak voor het in onbruik raken ervan in de derde eeuw. Vandaar dat de beschrijving van de waarnemingen aan het weglichaam en de taluds in dit hoofdstuk is ondergebracht.

## 6.1 Het weglichaam: hoogte en taludsteilte

**Sleuf 1**
Op het vlak werden twee staande palen aangetroffen (niet geborgen: houtsoort onbekend), enigszins verzakt in noordelijke richting. Het is niet duidelijk of ze behoren tot de eerste wegaanleg of een latere toevoeging zijn. In het oostprofiel van de sleuf werd vastgesteld dat de palen hebben behoord tot de noordelijke bermbeschoeiing. In dit profiel was namelijk ten zuiden van de beide palen een horizontaal zavelpakket met roest en grind zichtbaar, gelegen direct onder de bouwvoor. Dit zavelpakket heeft vermoedelijk de bovenzijde van het opgeworpen weglichaam gevormd. De top van dit ca. 20 cm dikke zavelpakket lag rond de 0,36 m-NAP. Aangezien de bovenkant ervan vermoedelijk was opgenomen in de bouwvoor, moet het oorspronkelijke wegdek hoger hebben gelegen dan deze 0,36 m-NAP. Het zavelpakket strekte zich uit tot ca. 10 m ten zuiden van de beide palen in het vlak. Op dit punt werd de zavellaag versneden door een recente sloot. In zuidelijke richting was het zavelpakket aanzienlijk minder grindhoudend. In het oostprofiel was te zien dat het zavelpakket ten noorden van de palen over een afstand van ca. 5 m zo'n 45 cm dook. Dit komt neer op een taludsteilte van 4,1 %. Bovendien bevatte het pakket - dat hier zo'n 30 cm dik was - op dit punt geen grind meer. Het diepste punt van de onderkant van het noordtalud lag rond de 1 m-NAP. Als er van wordt uitgegaan dat deze hoogte het Romeinse maaiveld weerspiegelt, dan heeft het weglichaam bijgevolg op dit punt een hoogte van minstens 64 cm boven Romeins maaiveld gehad. Het is echter mogelijk dat zich aan de voet van het weglichaam vergraven zones bevonden, die enigszins greppelvormig waren uitgediept. In een deel van de bestudeerde profielen kan met enige reserve een dergelijke zone met een maximale diepte tot 25 cm worden herkend. In dat geval moeten de minimale hoogtes van het welichaam die in het vervolg van deze basisrapportage worden genoemd, enigszins naar beneden worden bijgesteld.

Het is opvallend dat in de sleuf geen restanten van de zuidelijke bermbeschoeiing zijn aangetroffen. De oorzaak van het ontbreken hiervan kan niet worden vastgesteld. Het betreffende perceel was afgevlet, waardoor een deel van de stratigrafie was verdwenen. Dit lijkt echter niet verantwoordelijk gehouden te kunnen worden voor het ontbreken van een zuidelijke bermbeschoeiing.

**Sleuf 7**
Afgezien van de vroegste wegaanleg en het weglichaam van tussen ca. 100 en 125 werd in sleuf 7 tevens het weglichaam van de omlegging van 125 aangetroffen. Deze bleef tot in de derde eeuw in gebruik en wordt daarom in dit hoofdstuk besproken. Op het vlak waren twee concentraties van eikenhouten palen met een onderlinge afstand van ca. 5 m zichtbaar. Deze behoren tot de noordelijke en zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125. In het westprofiel was op een afstand van 1,7 tot 3 m ten zuiden van de zuidelijke bermbeschoeiing een zuidtalud zichtbaar (zie Bijlage II). Deze bestond uit een ca. 15 cm dik, zeer grindrijk zavelpakket. De onderkant hiervan lag op een diepte van 0,38 m-NAP, de bovenzijde bevond zich rond 0,06 m+NAP. De taludsteilte bedroeg 11,65 %. Van het grind is een monster genomen (vondstnummer 53, zie paragraaf 5.10).

In de omgeving van de eikenhouten palen van de bermschoeiing van de wegomlegging werden vier elzenhouten palen aangetroffen. Eén paal bevindt zich tussen de eikenhouten palen, de overige drie staan nogal willekeurig op een afstand van 1 á 2 m ten zuiden hiervan. Vermoedelijk vormen de vier palen onderdeel van reparatiewerkzaamheden aan de wegsectie van 125, uitgevoerd in de tweede of derde eeuw. Ook tijdens onder meer LR37 werden in de wegbeschoeiing van 125 clusters van elzenhouten palen

aangetroffen (Langevelt in voorb.). Deze bevonden zich in zones waar de eikenhouten palen ontbraken. In tegenstelling tot de in rijen ingeslagen eikenhouten palen stonden de zachthouten exemplaren in clusters opgesteld. Er werd geen vondstmateriaal aangetroffen op basis waarvan deze zachthouten reparatiepalen konden worden gedateerd. Op twee punten werd echter waargenomen dat een zachthouten paal door een onderdeel van de eikenhouten bermbeschoeiing van 125 heen was geslagen. Kennelijk was deze laatste reeds in slechte staat toen de zachthouten palen werden bijgeplaatst, wat een datering in de late tweede of derde eeuw aannemelijk maakt.

**Sleuf 3**
In het westprofiel van sleuf 3 was op een afstand van ca. 6 tot 8 m ten zuiden van de elzenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiingen van de eerste-eeuwse *limes*weg een zuidtalud zichtbaar (zie Bijlage II en afb. 4-3). Dit bestond uit twee zavellagen met een lichte mate van archeologische vervuiling, bestaande uit grind, kleine dakpanfragmenten, houtskoolspikkels, oer en mollusken. Het hoogste punt tot waar het zuidtalud kon worden waargenomen bedroeg 0,38 m-NAP. Aangezien de bovenkant van dit talud was verspoeld als gevolg van de derde-eeuwse rivierdoorbraak, moet het wegdek zich dan ook boven dit niveau hebben bevonden. Het weglichaam had dus uiteindelijk een hoogte van minstens 59 cm boven oorsponkelijk Romeins maaiveld, dat zich hier rond 0,97 m-NAP bevond. Het waargenomen deel van het zuidtalud daalde over een afstand van 1,45 m zo'n 17 cm, wat neerkomt op een taludsteilte van 5,3 %. Aangezien het gedocumenteerde deel van de zuidflank bijna 6 m ten zuiden van de zuidelijke bermbeschoeiingen lag, betreft het waarschijnlijk een relatief laat talud. Dit blijkt tevens uit de vondst van een metaalcomplex van rond 225 onder uit de onderste zavellaag (zie paragraaf 9.3).

**De twee cunetwaarnemingen**
Het noordtalud van de *limes*weg kon ook worden waargenomen in de twee cunetwaarnemingen in januari 2003. In deze sleuven, beide uitgegraven tot een diepte van ca. 1 m onder toenmalig maaiveld, werd een duidelijk begrensd, oerrijk zavelpakket aangetroffen. In het westprofiel van beide sleuven kon worden waargenomen dat dit oerrijke pakket in noordelijke richting daalde, op basis waarvan mag worden verondersteld dat dit in beide gevallen het noordtalud van de *limes*weg vormde. In de oostelijke cunetsleuf, gelegen direct ten noordoosten van de eerste-eeuwse wachttorens, bevond de onderkant van het noordtalud zich op een hoogte van 0,40 m-NAP. Hieruit kan worden afgeleid dat dit het hoogste punt was binnen het onderzoeksgebied van het project LR31, afgezien van de wachttorenlocatie. Dit ondersteunt het vermoeden dat de torens doelbewust waren gesitueerd op het hoogste punt in de omgeving. De onderkant van de recente bouwvoor (en daarmee ook de bovenkant van het bewaarde noordtalud) bevond zich op een hoogte van 0,20 m+NAP, wat betekent dat het weglichaam op dit punt minstens 60 cm boven Romeins maaiveld heeft uitgestoken. Aangezien het oerrijke zavelpakket een breedte van 6,7 m had, betekent dit bovendien een taludsteilte van 4,0 %. Hiermee komt dit talud overeen met het noordtalud in sleuf 1.

In de westelijke cunetsleuf bevond de onderkant van het talud zich op een diepte van 0,48 m-NAP, waarmee dit het op één na hoogste punt van het Romeinse maaiveld binnen de grenzen van het huidige onderzoeksterrein vormde. De bovenkant van het waargenomen talud bevond zich op een hoogte van 0,01 m+NAP, wat betekent dat het weglichaam een hoogte van minstens 49 cm boven Romeins maaiveld moet hebben gehad. Het oerrijke zavelpakket van de noordflank had een breedte van 4,6 m. In combinatie met de zo juist vermelde hoogte leidt dit tot een taludsteilte van 4,8 %. Deze komt min of meer overeen met het noordtalud in sleuf 1 (4,1 %) en dat in de oostelijke cunetsleuf (4,0 %). Aangezien voor alle drie de sleuven geldt dat de *limes*weg op hetzelfde tracé onveranderd in gebruik bleef van de late eerste eeuw tot in ieder geval in de derde eeuw, zijn de overeenkomsten in taludsteilte niet vreemd.

**Samenvattend**
Door middel van de vijf sleuven dwars over de beschermingszone kon de exacte ligging van de oorspronkelijke *limes*weg vanaf de oost- tot aan de westzijde van het onderzoeksterrein over een afstand van 275 m worden vastgesteld. In drie sleuven werden delen van het noordtalud aangetroffen, in de overige twee sleuven delen van het zuidtalud. In alle gevallen was de top van het weglichaam - inclusief het grinddek - als gevolg van postdepositionele processen opgenomen in de bouwvoor, als gevolg waarvan geen enkele maal kon worden vastgesteld hoeveel het weglichaam boven het Romeinse maaiveld heeft uitgestoken. De hoogte van het Romeinse maaiveld verschilde echter aanzienlijk per sleuf en lag tussen de 0,40 m- en de 1,00 m-NAP. Deze verschillen zouden wel eens van invloed geweest kunnen zijn op de hoogte van het opgeworpen weglichaam. In ieder geval stak dit weglichaam meer dan ca 50 cm (westelijke cunetsleuf) tot ca. 90 cm (sleuf 7) boven de omgeving uit.

In drie sleuven dwars door de beschermingszone werd de steilte van het noordtalud gedocumenteerd, in twee die van het zuidtalud. In de drie sleuven waarin de noordelijke flank werd gedocumenteerd, was de *limes*weg onveranderd in gebruik vanaf de eerste tot in de derde eeuw. De taludsteilte bedroeg 4,0 %, 4,1 % en 4,8 %.
In sleuf 3 en sleuf 7 werd de steilte van het zuidtalud vastgesteld. Het zuidtalud van de wegomlegging van 125 in sleuf 7 had op dit punt een steilte van 11,7 %. Het zuidtalud van het weglichaam van ca. 100 tot 125 had in het westprofiel van sleuf 7 zelfs een steilte van 20,5 % (zie paragraaf 4.1). Dit verschil in steilte in vergelijking

met de overige waarnemingen toont aan dat de taluds van de weg gedurende hun bestaan afvlakten. Vermoedelijk was dit geen doelbewust proces, maar was het eerder een gevolg van het afschuiven van materiaal van de top van het weglichaam als gevolg van onder meer betreding en regenval. In dat opzicht is het vermeldenswaardig dat het kort functionerende zuidtalud in sleuf 7 bestond uit een zeer grindhoudend zavelpakket, terwijl in de drie waargenomen noordtaluds nauwelijks een kiezel werd aangetroffen. In de sleuven 9 en 13 werd eveneens een deel van het zuidtalud waargenomen. Alhoewel in beide gevallen dit gedocumenteerde deel zich ca. 5 m ten zuiden van de bermbeschoeiing bevond, kende dit toch een steilte van 7,65 % (oostprofiel sleuf 9) tot 11,9 % (westprofiel sleuf 13). Op deze beide punten was de *limes*weg eveneens onveranderd in gebruik vanaf de eerste tot in de derde of vierde eeuw. Het is de vraag waarom dit zuidelijke talud zo veel steiler was dan het noordelijke. Werd dit bewust gedaan (bij voorbeeld in verband met de overstromingen van de aan de noordzijde gelegen rivier) of vlakte het noordtalud in de loop van de tijd om onduidelijke redenen meer af dan het zuidtalud? In dit laatste geval zou overstromingswater kunnen hebben gezorgd voor verweking, verzakking en verspoeling van het noordtalud.

## 6.2 Einddatering van de *limes*weg

In sleuf 3 werd aan de voet van de zuidelijke flank een concentratie metalen voorwerpen aangetroffen (zie afb. 9-14 en Bijlage II). Deze bestond onder meer uit twee fragmenten van twee identieke zogenoemde scharnierfibulae met lange armen. Dergelijke scharnierfibulae lijken vanaf ca. 220 in gebruik te zijn gekomen en hebben zich later ontwikkeld tot de zogenaamde 'drieknoppen-fibulae'. De begindatering van dit type fibula komt overeen met die van een zilveren denarius van Elagabalus, die ca. 50 cm naast de fibulae werd gevonden. De denarius moet zijn geslagen tussen 218 en 222. De overige van deze concentratie metalen voorwerpen zijn niet nader te dateren (zie paragraaf 9.3). De vondst van de fibulae en de denarius aan de voet van de zuidflank maakt zeer aannemelijk dat de *limes*weg tot minstens 225 in gebruik is gebleven. Tijdens het project LR31 zijn op de flanken van de weg geen latere vondsten gedaan. Ook in de beddingafzettingen en de verlandde restgeul van de tweede rivierdoorbraak werden geen derde-eeuwse vondsten aangetroffen. Daardoor kan niet worden bepaald hoe lang na 225 de weg nog in gebruik is gebleven. In het westprofiel van sleuf 3 (zie Bijlage II) was echter te zien dat de metalen voorwerpen aan de voet van de zuidflank werden afgedekt door twee latere, vuile, licht grindhoudende zavelpakketten behorend tot deze flank. De beide pakketten hadden een gezamenlijk dikte van zo'n 40 cm. Het is niet aannemelijk dat deze flanklagen in korte tijd zijn ontstaan en vermoedelijk bleef de *limes*weg dan ook tot minstens het midden van de derde eeuw in gebruik.

In sleuf 11 werden enkele aanwijzingen aangetroffen dat tijdens de tweede rivierdoorbraak een poging is gedaan om door middel van een provisorische beschoeiing een verdere zuidwaartse verlegging van de rivierbocht tegen te gaan (zie paragraaf 7.2). Dat betekent vermoedelijk dat de *limes*weg ten tijde van de tweede rivierdoorbraak nog werd gebruikt. Tegelijkertijd echter leverde de opgraving geen aanwijzingen op voor een hernieuwde wegomleggingg als reactie op deze tweede doorbraak. Het is daarom aannemelijk dat deze doorbraak plaatsvond vlak voor het einde van het actieve beheer van de militaire infrastructuur in dit gebied, dat op historische gronden in het midden van de derde eeuw mag worden geplaatst.

**Afb. 7-1** Omgevallen palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging in het westelijke deel van sleuf 11 (gezien vanuit het oosten). Rond het midden van de derde eeuw heeft een zuidelijke bocht van de Heldammer rivier voor de tweede maal een deel van de *limes*weg verspoeld. De rivierbedding kwam over korte afstand ten zuiden van de zuidelijke bermbeschoeiing te liggen. Hierdoor werden palen van deze bermbeschoeiing vanaf de zuidkant onderspoeld en vielen ze uiteindelijk achterover in de rivierbedding. De paalpunten lagen min of meer nog in één lijn.

# 7 De derde-eeuwse rivierdoorbraak

Na de rivierdoorbraak en de wegomlegging die hierop volgde, was het minstens 100 jaar rustig langs dit deel van de *limes*weg. Ook op basis van overige archeologische gegevens kan worden geconcludeerd dat tussen 120 en (mogelijk) het begin van de derde eeuw er nagenoeg geen riviersedimentatie is geweest (Jansma en Morel, 22 en 28). Er werd tijdens het project LR31 geen enkele aanwijzing aangetroffen dat in deze periode grootschalig onderhoud is uitgevoerd aan het opgehoogde weglichaam. De bermbeschoeiingen hebben kennelijk gedurende het gehele bestaan van de weg naar behoren gefunctioneerd. Ook vond vóór 225 geen tweede rivierdoorbraak plaats langs dit deel van de weg. Aangezien de afstand tussen de noordelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging en de buitenzijde van de rivierbocht waarschijnlijk slechts zo'n 4 m bedroeg, mag ervan worden uitgegaan dat de rivier in deze periode een relatief rustige fase doormaakte. Het is echter wel aannemelijk dat tijdens de aanleg van de wegomlegging in 125 tevens een beschoeiing werd aangebracht in de rivierbocht, die in dat geval binnen de 20 m brede beschermingszone gelegen moet zijn en daardoor tijdens dit onderzoek niet aan het licht is gekomen. Ook is het mogelijk dat de rivierbocht tussen 125 en 225 niet constant op dezelfde plek heeft gelegen, maar opschoof en terugmigreerde, zoals werd vastgesteld voor een rivierbocht tijdens het het project LR39 (Langeveld en Luksen-IJtsma in voorb.).

## 7.1 De rivierdoorbraak

Het definitief in onbruik raken van de weg zou wel eens kunnen samenvallen met een tweede grote rivierdoorbraak binnen de grenzen van het opgravingsterrein van het project LR31. In sleuf 3, 10 en 11 werd een scherpe rivierbocht aangetroffen, die ten opzichte van de eerste rivierdoorbraak ca. 40 m naar het westen was opgeschoven. Deze tweede rivierdoorbraak verspoelde de westelijke helft van de tweede-eeuwse wegomlegging en een ca. 35 m lange sectie van de oorspronkelijke *limes*weg direct ten westen hiervan. Hierdoor ontstond een vermoedelijk ruim 80 m lange onderbreking in het weglichaam. De uiterste zuidzijde van de rivierbocht bevond zich ca. 10 m ten zuiden van de wegomlegging, wat neerkomt op een afstand van zo'n 19 m ten zuiden van het oorspronkelijke tracé van de *limes*weg. Het meest oostelijke erosiepunt van de tweede rivierdoorbraak viel exact samen met het hart van de rivierdoorbraak van kort voor 125 en het punt waar een crevasse de rivierbocht verliet. Het centrale punt van deze tweede riviverdoorbraak lag echter ter hoogte van het contactpunt van een laat-Neolithische crevasserug met de Heldammer stroomrug (zie paragraaf 2.1). Vermoedelijk is de aanwezigheid van de crevasserug mede bepalend geweest voor het feit dat de rivier zich hier in zijn eindfase zo diep en zo zuidelijk kon insnijden.

**De rivierbedding**

Van de rivier ten tijde van de tweede doorbraak werden zowel beddingafzettingen als de definitieve restgeul aangetroffen. De eerste maal dat de beddingafzettingen van de tweede rivierdoorbraak werden waargenomen was tijdens het onderzoek in sleuf 3. Op dit punt waren twee fasen van de noordelijke bermbeschoeiing van de *limes*weg geheel verspoeld. De palen van de zuidelijke beschoeiingen waren grotendeels aanwezig, alhoewel ze gedeeltelijk waren afgetopt door de rivier. Aan de oostzijde van de sleuf waren enkele palen van deze zuidelijke beschoeiingen bovendien in hun geheel verdwenen. Kortom, in sleuf 3 werd het meest westelijke erosiepunt van de tweede rivierdoorbraak aangetroffen.

In het oostelijke deel van sleuf 11 werd het meest oostelijke erosiepunt van deze rivierdoorbraak waargenomen. Aan de westzijde van het vlak was zichtbaar dat de zuidelijke beschoeiing van de wegomlegging was weggeslagen door de rivier. Het westelijke deel van sleuf 11 was geheel gelegen in de bedding- en restgeulafzettingen van deze tweede rivierdoorbraak. Aan de oostzijde hiervan was te zien dat palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging vanaf de zuidzijde zijn onderspoeld om vervolgens in deze richting om te vallen (afb. 7-1). De paalpunten – die min of meer nog op één lijn lagen – bevonden zich dan ook aan de noordzijde. De rivierbedding werd waargenomen tot een diepte van 2,19 m-NAP (ca. 1,4 m onder Romeins maaiveld). Het diepste punt van de rivierbedding bevond zich echter ten noorden van sleuf 11 en werd daardoor niet aangetroffen.

Een grote hoeveelheid vondsten is afkomstig uit de beddingafzettingen in het westelijk deel van sleuf 11 en in sleuf 3 ten noorden van de zuidelijke bermbeschoeiing. Deze vondsten bestaan grotendeels uit verspoeld verhardingsmateriaal van de weg: grind, natuursteenfragmenten en stukken dakpan. Ook werden in deze beddingafzettingen vele houtdelen aangetroffen, afkomstig van zowel de tweede-eeuwse wegomlegging alsook de oorspronkelijke weg uit de late eerste eeuw. Geen enkele vondst uit de beddingafzettingen dateert van latere datum

dan het derde-eeuwse metaalcomplex aan de voet van het zuidtalud in sleuf 3. Als gevolg daarvan kan deze tweede rivierdoorbraak – die direct aan het definitieve einde van de Heldammer rivier vooraf moet zijn gegaan – niet nader in de tijd worden ingeperkt. Op basis van overig onderzoek kan echter worden aangetoond dat de rivier tegen het midden van de derde eeuw vrij plotseling en snel verlandde na nog een heftige eindfase te hebben gekend in ca. het tweede kwart van de derde eeuw (Jansma en Morel, 23-24).

In sleuf 11 werden aanwijzingen aangetroffen dat men heeft gepoogd een provisorische rivierbeschoeiing aan te leggen in de buitenbocht van de rivier op het punt waar deze het weglichaam van de wegomlegging versneed (zie paragraaf 7.2). Dit lijkt te betekenen dat de *limes*weg nog niet geheel buiten gebruik was ten tijde van de tweede rivierdoorbraak. Tegelijkertijd zijn er geen aanwijzingen aangetroffen dat een nieuwe wegomlegging werd uitgevoerd als reactie op deze doorbraak. Dit alles zou passen bij een datering rond het midden van de derde eeuw.

**De restgeul**
In het westprofiel van sleuf 3 (zie Bijlage II) was de laatste fase van de riviergeul duidelijk zichtbaar, gelegen ten zuiden van de beide zuidelijke bermbeschoeiingen. De vulling van deze restgeul bestond volledig uit klei. De bodem lag rond 1,5 m-NAP. De onderste ca. 10 cm dikke kleilaag bevatte nog een aanzienlijke hoeveelheid verspoeld grind, wat duidt op een tamelijk sterke stroming. Het ca. 40 cm dikke pakket daarboven bestond uit een afwisseling van dunne laagjes lichte zavel en zware klei. Dit pakket was sterk humeus en vertoonde sterke overeenkomsten met gyttja, het vroegste stadium van veenvorming. De geulvulling daarboven had een maximale dikte van ca. 1 m en bestond uit drie kleilagen, die niet humeus noch gelaagd waren. In de kleiige restgeulvulling werden weinig vondsten gedaan.

De restgeul werd eveneens aangetroffen in de noordwesthoek van het oostelijke deel van sleuf 11.
Hier werden op vlak 2 en 3 op de beddingafzettingen van de geul van de tweede rivierdoorbraak enkele afzettingslagen aangetroffen met een oriëntatie die enigszins afweek van de overige sedimentatielagen (zie Bijlage I). Deze afzettingslagen in de noordwesthoek hadden een NO-ZW oriëntatie, terwijl het overige deel van de restgeul een NOO-ZZW oriëntatie kende. De afzettingslagen in de noordwesthoek behoorden tot de laatse fase van de geul. Deze maakte waarschijnlijk een reactivering door, waarbij de stroomsnelheid enigszins toenam en de oriëntatie enigszins veranderde. Dit mag blijken uit onder meer de grindhoudende zavel en zandlagen onderin de restgeul in sleuf 3 en 11. Kort na deze reactivering is de Heldammer rivier definitief verland.

De restgeul hiervan werd bovendien waargenomen aan de oostzijde van sleuf 10 en in een rioolsleuf zo'n 50 m ten noorden hiervan (piket 2-N102 in Bijlage I). Door deze waarnemingen met elkaar te verbinden wordt duidelijk dat de restgeul een zeer scherpe bocht vertoonde.

Boven is beschreven dat tijdens het bestuderen van het zuidprofiel van sleuf 9 een ca. 80 cm dik kleipakket werd aangetroffen boven op de wachttorensporen. Dit is vermoedelijk hetzelfde kleipakket dat ook de zuidelijke flank van de *limes*weg afdekte, zoals onder meer te zien is in het zuidprofiel van sleuf 11 (zie (Bijlage II). Het is zeer goed mogelijk dat dit kleipakket werd afgezet tijdens de laatste fase van de Heldammer rivier. Dat moet ten tijde van de tweede rivierdoorbraak zijn geweest, voordat de geul definitief verlandde.

## 7.2 De provisorische rivierbeschoeiing (H2) en de concentratie elzenhouten palen (H10)

Aan de westzijde van het vlak in het oostelijke deel van sleuf 11 kon worden waargenomen dat de zuidelijke beschoeiing van de wegomlegging van 125 gedeeltelijk was weggeslagen door de tweede rivierdoorbraak. Rondom het punt waar de riviergeul en het niet-verspoelde deel van de beschoeiing elkaar raakten, werden enkele opvallende waarnemingen gedaan (zie Bijlage I):

- De palenrij H4 – die in eerste instantie in z'n geheel was geïnterpreteerd als behorend tot de zuidelijke bermbeschoeiing - vertoonde aan de westzijde een lichte knik in zuidelijke richting. De westelijke 2,7 m van deze palenrij, waarbinnen zich twaalf ingeslagen palen bevonden, vertoonde een enigszins afwijkende oriëntatie, die min of meer overeen kwam met die van de rivierbocht. De twaalf ingeslagen palen stonden met hun bovenkant in de beddingafzettingen van de rivierdoorbraak.

- Van de twaalf ingeslagen palen in de westelijke 2,7 m van het vlak waren zeven vervaardigd van elzenhout, de overige vijf van eikenhout. Op geen enkel ander punt van de bermbeschoeiing uit 125 werden elzenhouten palen gebruikt.

- Van de vijf eikenhouten palen in de westelijke 2,7 m van het vlak werden twee door de houtspecialist aangeduid als mogelijk secundair gebruikt (verschijnsel 115 en 122). Op beide palen werden zowel sterk verweerde alsook scherpe bewerkingssporen waargenomen, op basis waarvan kan worden vermoed dat ze een tweede keer zijn aangewend. Eén van deze palen werd gedendrodateerd in het najaar van 124 of het voorjaar van 125. Eén van de drie palen zonder tweefasige bewerkingssporen in het westelijke deel van het vlak leverde een zelfde dendrodatering op. Kennelijk

maakten de vijf eikenhouten palen oorspronkelijk onderdeel uit van de beschoeiing van de wegomlegging en werden ze later hergebruikt. Het waren de enige twee palen van de zuidelijke bermbeschoeiing die aanwijzingen voor hergebruik vertoonden.

- In de twaalf ingeslagen palen zijn twee duidelijke clusters herkenbaar; het oostelijke bestaande uit twee eikenhouten (verschijnsel 122 en 123) en een elzenhouten paal (verschijnsel 124), het westelijke uit vier elzenhouten palen (verschijnsel 116, 117, 118 en een zonder nummer). Tussen de drie oostelijke palen lag een eikenhouten stam ingeklemd met de aanpunting omhoog. Tussen de vier palen van het westelijk cluster lagen zelfs meerdere palen ingeklemd. Deze lagen horizontaal, bevonden zich boven elkaar en hadden wisselende oriëntaties. Deze constructie deed denken aan de manier waarop bij een blokhut de hoeken worden geconstrueerd.

Een combinatie van deze waarnemingen leidt tot de conclusie dat de ingeslagen en de liggende palen in de westelijke 2,7 m van het vlak geen onderdeel vormden van de zuidelijke bermbeschoeiing, maar later werden aangebracht en bovendien een ander doel dienden. Gezien de overeenkomst in oriëntatie met de zuidelijke rivierbocht en de ligging van dit later aangebrachte hout in de beddingafzettingen van de rivier, ligt het voor de hand in deze palenrij een provisorische rivierbeschoeiing te zien, aangelegd kort na de tweede rivierdoorbraak in de derde eeuw. De provisorische rivierbeschoeiing werd pas aangelegd nadat de rivier reeds een deel van de weg – inclusief een deel van de tweede-eeuwse wegomlegging – had verspoeld. Kennelijk werden bij de bouw van de provisorische beschoeiing onder meer eikenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiing uit 125 hergebruikt. Een deel van deze verspoelde palen kon blijkbaar worden gered, waarna in enkele gevallen de aanpunting enigszins werd bijgewerkt en de palen opnieuw in de grond werden geslagen. De palen waren na een verblijf van zeker 100 jaar in de bodem nog goed genoeg om hergebruikt te worden. Ogenschijnlijk konden niet voldoende eikenhouten palen worden gered voor hergebruik en moest daarom gebruik worden gemaakt van onder meer elzenhouten stammen die waarschijnlijk in de directe omgeving voorhanden waren.

De elzenhouten stammen en de hergebruikte eikenhouten palen in de westelijke 2,7 m van het vlak vormden slechts een deel van de rivierbeschoeiing. Deze beschoeiing liep in oostelijke richting verder door en werd uiteindelijk waargenomen over een lengte van zo'n 7,5 m. Het middelste deel van de rivierbeschoeiing bestond uit palen van de zuidelijke bermbeschoeiing die niet door de rivier waren verspoeld. Wel waren de koppen ervan door het water vrijgespoeld, maar de palen stonden diep genoeg ingeslagen om overeind te blijven staan. Vermoedelijk gingen vijf palen van de noordelijke rij (verschijnsel 135, 137, 143, 146 en 154) en twee van de zuidelijke rij (verschijnsel 136 en 141) onderdeel uitmaken van de rivierbeschoeiing. Er werden vier elzenhouten palen (verschijnsel 138, 144, 145 en 346) nagenoeg rechtstandig bijgeslagen tussen deze oorspronkelijke wegpalen. Bovendien werden twee elzenhouten, schuine palen ingeklemd tussen deze oorspronkelijke bermbeschoeiingspalen (verschijnsel 142 en een zonder nummer). Net als de ingeklemde palen in de westelijke 2,7 m van het vlak lagen deze beide palen haaks op de oriëntatie van de rivierbocht.

Het oostelijke deel van de rivierbeschoeiing bestond uit drie ingeslagen palen (verschijnsel 147, 148 en 339), een schuinliggende paal met de punt omhoog (zonder nummer) en een horizontale plank (verschijnsel 151). Deze houtdelen waren gelegen ten noorden van de bermbeschoeiing, dus binnen het voormalige weglichaam. Twee palen waren van elzenhout en stonden rechtop in de bodem. De derde paal was van eikenhout en stond schuin ingeslagen (verschijnsel 147). Van de andere schuinliggende paal is de houtsoort niet vastgesteld. De plank (verschijnsel 151) was vervaardigd van zilverspar en heeft kenmerken waaruit blijkt dat deze secundair gebruikt is. Overigens was halverwege de beschoeiing een kleine, aangepunte plank (verschijnsel 221) ingeslagen in de rivierbedding, die eveneens van zilverspar was vervaardigd.

De rivierbeschoeiing lijkt aan de oostzijde een einde gehad te hebben. Op het vlak werden ten oosten van de liggende plank van zilverspar nog slechts twee ingeslagen palen aangetroffen, waarvan één vlak voor het noordprofiel stond (verschijnsel 341). Tijdens het documenteren van dit profiel werd in de directe omgeving van deze paal nog een tweede paal aangetroffen. Vermoedelijk echter hebben deze twee palen niet behoord tot de rivierbeschoeiing, maar tot een noord-zuid georiënteerde palenrij (H9; zie paragraaf 5.6). Deze veronderstelde oostelijke begrenzing van de rivierbeschoeiing is in overeenstemming met een waarneming op vlak 1. Op dat hoge niveau was nog geen enkel houtfragment zichtbaar. Wel werd een strook van zavel en lichte klei met grind en enkele dakpanfragmenten aangetroffen. Na afloop van de opgraving bleek dat dit grindhoudende pakket een zelfde oriëntatie had als de rivierbeschoeiing en bovendien direct ten zuiden hiervan was gelegen. Vermoedelijk werd de ruimte achter de beschoeiing opgevuld met deze grindhoudende zavel en klei. De oostelijke begrenzing van dit pakket bleek dan ook samen te vallen met de veronderstelde oostelijke begrenzing van de rivierbeschoeiing.

Het is niet duidelijk hoe ver de rivierbeschoeiing in westelijke richting heeft doorgelopen. In de meest westelijke 2,5 m van vlak 2 werden geen houtrestanten aangetroffen. Mogelijk echter werden deze op dit niveau nog afgedekt door riviersedimenten. Vlak 3 strekte zich vanwege de aanwezigheid van de recente sloot in westelijke

richting minder ver uit dan vlak 2, waardoor deze 2,5 m brede zone op dat niveau niet werd gedocumenteerd. Het is dan ook mogelijk dat de provisorische rivierbeschoeiing in westelijke richting verder heeft doorgelopen dan is gedocumenteerd. Concrete aanwijzingen hiervoor werden echter niet aangetroffen. In het westelijke deel van sleuf 11 werd in ieder geval geen spoor van deze rivierbeschoeiing waargenomen.

**De concentratie elzenhouten palen ten zuiden van de rivierbeschoeiing (H10)**
Ten zuiden van de provisorische rivierbeschoeiing werden in het vlak 29 kleine, ingeslagen elzenhouten paaltjes aangetroffen (zie Bijlage I). Deze waren verspreid over een zone van 3,6 m (oost-west) bij 2,4 m (noord-zuid). In het zuidprofiel werd één elzenhouten paal gedocumenteerd (zie Bijlage II). Mogelijk bevonden zich ten zuiden van dit profiel nog meer van dergelijke paaltjes. De paaltjes werden waargenomen op vlak 3 van sleuf 11, dat op deze plek was gelegen op een hoogte van ca. 0,85 m- tot 1,00 m-NAP. De waargenomen lengte van de paaltjes lag tussen 14 cm en 1,31 m. De paal in het zuidprofiel had een lengte van 1,43 m en een bovenkant die was gelegen op een diepte van 0,74 m-NAP. De diameter van de aangepunte paaltjes lag tussen 6 en 9 cm. Ze waren vervaardigd van elzen stammen, die met schors en al werden ingeslagen. De gebruikte stammetjes waren veelal zeer knoestig en/of krom gegroeid. Bij het onderzoek door de houtspecialist bleken nagenoeg alle stammetjes (post-depositioneel) te zijn ingedroogd, verweerd en opengebarsten.

Het merendeel van de elzenhouten paaltjes was geplaatst in clusters van drie, éénmaal zelfs in een cluster van vier. De paaltjes stonden meestal in noord-zuid georiënteerde rijtjes. Vijf van de clusters vormden tezamen een 2,9 m lange, oost-west georiënteerde rij in het centrum van de zone met de paaltjes. Ten noorden van deze rij werden slechts zes geïsoleerd gelegen paaltjes aangetroffen. Ten zuiden hiervan werden vijf paaltjes gevonden, verspreid over twee concentraties. Het merendeel van de paaltjes stond rechtop of had een kleine schuinstand van 5 tot 15 graden. Van de schuine palen stond het grootste deel met de punt in zuidelijke, westelijke of noordwestelijke richting. Vier palen hadden een opvallend grote schuinstand van zo'n 40 tot 45 graden, alle in noordwestelijke richting. Van deze vier palen maakten er drie onderdeel uit van de meest oostelijke paalconcentratie.

Zowel de datering alsook de functie van de 29 elzenhouten palen is niet duidelijk geworden. Het is niet erg aannemelijk dat ze in verband gebracht moeten worden met de wegomlegging uit 125. Bij de aanleg van deze omlegging werd vermoedelijk geen elzenhout gebruikt. Bovendien lijkt er een ruimtelijk verband tussen de paaltjes en de in hierboven beschreven provisorische rivierbeschoeiing te bestaan. Uitgaande van de waargenomen afmetingen van de rivierbeschoeiing kan worden gesteld dat de concentratie elzenhouten palen min of meer halverwege de beschoeiing was gelegen. Enkele paaltjes werden ingeslagen vlak achter de beschoeiing. Sommige palen stonden bovendien in de afzettingen van de rivierdoorbraak en in de aangeplempte grond achter H2: als zij tot een oudere, verweerde constructie behoorden, zouden deze palen zeker zijn opgeruimd bij de doorbraak. Bovendien werd voor het construeren van de rivierbeschoeiing - afgezien van hergebruikte eikenhouten palen van de bermbeschoeiing en planken van zilverspar – enkel en alleen gebruik gemaakt van elzenhout. Kortom, om meerdere redenen is een relatie tussen de 29 elzenhouten paaltjes en de provisorische rivierbeschoeiing uit de derde eeuw het meest aannemelijk. De functie van de palen is daarmee niet gegeven.

De dichte paalstelling in het centrale deel, bestaande uit een baan van noord-zuid georiënteerde rijtjes, zou kunnen betekenen dat de paaltjes werden ingeslagen als een vorm van fundering. In dat geval zal op de palen een slof hebben gelegen met een lengte van een kleine 3 m. Vanwege de paaltjes vlak vóór en in het zuidprofiel kan worden vermoed dat deze fundering ten zuiden van de sleuf heeft doorgelopen. Er werd geen enkele concrete aanwijzing aangetroffen omtrent de functie van de eventuele fundering. Het feit dat deze waarschijnlijk gelijktijdig was met de provisorische beschoeiing H2 – en bovendien daar strak tegenaan lag - doet vermoeden dat de mogelijke fundering heeft gefunctioneerd in relatie tot de rivier.

In dat opzicht moet hier de mogelijkheid van een steigerconstructie worden genoemd. In de rivierbedding werd ter hoogte van de concentratie zachthouten palen een 2 m lange, eikenhouten plank aangetroffen met een breedte van 27 cm en een dikte van 2 tot 3 cm (verschijnsel 350). Deze plank was aan één zijde zeer verweerd, wat suggereert dat deze zijde langere tijd aan de buitenlucht was blootgesteld. Mogelijk heeft de plank onderdeel uitgemaakt van deze steiger. Het is echter ook mogelijk dat de plank behoorde tot de zuidelijke bermbeschoeiing uit 125 en door de rivier werd onderspoeld. Eén van de planken van de bermbeschoeiing (vondstnummer 155: sub 3) bleek ook aan één zijde (namelijk de noordzijde) verweerd te zijn. Ook is het mogelijk dat de plank in de rivierbedding oorspronkelijk onderdeel uitmaakte van de bermbeschoeiing en later – net als enkele palen – werd hergebruikt als onderdeel van de steiger.

## 7.3 Houtgebruik (H2 en H10) *(S. Lange)*

**De provisorische rivierbeschoeiing (H2)**
In totaal zijn 23 houtvondsten toegeschreven aan de provisorische rivierbeschoeiing (H2): verschijnsels 115 t/m 124, 133, 138, 142, 144, 145, 147, 148, 151, 221, 346, 351, 375 en 376.

**Afb. 7-2** Twee palen van de provisorische rivierbeschoeiing H2 (boven: verschijnselnummer 117, onder: verschijnselnummer 118) met identieke braamsporen.

De conservering van de houtvondsten was vooral matig (45 %), naast goed (41 %) en twee keer slecht (14 %). De bewaard gebleven lengte van de houtvondsten was gemiddeld 91,5 cm. Het houtspectrum bestond voor 59 % uit els, 32 % uit eik en 9 % uit zilverspar en omvatte negentien aangepunte palen, een aangepunte balk, een plankfragment en een onbewerkt deel van een stam. Er bleken achttien rondhouten van els en eik te zijn gebruikt met een gemiddelde diameter van bijna 10 cm. Twee gekloofde palen waren zwaarder qua afmetingen. Deze palen hadden een doorsnede van 17 cm (verschijnsel 115) en 18,5 cm (verschijnsel 120). Daarnaast werd een balk met een bewaard gebleven lengte van 85 cm en een doorsnede van ca. 8 bij 4 cm geborgen (verschijnsel 221). De aangepunte balk van zilverspar met een zorgvuldige afwerking kan misschien als constructieonderdeel worden gezien dat secundair in deze context terecht is gekomen. Een tweede vondst van zilverspar betreft een plankfragment met een bewaard gebleven lengte van 98 cm, een breedte van minimaal 11 cm en een dikte van minimaal 4 cm (verschijnsel 151). De plank bleek aan één kant schuin afgezaagd te zijn. Ook hier wordt gedacht aan hergebruik van bouwmateriaal. Acht palen bleken twee- of driezijdig te zijn toegespitst, vaak met een niet-bekapte schorskant. Twee palen waren strak vierzijdig aangepunt, terwijl de overige bewaard gebleven paalpunten meerzijdig waren. De bewaard gebleven puntlengte lag op 42,5 cm. Er werd één eiken paal met een duidelijk langere aanpunting gedocumenteerd, namelijk verschijnsel 351. Deze vertoonde een puntlengte van 85 cm, twee keer langer dan het gemiddelde. De kwaliteit van het gebruikte hout is goed tot matig. Tussen de eiken palen bevond zich één kromme stam. De elzenhouten palen waren relatief knoestig, één was duidelijk krom gegroeid. Dit heeft ook te maken met het feit dat de stammen aan de bovenkant (ter hoogte van de kroon) zijn aangepunt, alwaar de vertakking vanuit de hoofdstam toeneemt (zoals met zekerheid waargenomen bij de verschijnsels 124, 144 en 376). De paal met verschijnsel 116 bleek te zijn voorbewerkt, waarbij de schors van de stam was verwijderd. Op verschijnsel 145 zijn touwindrukken waargenomen.

**Afb. 7-3** Paal van de provisorische rivierbeschoeiing H2 (verschijnselnummer 120) met verweerde bramen. Een identiek braampatroon werd aangetroffen op palen van de binnenste (H4) en buitenste palenrij (H5) van de bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125.

Verder konden op de facetten van de paalpunten bramen worden vastgesteld die afkomstig zijn van beschadigingen op het bijlvlak. De bramen op de paalpunten van de elzenhouten palen met verschijnsels 117 en 118 komen qua breedte en afstanden met elkaar overeen (afb. 7-2). Belangrijk is de waarneming van het specifieke braampatroon (eerder aangetroffen op palen van H4 en H5) op twee palen van de provisorische rivierbeschoeiing.

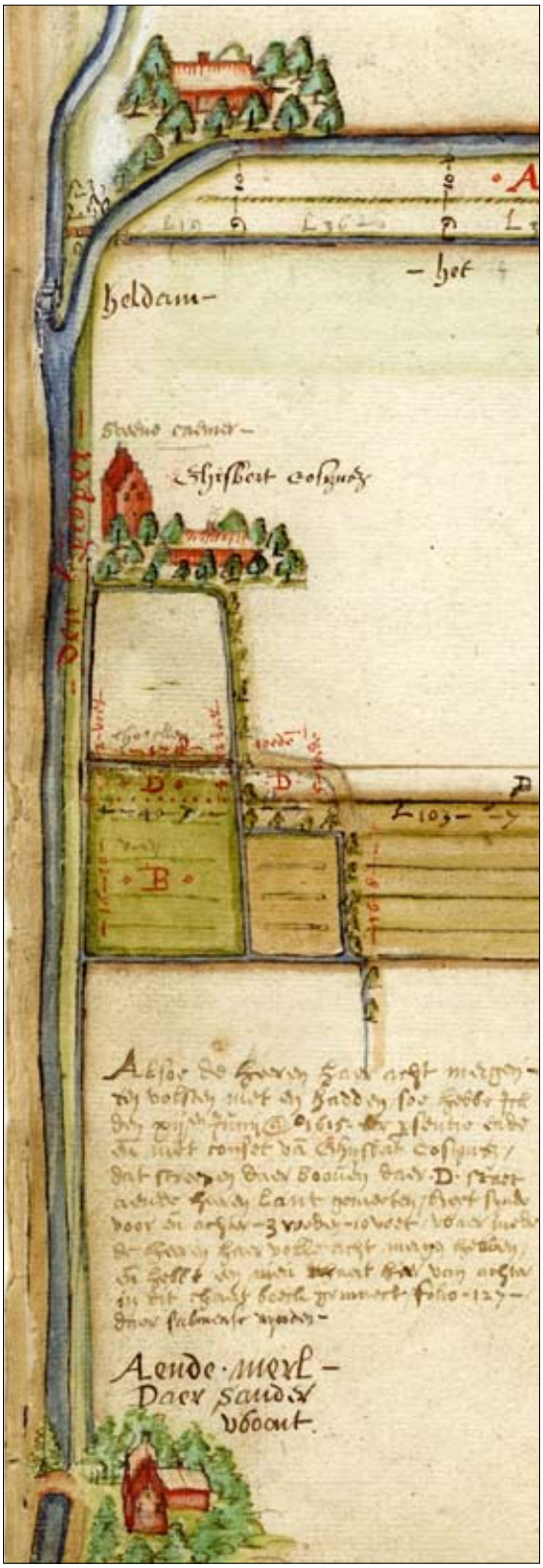
Het patroon bestaande uit twee brede bramen naast elkaar - eveneens gemeten vanaf de hoek van de bijl- werd op de palen met verschijnsels 120 en 122 waargenomen (afb. 7-3). Opvallend was tevens dat op deze palen zowel scherpe, dat wil zeggen verse bewerkingssporen aanwezig waren, als ook verweerde. Deze waarneming vormt een aanwijzing voor het hergebruiken van – in elk geval deze twee – palen van de wegomlegging van 125.

**Afb. 7-4** Twee strakke, vierzijdige aanpuntingen en twee puntfacetten van elzenhouten palen van de mogelijke steigerfundering H10 (v.l.n.r. verschijnselnummer 365, 368, 354 en 364).

**De concentratie elzenhouten palen (steigerfundering?) (H10)**

Deze concentratie palen in sleuf 11 bestaat uit 29 paaltjes (verschijnsels 345, 353 t/m 373, 127 t/m 130, 132, 134, 140). De conservering van de palen was voor 59 % slecht, 34 % matig en 7 % goed. De palen waren (post-depositioneel) ingedroogd en verweerd, het hout van negen palen was met rietwortels doorgroeit en een enkele paal vertoonde vraatsporen op het houtoppervlak. Gemiddeld bedroeg de bewaard gebleven paallengte 47 cm. De best bewaarde paal (verschijnsel 371) stond in het meest oostelijke deel van de structuur, tegen de liggende stammen van de bouwweg aan. Alle palen waren van elzenhout, waarbij relatief veel knoestige stammen, soms met aanzet van zijtakken, bleken te zijn gebruikt (45 % van totaal). De gemiddelde diameter van de rondhouten bedroeg 7,5 cm. De palen waren aangepunt, waarbij de gemiddelde puntlengte ca. 36 cm was. Er was weinig variatie in puntvorm. De meeste palen waren twee- of driezijdig aangepunt met een onbewerkte schorskant, acht palen hadden een vierzijdige puntvorm en twee een meerzijdige (afb. 7-4).

# 8 Laatmiddeleeuwse sporen




De huidige boerderij De Goedenburgh dateert grotendeels uit de achttiende en negentiende eeuw, maar bevat tevens zeventiende-eeuwse elementen (Van de Hoeve 2002). Enkele delen van de boerderij zouden echter nog ouder kunnen zijn, zoals de kelder met tongewelf en eventueel muurwerk van de voorkamer. Reeds op een kaart uit 1599 van de landmeter Jan Rutgersz. van den Berch wordt op deze plek een boerderij aangegeven, die op dat moment wordt bewoond door een zekere Ghisbert Cosijnsz (afb. 8-1). Op deze kaart staat ten zuidwesten van de boerderij een gebouw afgebeeld, waarbij de tekst 'steene caemer' wordt vermeld. Het gebouw, dat was voorzien van een trapgevel en een aanbouw en bovendien meer dan één laag hoog geweest lijkt te zijn, stond dicht tegen de Zandweg aan. Mogelijk was het gesitueerd op de Neolithische crevasserug. In 1990 hebben leden van de Historische Vereniging Vleuten, De Meern, Haarzuilens door middel van een klein sonderingsonderzoek de contouren van een kloostermopfundering van vermoedelijk 6,4 bij 4,75 m gelokaliseerd (zie Bijlage I) (Van Essen en Gravendeel 1990). Deze werd doorsneden door de postmiddeleeuwse sloot direct ten noorden van de Zandweg. De fundering was steens of één steenlengte dik en bleek vervaardigd met behulp van kloostermoppen met een afmeting van 30,5 x 15 x 6 cm, daterend uit de veertiende eeuw. Deze stenen kamer is vermoedelijk dezelfde als het al in 1385 genoemde huis van Roec Aerts van Lantscrone. Het geslacht Van Lantscrone had een wapen waarin drie kronen waren verwerkt en in de vijftiende en zestiende eeuw komt het gebouw dan ook diverse malen voor in de archiefstukken onder de naam Croenkens camer. Op een landmeterskaart van Dammis Huijgensz. de Roij uit 1650 wordt de 'Lanscronen camer' nog genoemd. Kennelijk is dit gebouw op z'n vroegst in de tweede helft van de zeventiende eeuw gesloopt. Mogelijk gebeurde dat tijdens de verbreding van de Leidsche Rijn tot trekvaart tussen 1663 en 1665. Vermoedelijk heeft op de plek van de huidige boerderij De Goedenburgh al vanaf de veertiende eeuw een boerderij gestaan die bij deze stenen kamer hoorde.

**Afb. 8-1** Detail van een kaart die de landmeter Jan Rutgersz. van den Berch in opdracht van het kapittel van St. Jan heeft gemaakt in oktober 1599 (noorden rechts op de kaart). Links is de Leidsche Rijn zichtbaar, met daarlangs enkele bebouwde percelen. Op één van deze percelen is een door bomen omgeven boerderij afgebeeld, die staat op dezelfde plek als de huidige boerderij De Goedenburgh. Schuin voor deze boerderij is een gebouw met trapgevel afgebeeld. De fundering hiervan is in 1990 gelokaliseerd en bleek grotendeels vergraven tijdens de aanleg van de bermsloot ten noorden van de Zandweg. Bron: Rijksarchief Utrecht, Topografische Atlas, Archief Kapittel St. Jan

Het archeologisch onderzoek op het achtererf van De Goedenburgh heeft enkele sporen opgeleverd die vermoedelijk laatmiddeleeuws en/of postmiddeleeuws zijn. De belangrijkste was een ca. 3 m brede sloot die in (van west naar oost) sleuf 14, 12, 4, 6 en 5 werd aangetroffen (zie Bijlage I en afb. 4-8). Afgezien van enkele Romeinse scherven leverde de slootvulling een Pingsdorfscherf, een Paffrathscherf, vijf scherven grijsbakkend aardewerk en twee scherven roodbakkend aardewerk op. Daarnaast bevatte de sloot een fragment van een insigne of een broche van een lood-tin legering en een zogenaamde D-gesp uit de zeventiende of achttiende eeuw. De sloot zou van oorsprong kunnen dateren uit de twaalfde eeuw. De oriëntatie ervan komt niet overeen met die van de Leidsche Rijn en de Zandweg, aangezien de afstand tussen de sloot en de Zandweg in oostelijke richting steeds groter wordt. (Tot voor kort lag er direct ten zuiden van deze middeleeuwse sloot een opvolger met een min of meer vergelijkbare oriëntatie.) De sloot is op de landmeterskaart uit 1599 weergegeven. Op deze kaart is te zien dat de sloot aan zowel de west- alsook de oostzijde afbuigt in zuidelijke richting en vervolgens aansluit op de bermsloot ten noorden van de Zandweg. Deze noord-zuid georiënteerde delen van deze sloot zijn momenteel nog steeds in gebruik. Na afloop van de opgraving werd het noord-zuid georiënteerde slootsegment aan de oostzijde van het perceel uitgebaggerd, waarbij een amateur-archeoloog een nagenoeg complete kan uit de vroege veertiende eeuw aantrof. Het omgreppelde perceel - dat ook op de kaart van 1599 aan de oostzijde breder lijkt te zijn dan aan de westzijde - is weergegeven als een leeg terrein.

Ten zuiden van de hierboven beschreven sloot werden in de sleuven 4, 5 en 6 zes sporen aangetroffen, te weten min of meer ronde en langgerekte kuilen. Alleen de grootste kuil leverde een middeleeuwse vondst op, namelijk een ijzeren prikspoor. Dit spoor had een sterk gebogen beugel en een korte schacht (vergelijkbaar met Hendriksen 2004, afb. 139). Typologisch gezien moet dit exemplaar in de twaalfde eeuw gedateerd worden. Daarmee komt de datering van dit spoor overeen met de oudste scherven in de vulling van de hierboven beschreven sloot. Vermoedelijk dateren ook de overige vijf kuilen uit de volle of late Middeleeuwen. Ten noorden van de sloot werd slechts één kuil waargenomen, waarin een kleine Paffrathscherf werd aangetroffen. De kuil leek gedeeltelijk over de slootvulling heen te liggen en moet in dat geval dateren uit de zeventiende eeuw of later.

Aan de westzijde van het opgravingsterrein werden in sleuf 8 en 13 twee sloten aangetroffen, die vermoedelijk van oorsprong uit de volle middeleeuwen dateren. Ze waren min of meer noord-zuid georiënteerd en liepen parallel aan elkaar met een tussenafstand van ca. 9 m. Uit geen van beide sloten is een vondst afkomstig. De oostelijke werd versneden door een postmiddeleeuwse sloot die ter hoogte van de versnijding wel middeleeuwse vondsten bleek te bevatten. In de vulling hiervan werden namelijk een Pingsdorfscherf, twee steengoedscherven en vijf scherven roodbakkend aardewerk uit de vijftiende eeuw aangetroffen. Mogelijk is dit middeleeuwse materiaal oorspronkelijk afkomstig uit de onderliggende sloot en kwam het bij toeval in de postmiddeleeuwse sloot terecht. In dat geval zouden de beide parallelle sloten van oorsprong reeds uit de twaalfde eeuw kunnen dateren en tot in ieder geval de vijftiende eeuw in gebruik zijn gebleven. De postmiddeleeuwse sloot bevatte afgezien van het middeleeuwse materiaal een steengoed knikker en een pijpenkop uit de achttiende eeuw.

De twee parallelle sloten uit sleuf 8 en 13 hebben een opvallende oriëntatie, enigszins schuin op de Leidsche Rijn en de Zandweg. De oostelijke greppel sluit aan de zuidzijde aan op een nog functionerende sloot met een opvallende knik. Op de kadasterkaart van 1832 is deze al afgebeeld. Vermoedelijk is bij het aanleggen van deze sloot een deel van de middeleeuwse sloot gebruikt, wat de opvallende knik zou kunnen verklaren. Wanneer de middeleeuwse sloot in een rechte lijn wordt doorgetrokken in zuidelijke richting, dan blijkt dat deze direct ten westen van de ‘steene caemer’ de Zandweg raakt. Op de kaart uit 1599 worden de middeleeuwse sloten ten westen van het stenen huis echter niet afgebeeld. Bovendien wordt op deze kaart ter hoogte van - en ten westen van - de boerderij en de ‘steene caemer’ geen bermsloot afgebeeld ten noorden van de Zandweg, waar deze thans wel bestaat. Vermoedelijk heeft ook in de Middeleeuwen geen bermsloot bestaan langs dit deel van de Zandweg. Mochten de twee parallelle sloten in zuidelijke richting hebben doorgelopen tot aan de Zandweg, dan is het niet duidelijk of zij ergens op hebben aangesloten.

De oriëntatie van de twee sloten is in overeenstemming met die van de hierboven beschreven, middeleeuwse sloot aan de oostzijde van het opgravingsterrein. Deze stond min of meer haaks op de parallelle sloten aan de westzijde (onderlinge hoek bedraagt 97°) en dateert oorspronkelijk vermoedelijk eveneens uit de twaalfde eeuw. Kennelijk is er in deze eeuw een percelerings-systeem ontstaan met een oriëntatie enigszins schuin op de Leidsche Rijn en de Zandweg. Mogelijk vormden ze onderdeel van een locale, oudere ontginningsrichting, die later is ‘overschreven’ door de regelmatige verkaveling van Vleuterweide (in de dertiende-veertiende eeuw?). Een enigszins vergelijkbare afwijkende oriëntatie bestaat nog steeds in de Harmelerwaard, het gebied tussen het huidige opgravingsterrein en Harmelen. De afstand van de westelijke sloot tot aan de oostelijke begrenzing van dit gebied bedraagt slechts zo’n 115 m.

**Post-middeleeuwse sporen**

Aan de noordzijde van sleuf 3 werd een oost-west georienteerde sloot aangetroffen. Gezien de vulling is deze vermoedelijk tot in de negentiende of twintigste eeuw in

gebruik gebleven. De aanleg van de sloot dateert waarschijnlijk echter van veel eerdere datum, zoals de vondst van een compleet witbakkend bordje met donkergroen glazuur uit de zestiende eeuw doet vermoeden. De slootvulling leverde geen overige vondsten op. Het is daarom niet duidelijk of deze heeft bestaan gelijktijdig met de twee parallelle sloten, die op de laat zestiende-eeuwse landmeterskaart niet meer werden afgebeeld en mogelijk al waren gedempt. Gezien het verschil in oriëntatie is het aannemelijk dat deze sloot werd gegraven nadat het middeleeuwse perceleringssysteem werd vervangen ten gunste van een perceleringssysteem met een oriëntatie haaks op de Leidsche Rijn.

De waarschijnlijk zestiende-eeuwse sloot stond haaks op de vele noord-zuid georiënteerde sloten die het opgravingsterrein doorsneden. Deze werden aangetroffen in sleuf 9, 11, 3, 8 en 13. Zoals reeds eerder vermeld, werden in de vulling van de sloot in sleuf 8 een steengoed knikker en een pijpenkop uit de achttiende eeuw aangetroffen. In de overige waren geen vondsten aanwezig. Deze noord-zuid sloten hebben waarschijnlijk behoord tot hetzelfde perceleringssysteem als de zestiende-eeuwse oost-west georiënteerde sloot in sleuf 3.

**Afb. 9-1** De menselijke botten die werden aangetroffen in de bedding van de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw. De botten behoren vermoedelijk tot één persoon, namelijk een man van ca. 23 tot 30 jaar met een lengte van ca. 1,68 m. Het lichaam is in de rivier terechtgekomen, waarna het waarschijnlijk is blijven steken achter de palen van de provisorische rivierbeschoeiing. Vervolgens viel het lichaam uiteen, waarna de botten op de bodem van de rivier belanden. Foto: H. Lägers

# 9 Vondsten

## 9.1 Aardewerk en botmateriaal

**Gedraaid aardewerk**
Van alle vondstnummers van het project LR31 die niet met de wachttorens in verband gebracht kunnen worden, bevatten er 26 Romeins gedraaid aardewerk. Hiervan zijn twaalf vondstnummers afkomstig uit (post)middeleeuwse sporen of behoren tot de categorie aanlegvondsten. Van de overige veertien vondstnummers zijn er acht afkomstig uit de bedding van de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw. De overige zes vondstnummers kunnen worden toegeschreven aan de zuidelijke flank van de *limes*weg en zijn afkomstig uit de sleuven 5, 6, 7, 9 en 12.

De vondsten uit de zuidflank van de weg bestaan in totaal uit acht scherven: vijf scherven van (amfoor)kruiken (zowel beige als wit), een onbekende vorm van beige, ruwwandig aardewerk, een Zuidgallisch terra sigilata bord (mogelijk Dragendorf 18) uit de Flavische periode of de tijd van Traianus en een bekerfragment in techniek b. Dit laatste exemplaar is afkomstig uit de meest noordelijke, grindrijke zuidflank in het westprofiel van sleuf 7 (vondstnummer 45, zie Bijlage II). Dit talud hoort bij de *limes*weg van vóór de wegomlegging. Aangezien techniek b in zwang komt vanaf ca. 100 wordt hiermee bevestigd dat de wegomlegging in de tweede eeuw plaatsvond.

Het aardewerk uit de riviergeul bestaat in totaal uit negentien fragmenten. Hiervan zijn elf fragmenten van ruwwandig aardewerk, waarvan twee fragmenten vermoedelijk van een met bruine circels beschilderde beker zijn. Zeven scherven behoren tot een amfoorkruik en één tot een geverfde beker in techniek b (Niederbieber 30). Op basis van dit aardewerk kan niet worden bepaald op welk moment in de derde eeuw de rivierdoorbraak heeft plaatsgevonden.

**Handgevormd aardewerk**
Van alle vondstnummers van het project LR31 die niet met de wachttorens in verband gebracht kunnen worden, bevatten vijf vondstnummers in totaal zes kleine scherven handgevormd aardewerk met een totaal gewicht van 39 gram. Drie scherven zijn afkomstig uit de zuidflank van de weg in sleuf 7, 9 en 13. Eén scherf werd aangetroffen onder het liggende afvalhout in het oostelijke deel van sleuf 11, terwijl de laatste twee werden aangetroffen in de vulling van één van de vier kleine kuilen op de grens van sleuf 3 en 8. Alle handgevormde scherven dateren uit de vroeg-Romeinse periode, hebben een mat oppervlak (waarvan twee donker en vier oxiderend van kleur) en zijn organisch gemagerd.

**Menselijk en dierlijk botmateriaal**
De opgraving leverde dertien vondstnummers met botmateriaal op dat niet in verband gebracht kan worden met de beide wachttorens. Deze vondstnummers vertegenwoordigen een totaal van 23 dierlijke botten en negentien menselijke botten. Het merendeel van de dertien vondstnummers is afkomstig uit de beddingafzettingen van de derde-eeuwse rivierdoorbraak die in sleuf 3 en 11 werden aangetroffen (vondstnummers 17, 143, 148, 154, 157, 203, 218, 220). Hiervan bestonden twee vondstnummers (203 en 218) enkel uit menselijk botmateriaal (afb. 9-1). Vanwege de geringe onderlinge afstand van beide vondstnummers (ca. 70 cm) kan worden vermoed dat deze botten afkomstig zijn van één persoon. Er blijken botten uit diverse lichaamsdelen aanwezig te zijn: voet, onderbeen, bovenbenen, heup, ribben, borstbeen, onderarm en onderkaak. Op basis van de kaak en het heupfragment kan worden bepaald dat het een man betreft. De epifysen zijn gesloten, hetgeen wijst op een minimum leeftijd van ca. 23 jaar. De degeneratie van het auricularisoppervlak wijst op een maximum leeftijd van ca. 35 jaar. De gebitsslijtage is gering en wordt geassocieerd met een leeftijd van ca. 17-30 jaar. Op basis van bovengenoemde kenmerken wordt de leeftijd geschat op ca. 23 tot 30 jaar. De lengte van de femur bedraagt 45,1 cm, wat leidt tot een berekende levende lichaamslengte van 1,685 m (+/- 4,8 cm). Pathologische botveranderingen zijn niet waargenomen.

Het dierlijke botmateriaal uit de bedding van de derde-eeuwse rivierdoorbraak bestaat volledig uit botten van zoogdieren, namelijk drie runderbotten en telkens één bot van een paard, schaap en hond. Het schapenbot bestaat uit een nagenoeg volledige schedel met hoornpitten. Drie vondstnummers zijn afkomstig van de zuidflank van de weg. Vondstnummer 190 (sleuf 12) bevat één runderbot, terwijl vondstnummers 73 en 199 resp. een fragment (met rozenkrans) van een afgeworpen gewei van een edelhert of eland en een paardenbot bevatten. Deze laatste twee vondstnummers werden aangetroffen op het snijpunt van de sleuven 3, 8 en 13. De twee laatste vondstnummers met botmateriaal zijn afkomstig uit twee van de vier kleine sporen die in het noordelijke deel van sleuf 8 werden aangetroffen. Zeer vermoedelijk dateren deze sporen uit de Romeinse periode. In één van de kuilen (vondstnummer 70) werden twaalf paardenbotten en een runderbot aangetroffen. De paardenbotten bestaan uit

fragmenten van een linker en rechter middenvoetsbeen (metatarsus), het rechter dijbeen (femur) en scheenbeen (tibia), de rechter ellepijp (ulna), de linker knieschijf (patella) en een linker handwortelbeentje (carpale), drie eerste teenkoten en één tweede teenkoot (phalangen). Alle elementen zijn volgroeid. Deze elementen zijn waarschijnlijk van hetzelfde dier. In een andere kuil (vondstnummer 68) werd een runderbot aangetroffen.

Tabel 9-1: menselijk en dierlijk botmateriaal van het project LR31 buiten het wachttorencomplex

| Soort | Aantal |
|---|---|
| Mens | 19 |
| Rund | 6 |
| Paard | 14 |
| Schaap | 1 |
| Hond | 1 |
| Hertachtige | 1 |
| **Totaal** | **42** |

## 9.2 Keramisch bouwmateriaal

*(E.A.K. Kars, A.M. Brakman, C. van Pruissen)*

In totaal werden 471 fragmenten Romeins keramisch bouwmateriaal onderzocht, afkomstig uit alle sleuven behalve sleuf 1 en 10. In de analyse werden onder meer baksel, vorm, randtype, uitsnijdingen, grootte, conditie, fragmentatie, brand- en roetsporen, bewuste en onbewuste indrukken meegenomen.

### 9.2.1 Baksels, vormen en indrukken

**Baksel**

In totaal zijn zeven verschillende baksels macroscopisch herkend. Bij toekomstig onderzoek is het van groot belang om zo'n bakselindeling in ieder geval met petrografisch en eventueel chemisch onderzoek te verifiëren, daar aan deze verschillen in baksels belangrijke conclusies ontleend kunnen worden. De baksels zijn ingedeeld volgens de Leidsche Rijn serie (baksels LR 1 t/m LR 7) en hebben dezelfde indeling als andere bouwkeramische onderzoeksprojecten aan de *limes*weg rond De Meern, met name LR39 De Balije (Langevelt en Luksen-IJtsma in voorb.). De volgorde van de bakselindeling is het gevolg van de volgorde van de determinatie en heeft verder geen grote betekenis. Tijdens het onderzoek is aan elk nieuw baksel namelijk een volgend nummer gegeven.

De baksels lijken macroscopisch zeer sterk op elkaar, er zijn vooral kleine variaties aanwezig. Alle bevatten min of meer dezelfde insluitsels en hebben ook min of meer dezelfde kleur, oranje tot oranje/rood. De indeling is echter meer een variatie van hetzelfde baksel, dan dat er sprake is van echt verschillende baksels. Het is ook mogelijk dat enkele baksels een verweerde variant van andere baksels zijn. Duidelijk is ook, als dit materiaal vergeleken wordt met het keramische bouwmateriaal van andere nederzettingen, zoals Woerden en Alphen aan den Rijn, dat de baksels van de *limes*weg een duidelijk op zichzelf staande groep vormen.

De baksels LR 1 en LR 2 hebben hetzelfde uiterlijk, maar verschillen in kleur, hardheid en ook in typologische kenmerken. Daarnaast bevat baksel LR 1 insluitsels van wit/geel, opaak materiaal, die in baksel LR 2 niet aanwezig zijn. Baksel LR 3 en LR 4 hebben ook een overeenkomstig uiterlijk, maar de baksels verschillen in kleur. Bovendien zijn in baksel LR 3 meer en grovere chamottestukken aanwezig van een lichtere kleur dan in baksel LR 4. Baksels LR 3 en LR 4 onderscheiden zich van de baksels LR 1 en LR 2 door een groter aantal grove insluitsels. Er werd slechts één fragment in baksel LR 5 aangetroffen. De aard van de insluitsels en de kleur van dit baksel komen voor een groot deel overeen met baksel LR 1, maar de kwartskorrels zijn in groter aantal aanwezig en ook de afwerking verschilt. De aanwezige kwartskorreltjes zorgen namelijk voor een oppervlak dat ruw aanvoelt. Baksel LR 6 heeft een oppervlak waar de kwartsinsluitsels door het oppervlak steken, waardoor het baksel heel ruw aanvoelt. Het lijkt verder veel op baksel LR 3 en LR 4, maar bevat minder insluitsels. Baksel LR 7 vertoont veel overeenkomsten met baksels LR 1 en LR 2, maar bevat geen (duidelijk zichtbare) kwarts en hoewel de kleur van het oppervlak overeenkomt met baksel LR 2, heeft de kern van het baksel dezelfde kleur als de kern van baksel LR 1. Hieronder volgen de gedetailleerde beschrijvingen van de baksels.

Baksel 1 heeft een poreuze matrix met insluitsels van zeer fijne tot fijne, hoekig en hoekig-afgeronde, redelijk gesorteerde kwarts (5-10 %); zeer fijn, redelijk gesorteerd, wit/geel, opaak materiaal (<5 %); grove tot zeer grove, redelijk gesorteerde, rode chamotte (5 %) en grof tot zeer grof, slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (5 %). Het oppervlak voelt glad aan, is light red: 2.5 YR 6/8 van kleur en heeft een hardheid van 3. Het baksel is ook light red: 2.5 YR 6/8 van kleur en heeft een hardheid van 4.
Baksel 2 heeft een poreuze matrix met insluitsels van zeer fijne tot fijne, hoekig en hoekig-afgeronde, redelijk gesorteerde kwarts (5 %); fijne tot grove, slecht gesorteerde, rode chamotte (5 %) en grof tot zeer grof, slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %). Het oppervlak voelt glad aan, is reddish yellow: 5YR 7/8 van kleur en heeft een hardheid van 2. Het baksel is reddish yellow: 5YR 7/6 van kleur en heeft een hardheid van 3.
Baksel 3 heeft een poreuze matrix met insluitsels van zeer fijne tot medium grootte, hoekig en hoekig-afgeronde, slecht gesorteerde kwarts (10 %); zeer grove, slecht gesorteerde, oranje chamotte (5 %); medium grootte tot

zeer grof, slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %) en fijn, hoekig, slecht gesorteerd grind (sporadisch). Het oppervlak voelt licht ruw aan, is light red: 2.5YR 6/8 van kleur en heeft een hardheid van 4. Het baksel heeft dezelfde kleur en hardheid.
Baksel 4 heeft een poreuze matrix met insluitsels van fijn, hoekig, redelijk gesorteerd grind; zeer fijne tot grove, slecht gesorteerde rode chamotte (5-10 %); zeer grof, redelijk gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %) en zeer fijne tot medium grootte, hoekige, redelijk gesorteerde kwarts (<5 %). Het oppervlak voelt licht ruw aan, is reddish yellow: 5YR 7/8 van kleur en heeft een hardheid van 3. Het baksel heeft dezelfde kleur en een hardheid van 4.
Baksel 5 heeft een poreuze matrix met insluitsels van zeer fijne tot fijne, hoekige en hoekig-afgeronde, redelijk gesorteerde kwarts (5-10 %); medium grootte tot grof, slecht, wit, opaak materiaal (5 %); medium grootte tot zeer grof, slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %) en grove tot zeer grove, slecht gesorteerde, rode chamotte (<5%). Het oppervlak voelt ruw aan, is light red: 2.5YR 6/6 van kleur en heeft een hardheid van 4. Het baksel is light reddish brown: 2.5YR 6/4 van kleur en heeft eveneens een hardheid van 4.
Baksel 6 heeft een licht poreuze matrix met insluitsels van zeer fijne tot grove, hoekige, slecht gesorteerde kwarts (5 %), zeer fijn tot zeer grof, zeer slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %), hoekig, slecht gesorteerd grind (sporadisch), fijne tot medium grootte, slecht gesorteerde, oranje chamotte (<5 %) en zeer grove, slecht gesorteerde, witte chamotte (sporadisch). Het oppervlak voelt zeer ruw aan, is reddish yellow: 5YR 7/8 en heeft eveneens een hardheid van 2. Het baksel is reddish yellow: 5YR 7/6 van kleur en heeft een hardheid van 3.
Baksel 7 heeft een licht poreuze matrix met insluitsels van medium grootte tot grove, redelijk gesorteerde, rode chamotte (5-10 %), fijn tot medium grootte, slecht gesorteerd, bruin, opaak materiaal (<5 %) en zeer fijn tot fijn, slecht gesorteerd, wit, opaak materiaal (5 %). Het oppervlak voelt glad aan, is reddish yellow: 5YR 7/8 van kleur en heeft een hardheid van 2. Het baksel is light red: 2.5YR 6/8 van kleur en heeft een hardheid van 3.

In tabel 9-2 is de verdeling van de baksels weergegeven. Het grootste aantal fragmenten, ongeveer eenderde van het materiaal, behoort tot baksel LR 2 (35 %), gevolgd door baksel LR 1 (25 %) en baksel 3 (17 %). De baksels LR 4, LR 5, LR 6 en LR 7 komen veel minder voor. Drie procent van het materiaal is te gefragmenteerd gebleken om het baksel type te kunnen bepalen. Deze fragmenten zijn namelijk te klein om een goed beeld te krijgen van de insluitsels. Daarnaast zijn er nog vijf fragmenten aangetroffen die als misbaksel zijn aan te merken. Ook van deze fragmenten kan het baksel niet worden bepaald.

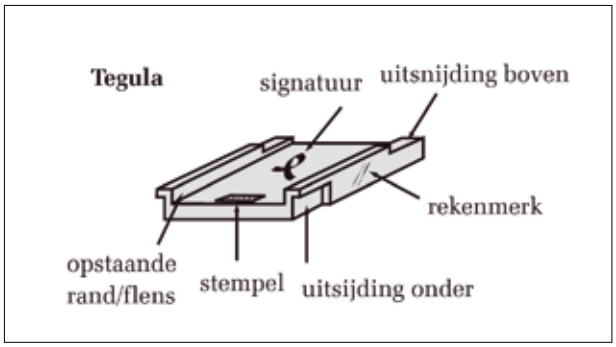
**Vormen en typen**
Het materiaal is tamelijk gefragmenteerd en van slechts 16 % was de vorm te determineren. Van 30 % was het mogelijk om te oordelen of het platte of gewelfde fragmenten zijn. In tabel 9-3 is de verdeling van de vormen over de verschillende baksels weergegeven. Er zijn in het materiaal van de *limes*weg drie vormen herkend: de tegula, de imbrex en de noktegel. Al deze tegelvormen werden in de Romeinse dakconstructie gebruikt. Tegulae, of dakpannen, zijn platte tegels met twee opstaande randen aan de lange zijden en uitsnijdingen aan de uiteinden van de randen. De uitsnijdingen dienden om de opeenvolgende tegulae goed op elkaar aan te laten sluiten zodat er een stabiel geheel ontstond. Tegulae werden echter ook in andere constructies zoals vloeren en wanden verwerkt, waarbij de randen verwijderd werden. Om het dak waterdicht te maken werden over de opstaande tegularanden imbrices bevestigd. Dit zijn gewelfde tegels die naar een uiteinde taps toelopen zodat de opeenvolgende imbrices in elkaar passen. Ook de noktegel is een gewelfde tegel. Deze dekte de openingen tussen de bovenste rijen tegulae af. Het onderscheid tussen imbrices en noktegels is bij kleine fragmenten vaak moeilijk te maken. Toch zijn er verschillen: de breedte van de noktegel is over de gehele lengte gelijk en de zijden zijn minder gekromd dan bij de imbrices het geval is.

Tabel 9-2: verdeling van de verschillende baksels

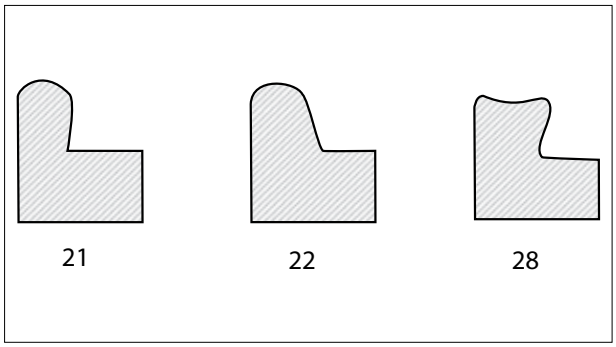
| Baksel | aantal | % |
|---|---|---|
| 2 | 165 | 35 |
| 1 | 119 | 25 |
| 3 | 78 | 17 |
| 6 | 44 | 9 |
| 4 | 38 | 8 |
| 7 | 9 | 2 |
| 5 | 1 | 0 |
| indet | 12 | 3 |
| misbaksel | 5 | 1 |
| **totaal** | **471** | **100** |

Tegulae (afb 9-2):
Er zijn 64 fragmenten van tegulae gevonden. Bij 43 stukken resteerde voldoende van de rand om het randtype te bepalen. Deze randen zijn gedetermineerd volgens het systeem dat door de auteurs is opgesteld. Hierbij worden in de notatie de kenmerken van de rand, zoals de rondheid van de hoeken en de stand van de zijden, weergegeven in een cijfercombinatie en de overige kenmerken, zoals hoogte en breedte, door hoofdletters of kleine letters (zie afb. 9-3).

Er zijn zeven verschillende randtypes aangetroffen (tabel 9-4). Randtype 21, een rand met afgeronde hoeken en rechte zijden, is het best vertegenwoordigd. Ook randtype 11, een rand met scherpe hoeken en rechte zijden, werd




**Afb. 9-2** Definitie van tegula




**Afb. 9-3** Schema aan de hand waarvan de kenmerken van een dakpan in een combinatie van cijfers en letters worden beschreven.

Tabel 9-3: vormen naar baksel

| baksel | tegula | imbrex | noktegel | plat | gewelfd | indet | totaal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 31 | 3 | | 59 | 8 | 64 | 165 |
| 1 | 9 | 9 | | 2 | 9 | 90 | 119 |
| 3 | 8 | | | 1 | 1 | 68 | 78 |
| 6 | 7 | 1 | | 24 | 1 | 11 | 44 |
| 4 | 7 | | | 25 | 1 | 5 | 38 |
| 7 | | | 1 | 5 | 1 | 2 | 9 |
| 5 | 1 | | | | | | 1 |
| indet | 1 | 1 | | 4 | | 6 | 12 |
| misbaksel | | | | | | 5 | 5 |
| **totaal** | **64** | **14** | **1** | **120** | **21** | **251** | **471** |

een redelijk groot aantal keer vastgesteld. De overige randvormen lijken uitzonderingen te zijn en komen slechts weinig voor. De randtypes met afgeronde hoeken (begincijfer 2) komen het meest voor. Aangezien het materiaal redelijk tot sterk verweerd is, kan dit deels daardoor veroorzaakt zijn. Met name baksel 2 is een zacht baksel dat poederig aanvoelt, afgeeft en makkelijk verweert. Toch concentreert het randtype 11 zich ook in baksel 2 en kan verwering dus niet de enige verklaring zijn voor de vormen met ronde hoeken. De meerderheid van de tegularanden is van normale hoogte (A=50-60 mm), waaronder alle fragmenten in baksel LR 2. Slechts weinig fragmenten zijn hoger dan 60 mm (B) of kleiner dan 50 mm (C). Tien randen zijn relatief smal (s) in tegenstelling tot zes brede randen (b). Een klein aantal randen heeft een groef op de bovenkant van de rand lopen (g) of een ondersnijding onderaan de rand (o). De randen komen verspreid voor over de verschillende baksels. Er zijn dan ook geen vormen die met bepaalde baksels geassocieerd kunnen worden. De hoeveelheid randen per baksel hangt samen met de hoeveelheid fragmenten van dat baksel. Hoe meer fragmenten er van een baksel zijn aangetroffen, hoe meer fragmenten met randen er in dat baksel worden aangetroffen. Drie tegulafragmenten hebben een uitsnijding aan de achterzijde van de rand. Deze uitsnijding is bij alle drie de stukken hetzelfde: er is een deel in de vorm van een driehoek van de achterzijde van de rand weggesneden. De uitsnijding begint een klein stukje onder de top van de rand en loopt dan schuin naar beneden af. Dit type uitsnijding wordt volgens het voorgenoemde determinatiesysteem aangeduid als type 6 (zie afb. 9-3). Deze uitsnijding beperkt zich niet tot fragmenten in een specifiek baksel: één fragment is in baksel LR 6 geproduceerd en twee stukken in baksel LR 2. Evenmin zijn de uitsnijdingen typerend voor een randvorm. Er zijn geen combinaties van randtypes en uitsnijdingen aangetroffen die gekoppeld kunnen worden aan bepaalde baksels. Dit versterkt het beeld dat de baksels van de *limes*weg geassocieerd zijn met elkaar en waarschijnlijk deel uitmaken van één groep.

Imbrex:
Er zijn veertien fragmenten van imbrices gevonden. Hiervan zijn negen fragmenten in baksel LR 1, drie fragmenten in baksel LR 2 en één fragment in baksel LR 6 geproduceerd. Het laatste fragment is zodanig verbrand dat het oorspronkelijke baksel niet meer herkend kon worden.

Noktegel:
Er is één fragment van een noktegel gevonden. In het fragment zijn de kenmerkende rechte randen duidelijk zichtbaar. Het fragment is in baksel LR 7 geproduceerd.
Ondetermineerbare fragmenten:

**Afb. 9-4** De zes aangetroffen dakpanstempels. Hiervan zijn er twee ligatuurstempels van Tegularia Transrhenana (TRA; subnr. 1: vondstnummer 74 en subnr. 2: vondstnummer 25). De overige vier bestaan uit (gedeeltelijke) stempels van de Legio XV (subnr. 3: vondstnummer 17, subnr. 4: vondstnummer 119, subnr. 5: vondstnummer 246 en subnr. 6: vondstnummer193).
Foto: H. Lägers

Tabel 9-4: de verdeling van randtype en baksel

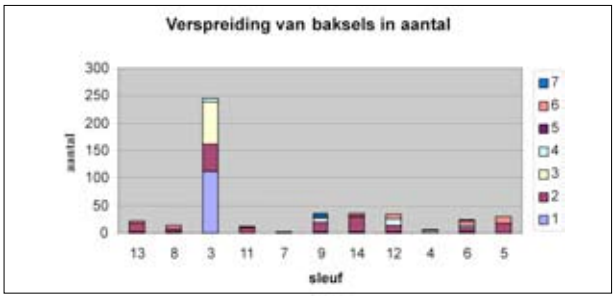
| | Baksel | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Randtype | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Totaal |
| 21 | 1 | 12 | 4 | 3 | | 2 | 22 |
| 11 | 3 | 6 | | | 1 | 2 | 12 |
| 24 | | 2 | | | | 1 | 3 |
| 12 | 1 | 1 | | | | | 2 |
| 22 | | 1 | | | | 1 | 2 |
| 23 | | 1 | | | | | 1 |
| 25 | | | | 1 | | | 1 |
| **Totaal** | **5** | **23** | **4** | **4** | **1** | **6** | **43** |

Van de meerderheid van het onderzochte materiaal kon de oorspronkelijke vorm niet meer herkend worden. Waar mogelijk is echter wel bepaald of het fragment deel uitmaakte van een gewelfde of platte tegel- of baksteenvorm. Hierdoor kunnen bepaalde vormen uitgesloten worden. In totaal werden 21 fragmenten als deel van een gewelfde tegel herkend en 120 stukken hadden een platte vorm. De eerste groep concentreert zich in de baksels LR 1 en 2 en de tweede groep concentreert zich enkel in baksel LR 2 (zie tabel 9-3). Maar er zijn ook meerdere fragmenten met een platte vorm te vinden in de bakselgroepen LR 4 en LR 6. De platte fragmenten zijn waarschijnlijk fragmenten van tegulae, dit is immers de meest voorkomende vorm in baksel LR 2. Voor de gewelfde fragmenten geldt dat zij waarschijnlijk stukken van imbrices zijn, aangezien dit de enige gewelfde vorm in baksel LR 2 is die aangetroffen werd.

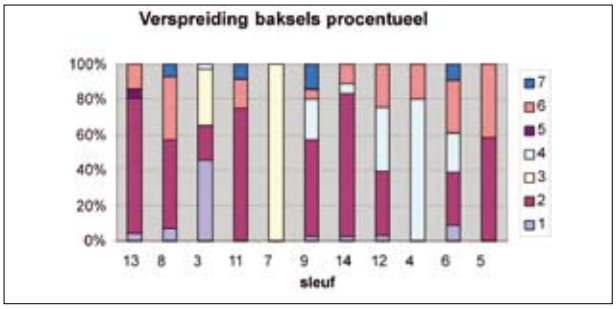
Geconcludeerd kan worden dat er geen fragmenten van een hypocaust voorkomen, er zijn enkel dakconstructie-elementen aanwezig. Deze zijn hergebruikt voor verharding van de weg.

**Stempels en indrukken**
Op tegels en bakstenen kunnen verschillende indrukken voorkomen, die zowel bewust als onbewust zijn aangebracht. Tot de bewuste indrukken behoren stempels, signaturen en rekenmerken. Onbewuste indrukken zijn sporen van dieren, bladeren, etc, die per ongeluk op de bakstenen en tegels zijn gekomen, terwijl ze lagen te drogen voor het bakken.

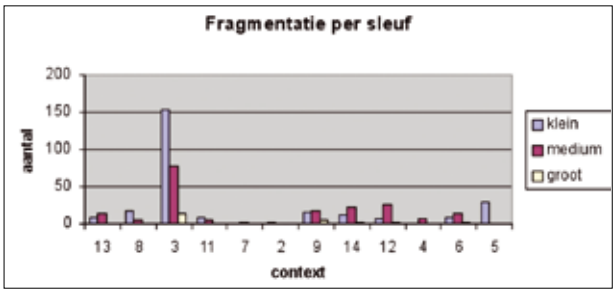
Er zijn zes fragmenten die stempels vertonen (afb. 9-4): twee in baksel LR 1 en vier in baksel LR 4. De stempels die voorkomen in baksel LR 1 zijn beide ligatuurstempels van Tegularia Transrhenana, TRA (vondstnummer 25 en 74). De stempels op fragmenten van baksel LR 4 zijn (gedeeltelijke) stempels van de Legio XV Primigenia (vondstnummer 17, 119, 193 en 246). Het is helaas niet mogelijk de stempels op deze fragmenten te koppelen aan randtypen, aangezien geen van deze fragmenten een herkenbare rand heeft. Opvallend is de combinatie van het Transrhenana-stempel en het Legio XV-stempel, die beide veelvuldig, ook in combinatie, zijn aangetroffen in de grote legioensvesting op de Fürstenberg bij Xanten, waar het 15e legioen vanaf de tijd van Claudius (41-54) tot 69 samen met de Legio V Alaudae gelegerd was. Het Transrhenana-stempel in ligatuur is een vroeg stempel, evenals het stempel van het 15e legioen, dat na de Bataafse Opstand van 69/70 werd ontbonden.



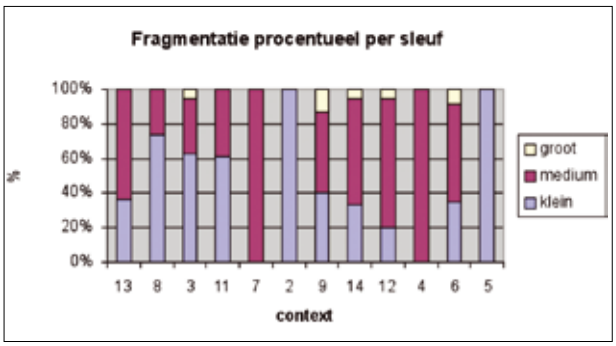

**Afb. 9-6** De verspreiding van de baksels langs de *limes*weg in aantal per sleuf



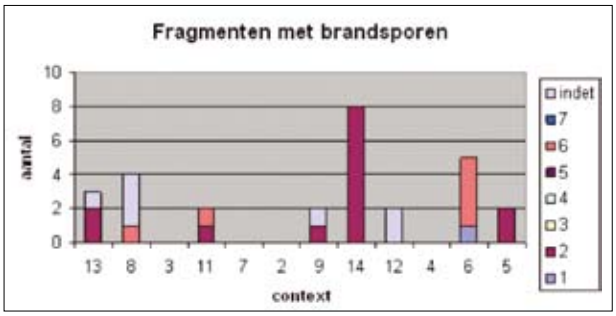

**Afb. 9-7** De verspreiding van de baksels langs de *limes*weg in procent per sleuf




**Afb. 9-8** De fragmentatie in aantal per sleuf




**Afb. 9-9** De procentuele fragmentatie per sleuf




**Afb. 9-10** Fragmenten met sporen van verbranding

**Afb. 9-5** Dakpanfragment (baksel 1) met TRA-stempel en een signatuur in de vorm van twee concentrische circels (vondstnummer 25: sub 22). Foto: H. Lägers

## Tabel 9-5: de verschillende soorten indrukken naar baksel

| | Baksel | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Indruk | 1 | 2 | 4 | 6 | Totaal |
| Signatuur | 1 | 4 | 1 | 2 | 8 |
| Stempel | 2 | 1 | 2 | | 5 |
| Rekenmerk | | 1 | | | 1 |
| Totaal | 3 | 6 | 3 | 2 | 14 |

Beide zijn te dateren voor 70 en duiden op een fabricage van (een deel van) het dakpanmateriaal in de omgeving van Xanten of, gezien het verspreidingsgebied van de TRA-stempels, elders in het Duitse Rijnland. In de laat-Flavische steenbouw van de legioensvesting van Nijmegen en de stad Colonia Ulpia Traiana bij Xanten is bouwmateriaal met deze stempels verwerkt, kennelijk als secundair gebruik (Haalebos 1977, 178-179).

Zes fragmenten tonen (delen van) signaturen, die met vingerstreken zijn aangebracht. Men vermoedt dat dergelijke signaturen door de pannenbakker of de opzichter werden aangebracht om aan te geven dat een partij tegels werd goedgekeurd en klaar was voor het bakken. Signaturen kunnen verschillende vormen hebben. Eén van de gestempelde fragmenten (vondstnummer 25: sub 22) vertoont naast het TRA-stempel een signatuur in de vorm van twee concentrische cirkels (afb. 9-5).

Naast signaturen is er ook een fragment in baksel LR 2 waarop een streepje op de rand is aangebracht. Waarschijnlijk is dit een rekenmerk. Aangezien dergelijke streepjes dikwijls gevonden worden in de vorm van

Romeinse cijfers (met een V en/of X), gaat men ervan uit dat ze dienden om het aantal tegels of bakstenen in een stapel of lading aan te geven (Brodbribb 1987, 61). Tabel 9-5 laat zien dat de meeste indrukken voorkomen op fragmenten in baksel LR 2. Op stukken in de baksels LR 3, LR 5 en LR 7 zijn geen indrukken aangetroffen.

Opvallend is dat er geen onbewuste indrukken zijn aangetroffen. Dit duidt erop dat het om materiaal van een professionele oven gaat. Dit zijn vaak militaire producenten. Engelse studies hebben laten zien dat materiaal met veel onbewuste indrukken wijst op een minder professionele bakker. Dit zijn vaak mobiele bakkers of thuisbakkers. Het onderzoek van de villa in Kerkrade laat hetzelfde beeld zien. Hier vertoonde een groot deel van het keramisch bouwmateriaal van de villa dierenpoten. Het materiaal met deze onbewuste indrukken was daarnaast in een ander baksel gemaakt dan de militaire baksels op de site. Deze producten waren ook slordiger gemaakt (Kars 2005, 266).

Het ontbreken van onbewuste indrukken op de fragmenten en de aanwezigheid van signaturen wijzen op productie in een grootschalige, goed georganiseerde pannenbakkerij. Pas na de goedkeuring van de opzichter of toezichthouder werd de lading bakstenen of tegels naar de oven doorgestuurd. In een eenmansbedrijf zijn dergelijke maatregelen overbodig, aangezien de bakker in een dergelijk bedrijf zijn product zelf van vorming tot bakproces kan volgen.

### 9.2.2 Verspreiding en conditie

Het aantal fragmenten baksteen is zeer verschillend langs het tracé. Het varieert van één fragment in sleuf 7 tot 238 fragmenten in sleuf 3. In afbeelding 9-6 is de verdeling van het aantal bakstenen per sleuf langs het tracé te zien. Daarnaast is, voor een betere analyse, in afbeelding 9-7 de verdeling in procenten weergegeven.

In de grafieken is te zien dat fragmenten van baksel LR 2 te vinden zijn in alle sleuven, met uitzondering van sleuven 4 en 7. Daarnaast is baksel LR 6 ook, met uitzondering van sleuven 3 en 7, in alle sleuven aanwezig. Dit is zeer verrassend, omdat juist uit sleuf 3 de meeste fragmenten komen. Baksel LR 1 is in alle sleuven behalve sleuven 4, 5, 7 en 11 aanwezig. Het ontbreken hiervan in de genoemde sleuven is zeer waarschijnlijk een gevolg van de geringe aantallen van baksel LR 1. De hoge concentratie van baksel LR 1 in sleuf 3 is opvallend. Baksel LR 3 valt op doordat de fragmenten van dit baksel, op één vondst uit sleuf 7 na, enkel uit sleuf 3 afkomstig zijn. Daarmee vertoont dit baksel grote overeenkomsten met baksel LR 1. Het dakpanmateriaal uit sleuf 3 wijkt hierdoor sterk af van dat uit de overige sleuven. Opvallend is ook dat baksel 4 in het westelijke deel van de weg enkel in sleuf 3 voorkomt. Dit baksel concentreert zich dus aan de oostkant van de wegcontext. De baksels 5 en 7 zijn verspreid over het tracé van de *limes*weg aangetroffen en vertonen geen opmerkelijke concentraties.
Er is ook gekeken naar de fragmentatie van het materiaal en de verspreiding daarvan over het tracé. Al het materiaal is vrij sterk gefragmenteerd: slechts weinig fragmenten hebben een grootte van meer dan 120 mm (afb. 9-8 en 9-9). De meerderheid heeft een medium grootte (tussen 40 en 120 mm) of is klein (kleiner dan 40 mm). Als gekeken wordt naar de procentuele verdeling per sleuf valt op dat de fragmentatie groter is in het westelijke deel dan in het oostelijke deel. In het westelijke deel domineren kleine tot medium fragmenten, terwijl in het oostelijke deel de medium fragmenten domineren. In het oostelijke deel zijn ook grote fragmenten aangetroffen die in het westelijke deel, met uitzondering van sleuf 3, afwezig zijn.

In totaal zijn er 27 fragmenten (deels) secundair verbrand (afb. 9-10). Hiervan zijn zeven stukken zo zeer verbrand dat het oorspronkelijke baksel niet meer herkend kan worden. De fragmenten waarvan het baksel wel herkend is, zijn fragmenten in baksel LR 1, LR 2, en LR 6, waarbij baksel LR 2 het meest is vertegenwoordigd. Twee van de fragmenten vertonen daarnaast roetsporen. Deze zijn beide in baksel LR 2 gefabriceerd. De verbrande fragmenten zijn vooral terug te vinden in sleuf 14, hetgeen een mogelijke relatie met de wachttoren suggereert. Opvallend is dat uit sleuf 3, waar de meeste fragmenten zijn aangetroffen, geen fragmenten met sporen van verbranding zijn aangetroffen.

### 9.2.3 Discussie en conclusie

Het keramisch bouwmateriaal van de *limes*weg is zeer gefragmenteerd. Van slechts 16 % van het materiaal kon de vorm worden bepaald. Hierbij is het grootste deel afkomstig van tegulae en imbrices. Het materiaal kan worden ingedeeld in zeven, nauw gerelateerde, baksels (LR 1-LR 7). De baksels zijn zeer homogeen en er zijn slechts kleine variaties te zien. Dit geldt vooral voor de baksels LR 1 t/m LR 5. Geen van de hier aangetroffen vormen en randtypen kon exclusief worden gekoppeld aan een bepaald baksel. In twee van de baksels zijn er stempels te vinden. Zo kon baksel LR 1 worden geassocieerd met Tegularia Transrhenana en baksel LR 4 met Legio XV.

Het meest voorkomende baksel langs het tracé is LR 2. Dit baksel is in alle sleuven langs het tracé gevonden, met uitzondering van sleuf 4 en 7. Baksel LR 4 is vooral geconcentreerd in het oostelijke deel van de *limes*weg langs de wachttoren. Dat de baksels 1 t/m 4 ook op het wachttorenterrein en op De Balije-vindplaatsen gevonden zijn, wijst op overeenkomstige productieplaatsen of herkomstgebieden. Duidelijk is dat het materiaal van de *limes*weg in secundaire context gevonden is. Uit de mate

**Afb. 9-11** De bijl (vondstnummer 177), die werd aangetroffen op één van de noord-zuid georiënteerde stukken hout behorend tot de bouwweg. De bijl heeft een relatief smalle snede (ca. 7,5 cm) en had een steel van essenhout. Dergelijke bijlen worden wel pioniersbijlen genoemd en zijn geschikt voor vele doeleinden. Voor het kappen van bomen zijn ze echter minder geschikt. Foto: H. Lägers

**Afb. 9-12** IJzeren lanspunt (vondstnummer 179), die vermoedelijk na de bouw van de wegomlegging van 125 werd achtergelaten op de bodem van de crevassedepressie. De lanspunt heeft een lengte van ruim 25 cm. Foto: H. Lägers

**Afb. 9-13** Fragment van een bronzen schildrand (vondstnummer 215), aangetroffen op de bodem van de crevassedepressie. Op de meegegoten bevestigingslip is een afdruk zichtbaar van een 7 mm brede nagelkop waarmee deze rand op het houten schild was bevestigd. Foto: H. Lägers

**Afb. 9-14** Klein, bronzen beslagstukje van een militaire gordel met inleg van groene en rode email (vondstnummer 209). Foto: H. Lägers

**Afb. 9-15** In de sleuven 3/8/13 werd aan de voet van de zuidelijke flank van de *limes*weg een concentratie metalen voorwerpen aangetroffen, bestaande uit twee identieke scharnierfibulae (vondstnummer 9), een denarius van Elagabalus (218-222) (vondstnummer 8), een bronzen sestertius van Vespasianus (69-79) (vondstnummer 62), drie bronzen ringetjes (vondstnummer 9, 27 en 195), een ijzeren ringetje (vondstnummer 72) en een onbekend ijzeren object (vondstnummer 63). (De ijzeren voorwerpen zijn niet afgebeeld.) De fibulae dateren net als de denarius van omstreeks 225. Aangezien de vondsten werden afgedekt door een ca. 40 cm dikke flank moet de *limes*weg nog geruime tijd na dat jaar in gebruik zijn gebleven. Foto: H. Lägers

van fragmentatie blijkt dat het materiaal is hergebruikt om de weg te verharden. Aangezien er, met uitzondering van baksel LR 1, LR 3 en LR 4, geen duidelijke concentraties van baksels zijn aangetroffen, is het waarschijnlijk dat het gehele traject in één keer is aangelegd. Er zijn op basis van de drie baksels en de mate van fragmentatie wel twee kleine verschillen te zien tussen het oostelijke en westelijke deel. Opmerkelijk is het geringe aantal misbaksels. Dit is echter te verklaren als van een secundair gebruik wordt uit gegaan. Misbaksels zullen al voor het eerste gebruik gedumpt worden en dus niet of nauwelijks bij secundair gebruikt materiaal zitten. Het is ook opmerkelijk dat de baksels alle zeer dicht bij elkaar liggen. Als gekeken wordt bij andere sites, zoals Woerden en Alphen aan den Rijn, dan lijkt het een afzonderlijke bakselgroep te zijn. Het materiaal is gezien de stempels vroeg te dateren, vóór 70. Dit zegt echter niks over de periode waarin het materiaal is gedumpt, enkel dat de gebouwen waar het materiaal vandaan komt vroeg te dateren zijn. Ook opmerkelijk is dat er enkel dakmateriaal is aangetroffen, terwijl bij het wachttorenmateriaal ook drie wandtegels zijn aangetroffen.

## 9.3 Metaal *(M. Hendriksen)*

Tijdens het project LR31 zijn bij het archeologisch onderzoek van de *limes*weg in totaal 171 complete of gefragmenteerde metalen voorwerpen aangetroffen. Afgezien van vondsten uit de Romeinse tijd zijn ook middeleeuwse, post-middeleeuwse en metalen voorwerpen uit de nieuwe tijd aangetroffen. De metalen voorwerpen zijn op twee manieren gevonden, namelijk met behulp van een metaaldetector en bij het handmatig couperen en afwerken van de grondsporen. Bij het aanleggen van elke sleuf werd eerst de toplaag van de bouwvoor verwijderd, waarna de sleuf met de metaaldetector werd onderzocht. Vervolgens werd gedurende het verdiepen naar vlak 1 in lagen van 5 cm machinaal verdiept. Na iedere haal van de graafmachine werd met de metaaldetector gezocht, waarbij de bouwvoor niet werd overgeslagen. Metaalvondsten uit deze bouwvoor werden ingemeten om zo later aan een eventueel onderliggend grondspoor gekoppeld te kunnen worden. Bij het aanleggen van diepere vlakken werd op een zelfde manier gezocht naar metalen voorwerpen.

Van de 171 metaalvondsten zijn er 146 vervaardigd uit ijzer, negentien uit brons, vijf uit lood/tin en één uit zilver. Het merendeel van het materiaal verkeerde in een zeer slechte staat. Met name de ijzeren en bronzen voorwerpen waren voorzien van een dikke corrosielaag. Alle voorwerpen zijn voor zover mogelijk door M. Hendriksen gereinigd en optisch gedetermineerd. De Romeinse munten zijn gedetermineerd door B.J. van der Veen van destijds het Rijksmuseum Het Koninklijk Penningkabinet.

**De Romeinse metalen voorwerpen**
In totaal werden 138 metalen voorwerpen uit de Romeinse periode aangetroffen. De vondsten worden per context beschreven, waarbij de volgende onderverdeling is gemaakt:

- De wegomlegging uit 125
- De zuidflank van de Romeinse weg
- De rivierdoorbraak uit de derde eeuw

**De wegomlegging uit 125**
Alle vondsten uit deze context werden aangetroffen boven en vooral onder het liggende hout ten zuiden van de weg in sleuf 11. Van de 29 uit deze context afkomstige vondsten zijn er achttien sandaalnageltjes (vondstnummers 206, 207, 209, 210, 214, 217, 226). Hiervan werden zestien aangetroffen onder het liggende hout en één in het weglichaam. Van één sandaalnagel was de exacte context niet geheel duidelijk. De vondst van de zestien sandaalnagels onder het liggende hout onderbouwt de veronderstelling dat er over de laag met de takkenbossen is gelopen. Daarnaast zijn vijf ijzeren nagels aangetroffen (vondstnummers 187, 202, 205, 206, 210). Hiervan werden drie aangetroffen onder het liggende hout, terwijl van de overige twee de exacte context niet duidelijk is. De nagels zijn mogelijk afkomstig uit de beschoeiingsplanken, die van hergebruikt hout vervaardigd lijken te zijn. Wellicht werden de nagels ter plekke en voorafgaand aan het hergebruik verwijderd om verwonding te voorkomen. Dit vormt wederom een aanwijzing dat bouwweg en beschoeiing in één keer zijn aangelegd. Een veelzeggende vondst is een ijzeren bijl met een lengte van 16,5 cm (vondstnummer 177), aangetroffen direct op één van de liggende stammen aan de westzijde van de opgevulde depressie (afb. 9-11). De slecht geconserveerde essenhouten steel was grotendeels aanwezig. De bijl is niet alleen gebruikt om hout te kappen of te klieven, maar deed tevens dienst als hamer, getuige de braamvorming op de platte achterkant. Ca. 1 m ten noordwesten van de bijl werd een 25,5 cm lange ijzeren lanspunt (vondstnummer 179) aangetroffen (afb. 9-12). In de omgeving van de bijl werd bovendien een deel van een vooralsnog onbekend ijzeren voorwerp (vondstnummer 180) gevonden. Onder het liggende hout werden onder meer een fragment van een schildrand en een beslagstukje aangetroffen. Bij het bronzen schildrandfragment (vondstnummer 215) is de ovale vorm van het schild nog goed waarneembaar (afb. 9-13). Op de meegegoten bevestigingslip is duidelijk een indruk zichtbaar van de 7 mm brede nagelkop waarmee de schildrand op het houten schild werd bevestigd. Het kleine bronzen beslagstukje (vondstnummer 209) is voorzien van groene en rode email en heeft deel uitgemaakt van een militaire gordel (afb. 9-14). In het kleipakket boven het liggende hout werd een bronzen as van Tiberius aangetroffen (vondstnummer 176), die moet zijn geslagen tussen 14 en 37 na Chr. De as is van het type ‘altaar van Lyon’ en draagt het opschrift ‘Divus augustus’.

**Afb. 9-16** Sestertius van Lucilla (vondstnummer 162), die werd aangetroffen in de bedding van de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw in het westelijke deel van sleuf 11. De munt werd geslagen onder Marcus Aurelius tussen 164 en 169. Foto: H. Lägers

**De zuidflank van de Romeinse weg**

Alhoewel de zuidflank van de Romeinse weg in nagenoeg alle sleuven werd aangetroffen, zijn slechts op het snijpunt van de sleuven 3, 8 en 13 metaalvondsten afkomstig uit deze context. Deze voorwerpen werden sterk geconcentreerd aangetroffen onderaan het zuidelijke talud van de weg. Het merendeel van deze vondsten heeft vermoedelijk behoord tot één vondstcomplex. Mogelijk is hier sprake van een bronsdepot voor hergebruik (afb. 9-15).

Twee fragmenten van twee identieke zogenoemde scharnierfibulae met lange armen, ook wel armbrustscharnierfibula Riha 6.4 genoemd (Riha 1994, 145), werden samen met een bronzen ringetje (vondstnummer 9) aangetroffen. Bij één exemplaar betreft het alleen de naaldschoen en een gedeelte van de beugel; het andere exemplaar is afgezien van de linkerarm en de naald compleet. De ontbrekende delen misten waarschijnlijk al op het moment dat de fibulae in de grond terechtkwamen. Bij beide exemplaren zijn nog resten van vertinning zichtbaar. Dit type militaire fibulae lijkt pas vanaf het einde van het eerste kwart van de derde eeuw in gebruik te zijn gekomen (Gechter 1980, 592). Later hebben ze zich ontwikkeld tot de zogenaamde 'drieknoppen-fibulae' (Haalebos 1986, 58). De datering van de fibulae komt treffend overeen met die van een zilveren denarius van Elagabalus, die moet zijn geslagen tussen 218 en 222 (vondstnummer 8). De denarius werd aangetroffen op een afstand van slechts 20 cm van de fibulae. Van veel oudere datum is een bronzen sestertius van Vespasianus, daterend uit de periode van 69 tot 79 (vondstnummer 62). Deze munt bevond zich zo'n 1,5 m ten zuidoosten van de beide fibulae en de denarius. Verder kunnen aan deze vondstconcentratie twee bronzen (vondstnummers 27 en 195) en één ijzeren ringetje (vondstnummer 72; niet afgebeeld in afb. 9-15) worden toegevoegd. Van één ijzeren object (vondstnummer 63; niet afgebeeld in afb. 9-15) kan de functie niet meer worden bepaald.

In sleuf 13 werd op een afstand van ca. 10 m ten zuidwesten van de fibulae uit sleuf 3 een ijzeren speerpunt in zeer fragmentarische staat aangetroffen (vondstnummer 196). De gereconstrueerde lengte bedraagt ca. 9 cm en het blad is voorzien van brede schouders. Vanwege deze brede schouders is het aannemelijk dat het een werpspeer betreft. Een dergelijke speerpunt blijft steken op het moment dat er een poging word ondernomen de speer uit het lichaam te trekken (Bakker 1997).

**De rivierdoorbraak uit de derde eeuw**

De vondsten die werden aangetroffen in de beddingafzettingen van de tweede rivierdoorbraak uit de derde eeuw dateren alle uit een vroegere periode en zijn waarschijnlijk van elders aangevoerd met de stroom van het water. Naast 21 ijzeren nagels (vondstnummers 17, 25, 160, 163, 174) zijn er 64 sandaalnageltjes gevonden (vondstnummers 17, 25, 158, 159, 160, 163, 174). Deze werden verspreid over de bodem van de bedding aangetroffen. De rivier heeft een aanzienlijke sectie van de *limes*weg verspoeld, als gevolg waarvan het grinddek op de bodem van de geul terechtkwam. De vele sandaalnageltjes moeten zich hebben bevonden tussen het grind van de weg. Eenmaal op de bodem van de rivier werden ze van zuurstof afgesloten, wat hun goede conservering verklaart. Dit in tegenstelling tot de nageltjes die op het wegdek bleven liggen en als gevolg wel aan corrosie onderhevig waren. Dergelijke gunstige conserveringscondities gaan ook op voor een aantal bronzen voorwerpen. Zo is er een klein bol siernageltje (vondstnummer 17) en een sestertius van Lucilla (geslagen onder Marcus Aurelius tussen 164 en 169; afb. 9-16), die vrijwel in nieuw staat verkeren. Twee voorwerpen kunnen als netverzwaring worden aangeduid. De één bestaat uit een plat stukje lood dat tot een cilindertje is opgerold (vondstnummer 163), de andere is rond in diameter en heeft een centraal gat (vondstnummer 174). Van een ijzeren *stilus* (vondstnummer 17) werd alleen het bovenste gedeelte aangetroffen. Ook werden twee ronde ringen aangetroffen, waarvan er één vervaardigd is uit brons (vondstnummer 159) en één uit ijzer (vondstnummer 174). Van zes kleine ijzeren fragmenten (vondstnummers 17, 25, 160, 219, 223) en een loden object (220) is de functie niet meer te achterhalen.

**De middeleeuwse en postmiddeleeuwse metalen voorwerpen**

Zestien metaalvondsten dateren uit de Middeleeuwen, terwijl zeventien postmiddeleeuwse metalen voorwerpen werden aangetroffen. Deze 33 voorwerpen zijn afkomstig uit perceelsgreppels of werden gevonden tijdens het aanleggen van de sleuven. Vermoedelijk moeten de voorwerpen in verband gebracht worden met de middeleeuwse Goedenburch, gelegen direct ten zuiden van het huidige opgravingsterrein (zie hoofdstuk 8). Dit complex bestond uit een boerderij - vermoedelijk gesitueerd op de plek van de huidige boerderij - en een zogenaamde 'stenen camer', gelegen direct langs de Zandweg en ten zuidwesten van de boerderij.

Van de zestien middeleeuwse vondsten bestaan er acht uit nagels van gevarieerde afmetingen (vondstnummers 33, 41, 277, 291). Een fragment van een zogenaamd golfrandijzer (vondstnummer 194) is, samen met twee hoefijzernagels (vondstnummers 41 en 277), te dateren vóór het midden van de veertiende eeuw. Een fragment van een prikspoor (vondstnummer 35) is voorzien van een spitspiramidevormige punt en heeft een korte schacht. Dit type spoor moet worden gedateerd in de twaalfde eeuw (Hendriksen 2004, 76). Een ruitvormig fragmentje van lood/tin is onderdeel van een pelgrimsinsigne of draagspeldje geweest (vondstnummer 241). Een enigszins vergelijkbaar exemplaar staat afgebeeld in deel II van het standaardwerk *Heilig en Profaan* (Van Beuningen e.a. 2001, afb. 2122). Een fragment van een meslemmet (vondstnummer 277) is voorzien van een angel bedoeld voor de bevestiging van een opsteekheft. Van een plaatje lood (vondstnummer 42) en een klein fragment brons (vondstnummer 41) is de functie niet meer te achterhalen.

De postmiddeleeuwse vondsten bestaan uit enkele nagels (vondstnummers 77 en 200). In de nieuwe tijd te plaatsen is een drietal achttiende-eeuwse koperen duiten (vondstnummers 77, 200, 357), een messing knoop met roosmotief uit de eerste helft van de zeventiende eeuw (vondstnummer 200), een achttiende-eeuwse messing vingerhoed (vondstnummer 77) en een hoefijzer (vondstnummer 4).

**Afb. 10-1** Detail van de zuil van Traianus te Rome. Een soldaat is een boom aan het omkappen, terwijl twee collega's een op maat gezaagde of gehakte stam tussen zich in aan een touw dragen met behulp van een soort juk.

# 10 Synthese

Volstrekt tegen de verwachting in werden tijdens het project LR31 ten zuiden van de beschermingszone van de *limes*weg restanten van een klein doch dynamisch deel van de Romeinse rijksgrens aangetroffen. De twee wachttorens in sleuf 9 en 14 hebben een schat aan informatie opgeleverd over de constructiewijze en de lay-out van vroege wachttorens. Tevens is een goed beeld verkregen van de materiële cultuur van deze kleine militaire installatie en het dieet van de wachttorenbemanning. Tegelijkertijd werden in vijf sleuven dwars door de beschermingszone van de *limes*weg en in een aantal sleuven ten zuiden daarvan bermbeschoeiingspalen en delen van het opgehoogde weglichaam aangetroffen. Het grootste deel van weg binnen de grenzen van het opgravingsterrein bleef in gebruik van de eerste eeuw tot rond het midden van de derde eeuw. Aan de westzijde van het opgravingsterrein werden echter aanwijzingen gevonden voor een meervoudige strijd van de Romeinse soldaten tegen de rivier en het gevaar dat deze vormde voor de *limes*weg. In het eerste kwart van de tweede eeuw sloeg de rivier een gat in het weglichaam, waarna in 124/125 een wegomlegging werd geconstrueerd. Met de toen getroffen maatregelen slaagden de soldaten er in om de rivier meer dan 100 jaar te beteugelen, waarna deze rond het midden van de derde eeuw alsnog een tweede maal toesloeg. Kort daarna verlandde de riviergeul en lijkt de *limes*weg in onbruik te zijn geraakt.

## 10.1 De limesweg vóór 125

Het onderzoek aan de Zandweg heeft de exacte datering van de oudste beschoeide *limes*weg niet aan kunnen tonen. Wel kan op basis van het ruimtelijk voorkomen van deze weg in relatie tot het wachttorenterrein uit sleuf 9 en 14 worden verondersteld dat er vóór de Flavische periode geen opgehoogd weglichaam heeft bestaan op deze plek (zie Bijlage I). Daarmee blijft onopgehelderd of er ten tijde van de wachttorens een eenvoudige landroute heeft bestaan en waar deze was gelegen.

In de vijf noord-zuid georiënteerde sleuven kon de *limes*weg over een afstand van 275 m worden waargenomen. Afgezien van de tweede-eeuwse wegomlegging is het tracé van de weg binnen de grenzen van het huidige onderzoeksterrein onveranderd gebleven tot in de derde eeuw. De weg liep direct ten noorden van het eerste-eeuwse wachttorencomplex langs, gelegen op het hoogste punt in het landschap. Het is de vraag waarom bij de aanleg van de eerste weg aan het einde van de eerste eeuw dit hoge punt in het landschap (waar op dat moment geen wachttoren meer stond) ogenschijnlijk doelbewust werd vermeden. Een mogelijke verklaring is gebaseerd op de veronderstelling dat bij het vaststellen van het tracé voor de eerste verhoogd aangelegde weg een oudere (archeologisch niet-traceerbare) landroute als uitgangspunt is genomen. In dat geval is de breedte van deze landroute vermoedelijk aanzienlijk kleiner geweest dan die van de latere weg, aangezien deze anders ruimtelijk niet te verenigen valt met de buitenste kringgreppel van de toren uit fase 2 (ca. 62 - 69 na Chr.).

**De limesweg vóór ca. 100**

De *limes*weg heeft gedurende zijn bestaan continu bloot gestaan aan verval, veroorzaakt door onder meer betreding en regenval. Als gevolg hiervan is er waarschijnlijk regelmatig onderhoud uitgevoerd, waarbij het weglichaam werd opgehoogd en er nieuwe wegverharding werd aangebracht. Bijgevolg is het moeilijk om aan te tonen hoe de *limes*weg er in zijn beginperiode uit heeft gezien. In sleuf 7 echter werd zowel het weglichaam van vóór 125 als dat van de wegomlegging van dat jaar aangetroffen. Onderin het weglichaam van deze pre-125 *limes*weg werd een grindhoudende zavellaag aangetroffen. Vermoedelijk weerspiegelt dit grindhoudende zavelpakket de toplaag van de oudste weg (van vóór 100?). (Deze oudste weg vertoont grote overenkomsten met die van fase 1 van De Balije, die eveneens vóór 100 is gedateerd: Langeveld en Luksen-IJtsma in voorb.) Het grindhoudende zavelpakket heeft een dikte van zo'n 20 cm en werd waargenomen over een breedte van ca. 2,25 m. Onder de zavellaag bevond zich een 20 tot 30 cm dik pakket zware zavel dat als ophogingpakket is geïnterpreteerd. Kennelijk lag deze oudste weg op een lichte verhoging. De top van het wegdek zal zo'n 40 tot 50 cm boven het Romeinse maaiveld hebben uitgestoken. Het ophogingspakket had een waargenomen breedte van ruim 5,5 m en werd aan de noordzijde afgesneden door de geulafzettingen van de eerste rivierdoorbraak uit het eerste kwart van de tweede eeuw. Aan de zuidzijde werd de grindhoudende zavellaag afgesneden door een recente kadaverkuil. Ten zuiden van deze kuil waren drie dunne zavel- en kleilagen zichtbaar, die in zuidelijke richting enigszins naar beneden doken (taludsteilte van 5,3 %). Waarschijnlijk kan in deze lagen het zuidelijke talud van de vroegste *limes*weg worden herkend. Afgezien van oer- en mangaanconcreties in het middelste zavelpakket bevatten de drie lagen geen grind of ander materiaal.

In sleuf 3 en sleuf 7 werden zachthouten palen aangetroffen die vermoedelijk tot de weg van voor 125 gerekend moeten worden. In sleuf 7 werd slechts één elzenhouten paaltje aangetroffen, op basis waarvan weinig uitspraken gedaan kunnen worden. In sleuf 3 echter werden twee zachthouten bermbeschoeiingen met een onderlinge afstand van 10 tot 15 cm aangetroffen, die beide onderdeel uitmaakten van de zuidelijke bekisting van het weglichaam. Als gevolg van een derde-eeuwse rivierdoorbraak was van beide zuidelijke bermbeschoeiingen het oostelijke deel weggeslagen, terwijl de noordelijke beschoeiing van beide wegfasen volledig was verdwenen.

De noordelijke van de twee zuidelijke bermbeschoeiingen werd gevormd door 25 palen met in de meeste gevallen een tussenruimte van enkele centimeters. De palen hadden diameters van 5 tot 9 cm en waren bewaard tot een lengte van 32 tot 57 cm. Op drie wilgenhouten en een eikenhouten paal na waren alle vervaardigd van elzenhout. Er werden geen restanten van horizontale planken of ander bekistingsmateriaal aan de binnenzijde van de palenrij aangetroffen. Deze zouden op een hoger niveau wel aanwezig kunnen zijn geweest. In dat geval bevonden deze zich boven het Romeinse maaiveld. De palen waren ingeslagen tot een diepte van 53 tot 83 cm onder Romeins maaiveld. Vanwege deze geringe diepte kan worden vermoed dat de palen niet de grond in werden geheid, maar geslagen met een moker of handmatig opgetild heiblok. De geringe diepte én diameter van de ingeslagen palen en het feit dat deze waren vervaardigd van zachthout, zullen een beperkte stevigheid van de individuele palen tot gevolg hebben gehad. Mogelijk werden tijdens het bouwen van de beschoeiing in sleuf 3 daarom de palen nagenoeg zij-aan-zij ingeslagen. Door het aantal palen te vergroten kon toch een beschoeiing met de gewenste stevigheid worden verkregen.

De oudste bermbeschoeiing is op een gegeven moment vervangen door een nieuwe, die direct ten zuiden daarvan werd geplaatst. Van deze zuidelijke van de twee bermbeschoeiingen werden delen van elf palen met een onderlinge afstand van 2 tot 25 cm aangetroffen, alle vervaardigd van elzenhout. De palen hadden diameters van 7 tot 14 cm. De gemiddelde diameter was enigszins groter dan die van de noordelijke palenrij. De bewaarde houtdelen hadden een lengte van 60 tot 78 cm. Op basis van de verschillen in onder meer houtgebruik (gekloofd versus rondhout), diameter, aanpuntingsvorm en het ontbreken van identieke braampatronen tussen beide palenrijen kan worden vermoed dat beide rijen behoren tot verschillende fasen. In het project Waterland (sleuf 2) zijn meerdere fasen zachthouten bermbeschoeiing van vóór 100 aantoonbaar (Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.).

In de oostelijke helft van het opgravingsterrein werd aan de zuidzijde van de weg over een afstand van 73 m een bermgreppel aangetroffen. De greppel had een breedte van 1,4 m en diepte van 40 cm, en bevond zich op een afstand van ca. 12,5 m vanaf het centrale weglichaam. Aangezien de greppel aan de westzijde van sleuf 14 niet afbuigt in zuidelijke richting (met andere woorden: niet mee loopt met de wegomlegging die op dit punt afbuigt van het tracé van de oorspronkelijke *limes*weg) mag worden verondersteld dat de greppel is gegraven vóór 125.

**De limesweg tussen ca. 100 en 125**

In het westprofiel van sleuf 7 werden tevens enige aanwijzingen voor het uiterlijk van het weglichaam tussen ca. 100 en 125 aangetroffen. In deze periode, mogelijk bij een grote bouwcampagne die elders in Leidsche Rijn voor het jaar 100 is vastgesteld, werd het weglichaam opgehoogd, waardoor het meer dan ca. 90 cm boven Romeins maaiveld moet hebben uitgestoken. Van dit weglichaam was het zuidtalud aanwezig, bestaande uit een ca. 25 cm dik zavelpakket met zeer veel grind en relatief grote keien (taludsteilte 20,5 %). Het noordtalud was verdwenen als gevolg van de tweede-eeuwse rivierdoorbraak. Er werden geen restanten van een houten bermbeschoeiing aangetroffen.

**Natuursteen wegverharding**

Het verhardingsmateriaal uit de toplaag van het weglichaam zal door betreding en regenval waarschijnlijk met regelmaat op de taluds zijn afgeschoven. In combinatie met periodieke ophogingen van het weglichaam en het aanbrengen van een nieuwe toplaag leidt dit tot onzekerheid bij het bepalen van de datering van aangetroffen verhardingsmaterialen. In het verhardingsmateriaal van de oudste weg in het westprofiel van sleuf 7 werd slechts grind aangetroffen, zonder bijmenging van dakpan- of tufsteenfragmenten.

Van de zeven onderzochte grindmonsters kunnen er vier worden toegeschreven aan de *limes*weg van vóór 125. De monsters met de vondstnummers 48 en 49 zijn afkomstig uit het zuidtalud van ca. 100 tot 125 in het westprofiel van sleuf 7. Een derde monster (sleuf 11, vondstnummer 208) is afkomstig van de bodem van de crevasse rondom de ingeslagen palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging van 125. Dit materiaal heeft vermoedelijk onderdeel uitgemaakt van het wegdek van de *limes*weg van vóór 125, werd tijdens de eerste rivierdoorbraak verspoeld en bleef vervolgens achter op de bodem van de crevasse. Het vierde monster is afkomstig uit de onderste grindlaag in het noordprofiel van sleuf 9 (vondstnummer 354). Deze laag, die aanzienlijk minder grind bevatte dan de bovenste, was direct op de sporen van de wachttorens gelegen. Dit maakt een vroege datering van deze grindhoudende laag aannemelijk. Tussen het grind van dit laatste monster werden dakpanfragmenten en stukjes tufsteen aangetroffen.

Voor de vier monsters kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Monsters 48 en 49 (alhoewel

aangetroffen in hetzelfde talud) zijn afkomstig uit duidelijk verschillende herkomstgebieden. Monster 48 is hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit Maasafzettingen, terwijl de aanwezigheid van Taunuskwartsiet in vondstnummer 49 op een Rijnherkomst duidt. De monsters 49 en 208 zijn goed vergelijkbaar, al bevat het laatste monster ook Maasgesteenten. Het is goed mogelijk dat beide monsters dezelfde herkomst hebben, maar dat vanwege de lage aantallen deze eerste toevallig geen Maascomponenten bevat. Net als monster 49 heeft monster 354 een pure Rijnherkomst. Al met al kan worden gesteld dat reeds in de beginperiode van de weg gebruik is gemaakt van grind en keien uit verschillende herkomstgebieden. De aanwezigheid van verhardingsmateriaal van verschillende herkomst in één talud lijkt te betekenen dat de verschillen in herkomstgebied niet zozeer op chronologische gronden verklaard kunnen worden.

### 10.1.2 Houtgebruik en logistieke aspecten *(S. Lange)*

Voor de bermbeschoeiingen van de eerste-eeuwse *limes*-weg werd hoofdzakelijk elzenhout gekozen. Elzenhout staat in het algemeen bekend om een geringe duurzaamheid. In de waterbouw echter, voor oeverstructuren en dergelijke, heeft elzenhout een relatief hoge duurzaamheid. Daarnaast is elzenhout gemakkelijk te bewerken en zal het ruimschoots in de nabije omgeving van het tracé aanwezig zijn geweest.

Gebaseerd op het feit dat vooral palen met een gemiddelde diameter zijn waargenomen, kan men ervan uitgaan dat de elzen werden geselecteerd op diameter, lengte en groeivorm. Er zijn weinig palen met een diameter kleiner dan 6 cm aangetroffen. Stamhout met grotere diameters werd gespleten. Door het splijten van de stammen verkregen de palen een doorsnede vergelijkbaar met die van de rondhouten, namelijk ca. 8 cm. Opvallend is dat de stammen relatief knoestig waren en deels ook krom gegroeid. Deze tamelijk slechte kwaliteit spreekt voor een exploitatie van een min of meer ongerepte houtopstand, mogelijk een elzenbroekbos. De logistieke criteria die ten grondslag hebben gelegen aan de houtkeuze tijdens deze eerste aanlegfase en de jongere eikenhouten fase verschillen minder dan men op het eerste gezicht zou verwachten. Het gebruik van één houtsoort die algemeen voorkomt in de lokale houtopstanden, waardoor geen grote afstanden moesten worden afgelegd, kan worden geduid in de zin van een 'least effort'-aanpak. Er werd geen hout secundair gebruikt.

De bewerkingssporen op de houtvondsten zijn glad en scherp. Op veel palen was de schors nog aanwezig. Het hout zal direct of kort na de kap van de bomen zijn verwerkt. Wat de logistieke processen betreft, zullen deze veel overeenkomsten vertonen met die van de wegomlegging van 125. Er zijn duidelijke voordelen aan het gebruik van elzenhout verbonden, zoals de hoeveelheid els in de omgeving (beschikbaarheid) en het relatief lage gewicht van els (in vergelijking met groene eik). De verwerking van het hout bestond bijna uitsluitend uit het aanpunten van de rondhouten. Elzen met een grotere diameter werden gekloofd in twee of vier stamdelen. Elzenhout is gemakkelijker te bewerken dan eiken(kern) hout. De variatie aan bewerkingssporen is dan ook klein. Alleen bijlafslagen werden waargenomen. Op geen van de elzenhouten palen zijn zaagsporen aangetroffen. De breedte van de diverse bijlsnedes is minder variabel dan op het eikenhout van de jongere fase en lag gemiddeld bij 6 cm. (Dit zou echter het gevolg kunnen zijn van de geringere diameters.) Een belangrijke waarneming op één elzenhouten paal (vondstnummer 150, H1) waren touwindrukken rondom de stam, net zoals op enkele eiken palen uit de jongere fase. Waarschijnlijk werd touw gebruikt om de elzen na het kappen in richting bouwplaats te transporteren. Helaas betreft het een vondst in verspoelde context die niet met zekerheid met de eerste-eeuwse *limes*weg in verband kan worden gebracht.

## 10.2 De wegomlegging van 125

### 10.2.1 De tweede-eeuwse rivierdoorbraak en de bouwweg

Vermoedelijk kort voor 125 sloeg een zuidelijke bocht van de Heldammer rivier een gat in het opgehoogde weglichaam. Nadat de buitenbocht van de rivier volledig door het weglichaam heen was gebroken, ontstond een ca. 16 m brede crevasse, die in zuidelijke richting stroomde. Door de extra waterafvoer via de crevasse zal het eroderende vermogen van de rivier zelf zijn afgenomen, als gevolg waarvan het gat in de *limes*weg beperkt bleef tot een lengte van ca. 50 m. De zone waar de rivierbocht het weglichaam erodeerde had in de Romeinse tijd een maaiveldhoogte van 0,80 m-NAP en was gelegen tussen twee relatief hoge plekken in het landschap (met maaiveldhoogtes van 0,30 tot 0,48 m-NAP). Deze hoogteverschillen zullen waarschijnlijk mede bepalend zijn geweest voor de plek waar de rivier haar bocht verlegde. De crevasse liet een ondiepe depressie achter met een diepte van 60 cm onder Romeins maaiveld. Onder in de depressie werd een grijze kleilaag met verspoeld materiaal van het wegdek (stukken natuursteen en grind) en schelpen achtergelaten.

Het is niet duidelijk hoeveel tijd vóór 125 de rivierdoorbraak plaatsvond. Mogelijk moet de noord-zuid georiënteerde palenrij H9 worden geïnterpreteerd als een beschoeiing aan de westzijde van de crevasse, dus daterend van voor de wegomlegging. In dat geval mag er van worden uitgegaan dat de rivierdoorbraak niet in 125 heeft plaatsgevonden, maar op zijn minst enkele jaren eerder.

**De bouwweg**
Na het droogvallen van de crevasse werd de depressie die deze achterliet, opgevuld met takkenbossen, die met de nodige zorg werden gedeponeerd. Aan de westzijde van de depressie werden bovendien noord-zuid georiënteerde planken, stammen en takken gebruikt voor het verkrijgen van een stevige ondergrond. De zone met takkenbossen is breder dan 3 m geweest. Op één punt kon worden waargenomen dat minstens drie afzonderlijke lagen met takkenbossen op de bodem van de crevasse werden gelegd, waarbij de oriëntatie per laag verschilde. Bij een deel van de takken kon worden vastgesteld dat ze gebundeld waren. De resterende dikte van de laag met takken lag tussen de 5 en 15 cm. Het merendeel van de takken was afkomstig van wilg, terwijl ook elzenhouten exemplaren werden aangetroffen. Op één punt werd een pakket wilgenbladeren aangetroffen. Daarnaast bevond zich aan de uiterste westrand van de depressie tussen twee noord-zuid georiënteerde, eikenhouten planken een rietpakket. Op een enkel punt werd direct boven de takkenbossen een grindhoudend zavelpakket aangetroffen. Mogelijk dat dit grind doelbewust is aangebracht op de takken om de beloopbaarheid van de bouwweg te vergroten. Tussen de takken werden onder meer vele sandaalnageltjes, een schildrandfragment en een beslagstukje gevonden

De takken zijn vermoedelijk niet alle op hetzelfde moment gekapt. Van een monster waren de wilgentakken gekapt aan het begin van de groeiperiode (maart/april), van een ander juist in de wintermaanden. De spreiding in diameter (0,5 tot 3,5 cm) en leeftijdsopbouw (0 tot 14 jaar) van deze beide takkenmonsters was groot. Sommige takken hadden relatief veel zijtakken en waren afkomstig uit een 'wild' of onbeheerd bosbestand. Het merendeel van de takken bleek echter vlak tegen het einde van het groeiseizoen gekapt, dat wil zeggen rondom de overgang van het najaar naar de winter. Deze bestonden uit lange, rechte takken met weinig knoesten of zijtakken. De variatie in diameter en leeftijd was beperkt. Het is aannemelijk dat deze takken uit beheerde bosbestanden afkomstig waren. Ruimtelijk gezien is er geen verschil op te merken tussen de takken die op de overgang najaar/winter zijn gekapt en de twee takkenbossen uit het voorjaar en de winter, en het is dan ook aannemelijk dat ze gelijktijdig zijn gedeponeerd. De takken die in het voorjaar zijn gekapt hadden (deels volgroeide) bladeren die nog stevig vastzaten. Ze moeten dan ook direct na het kappen zijn gedeponeerd. Het is daarmee waarschijnlijk dat alle takkenbossen in het voorjaar zijn gedeponeerd. Dat zou betekenen dat de takken die rond de overgang van het najaar naar de winter zijn gekapt (en vermoedelijk afkomstig waren uit een beheerd bosbestand) enkele maanden opgeslagen moeten zijn geweest voordat ze werden aangewend.

Aan de westzijde van de crevasse-depressie werden in totaal elf stuks liggend eikenhout met een noord-zuid oriëntatie aangetroffen. Hiervan werden er acht onderzocht: twee planken, vijf grote takken en een stamfragment. Vermoedelijk maakte al dit noord-zuid georiënteerde hout onderdeel uit van de bouwweg. De twee planken leken sterk op de planken die werden gebruikt bij de constructie van het beschot van de zuidelijke bermbeschoeiing. Het is waarschijnlijk niet toevallig dat het noord-zuid georiënteerde hout juist op de schuine helling van de depressie lag. Aangezien het hout niet haaks op de helling maar juist parallel daaraan was gedeponeerd, dienden de stammen, planken en takken als 'traptreden', waardoor het mogelijk werd tegen de helling omhoog te lopen. Ook aan de oostzijde van de crevassedepressie werd een noord-zuid georiënteerd stuk hout gevonden. Dit werd afgedekt door één van de oost-west georiënteerde stukken afvalhout, lag eveneens op het punt waar de bodem van de depressie omhoog kwam en zou daarom ook onderdeel gevormd kunnen hebben van de bouwweg. Mogelijk lagen er ook aan deze zijde van de depressie meerdere noord-zuid georiënteerde stukken hout, die als gevolg van de gebrekkige conserveringstoestanden echter niet bewaard bleven.

### 10.2.2 Tracé en profielopbouw

**Tracé**
Als reactie op de rivierdoorbraak werd over een afstand van ca. 90 m een wegomlegging gemaakt. Deze splitste zich af van het oorspronkelijke tracé direct ten noorden van het wachttorenterrein en sloot hier vermoedelijk weer op aan ter hoogte van het westelijke deel van sleuf 11. De nieuwe wegsectie was aan beide zijden voorzien van een bermbeschoeiing, vervaardigd van eikenhouten, ingeslagen palen en horizontale planken. Alleen in sleuf 7 werden restanten van zowel de noord- alsook de zuidbeschoeiing waargenomen met een onderlinge afstand van 5 m.

De grootste verschuiving in zuidelijke richting van de wegomlegging ten opzichte van het oorspronkelijke tracé bedroeg zo'n 9 m. De afstand tussen de noordelijke beschoeiing van de vernieuwde wegsectie en de zuidelijke rand van de rivierbocht zou wel eens niet meer dan ca. 4 m bedragen kunnen hebben. Aangezien in deze smalle zone ook nog het noordtalud van het nieuwe weglichaam was gelegen, lijkt het erop dat bij het vaststellen van het nieuwe tracé is besloten de nieuwe wegsectie geen meter langer te maken dan strikt noodzakelijk was. In sleuf 7 kon worden waargenomen dat de afstand tussen de noordelijke beschoeiing en de rivierbocht zelfs nog geen 3,5 m bedroeg. Vanwege de ingestelde 20 m brede beschermingszone van de *limes*weg heeft het archeologisch onderzoek niet kunnen aantonen of de buitenbocht van de rivier werd voorzien van een beschoeiing of iets dergelijks in een poging de nieuwe wegsectie te behoeden voor een nieuwe verspoeling. Gezien het ontbreken van enige ruimte tussen de voet van het noordtalud en de buitenbocht van de rivier lijkt dit wel aannemelijk.

Non-destructief onderzoek met een grondradar en tracer in 2007 heeft aangetoond dat er zich in de zuidelijke rivierbocht een ovale strcutuur bevindt, die wat betreft vorm doet denken aan een boot (zie paragraaf 10.5 en afb. 10-3). Deze is gelegen op het punt waar de crevasse zich afsplitste van de hoofdgeul. In Leidsche Rijn werd al eerder een Romeinse boot (De Meern 4) aangetroffen, die bewust werd afgezonken op een punt waar een rivierbocht nagenoeg tegen de *limes*weg aan lag (Langeveld en Luksen-IJtsma in prep.).

**De zuidelijke bermbeschoeiing**
Afgezien van de negen palen die in sleuf 7 werden aangetroffen, werd van de ca. 90 m lange wegomlegging alleen in de noordwesthoek van sleuf 9 en de oostelijke helft van sleuf 11 een deel van de zuidelijke beschoeiing opgegraven. De omlegging bleek te bestaan uit een opgeworpen weglichaam met een breedte van 5 m, een hoogte van vermoedelijk ca. 1 m en (geheel of grotendeels) eikenhouten beschoeiingen aan weerszijden. Het in sleuf 11 onderzochte deel van de zuidelijke beschoeiing had een lengte van ca. 22 m en bestond uit een dubbele rij eikenhouten palen met een tussenafstand van ca. 20 cm.

De binnenste palenrij had de dichtste paalstelling en was aan de noordzijde voorzien van een beschot van eikenhouten planken. Van deze rij werden 52 palen aangetroffen met lengtes van 56 cm tot 3,09 m. De diepste palen waren ingeslagen tot een diepte van zo'n 2,5 m onder Romeins maaiveld, terwijl de ondiepste palen ca. 80 cm diep de bodem in werden gedreven. De palen hebben oorspronkelijk waarschijnlijk een lengte gehad van 1,83 m tot 4,10 m. Het merendeel van de palen bestond uit onbewerkte stammen met een diameter van 11 tot 18 cm, met een nadruk op de categorie van 12 tot 15 cm. De afstand tussen de palen verschilde sterk en lag tussen de ca. 4 en 52 cm.

Aan de binnenzijde van de noordelijke palenrij werden horizontaal en op hun zijkant geplaatste eikenhouten planken aangebracht Deze planken moeten over de gehele lengte van beschoeiing aanwezig zijn geweest, maar werden tijdens de opgraving alleen in de depressie van de crevasse nog aangetroffen over een lengte van 12 m. Op het diepste punt werden drie planken boven elkaar waargenomen. Ongeveer halverwege was een onderbreking met een breedte van zo'n 60 cm, waarvan niet duidelijk is of deze een specifieke functie heeft gehad. De onderbreking zal niet zichtbaar zijn geweest, aangezien deze zich volledig in het weglichaam en het zuidtalud bevond. De planken waren ca. 24 cm breed en 2 tot 3,5 cm dik. De langste plank had een lengte van minstens 7,4 m. Deze plank is gezien zijn grote lengte en een aantal spijkergaten vermoedelijk hergebruikt scheepshout. Vanwege de uniformiteit in onder meer breedte en dikte kan dat ook voor de andere planken worden vermoed. De planken van het beschot werden tijdens de constructie van de zuidelijke beschoeiing op hun plek gehouden met behulp van borgpalen, -planken en -balken aan de binnenzijde ervan. De tien aangetroffen borghouten waren alle vervaardigd van eikenhout. De grote variëteit in het borghout (een zorgvuldig afgewerkt balkje, drie constructie-elementen met verbindingsgaten voor een halfhoutse verbinding, twee aangepunte paaltjes en vier plankfragmenten) doet vermoeden dat hoofdzakelijk hergebruikt hout werd gebruikt.

Van de zuidelijke palenrij werden in totaal 22 palen gedocumenteerd, alle vervaardigd van eikenhout.
De diameters van de palen van de zuidelijke rij lagen tussen de 13 en de 22 cm. Een gekliefde stam had zelfs een diameter van 24 cm. Het merendeel van de palen had een diameter van 16 of 17 cm, waarmee deze palen enigszins groter van formaat waren dan de palen van de noordelijke rij. De palen hadden bovendien gemiddeld genomen tevens aanzienlijk grotere lengtes (tot 4,44 m). Tegelijkertijd was de onderlinge afstand tussen de palen aanzienlijk groter dan bij de noordelijke rij werd geconstateerd: tussen de 10 cm en de 1,8 m (met een gemiddelde van ca. 90 cm). De palen lijken te zijn geplaatst in clusters van twee en drie, afgewisseld door steeds één enkele paal. De afstand tussen de palenclusters lag tussen de 2,4 m en de 3,05 m, met een gemiddelde van 2,7 m. In deze zone van 2,7 m stond steeds een enkele paal. De kleinste afstanden tussen de palenclusters werden gemeten in de diepere zone van de crevasse-depressie. De functie van de zuidelijke palenrij is niet duidelijk. Op geen enkel punt werd een directe verbinding tussen de palen van deze zuidelijke rij en die van de noordelijke vastgesteld. Mogelijk dienden de palen van de zuidelijke rij voor het bevestigen van horizontale trekbalken, bedoeld om de zuidelijke en de noordelijke bermbeschoeiing met elkaar te verbinden in een poging om te voorkomen dat deze door de gronddruk van het weglichaam naar buiten zouden worden gedrukt. Bij één van de palenclusters van de buitenste rij werden delen van drie noord-zuid georiënteerde, horizontale houtdelen aangetroffen, die het weglichaam doorsneden. Deze waren als gevolg van hun hoge ligging slecht geconserveerd, waardoor niet kon worden bepaald of het trekbalken zijn geweest.

**De wegverharding**
Geen van de grindmonsters kan in verband gebracht worden met de *limes*weg van 125. Eén van de grindmonsters uit het westprofiel van sleuf 7 is weliswaar afkomstig van het tracé van de wegomlegging, maar hoeft niet noodzakelijkerwijs in 125 gedateerd te worden, aangezien dit deel van de *limes*weg in gebruik bleef tot in de derde eeuw. Bijgevolg kan niets worden gezegd over het grind waarmee in 125 de wegomlegging werd geplaveid.

Afgezien van (waarschijnlijk) grind werd tijdens het aanleggen van de wegomlegging echter vermoedelijk eveneens gebruik gemaakt van keramisch bouwmateriaal

als verharding. Er zijn namelijk enkele opvallende lokale verschillen waargenomen tussen het bouwmateriaal uit de afzonderlijke sleuven op basis waarvan mogelijk iets gezegd kan worden over een eventuele fasering in het gebruik van dit verhardingsmateriaal. De meest opvallende waarneming betreft de verspreiding van de dakpanfragmenten in baksel LR 1. Van de 119 fragmenten waren er 112 afkomstig uit de derde-eeuwse rivierbedding in sleuf 3. Deze rivierbocht verspoelde echter zowel de westelijke helft van de wegomlegging alsmede een deel van de eerste-eeuwse *limes*weg, zodat het vondstmateriaal uit de bedding niet met zekerheid kan worden toegewezen aan een periode. Aangezien de rivierbocht slechts een heel klein deel van de eerste-eeuwse weg verspoelde (en in de andere sleuven bovendien in totaal slechts zeven fragmenten in baksel LR 1 werden aangetroffen) lijkt het echter aannemelijk dat de dakpannen in baksel LR 1 in verband gebracht moeten worden met de wegomlegging van 125. Op twee dakpanfragmenten van baksel 1 werd een stempel in ligatuur van Tegularia Transrhenana (TRA) aangetroffen, die vóór 70 gedateerd moeten worden. (Wel dient hier de mogelijkheid vermeld te worden dat afwijkende conserveringsomstandigheden in de rivierbedding in sleuf 3 verantwoordelijk kunnen zijn geweest voor de vermeende uiterlijke verschillen. In dat geval is het de vraag of de TRA-stempels met de weg van 125 in verband gebracht kunnen worden.)

### 10.2.3 Houtgebruik en logistieke aspecten *(S. Lange)*

Terwijl er in de eerste beschoeide fase van de weg een duidelijke keuze voor elzenhout is geweest, kenmerkt de fase 125 zich door het gebruik van bijna uitsluitend eikenhout. In sleuf 7 werden enkele elzenhouten palen gevonden in de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging. Vermoedelijk behoren deze echter tot latere reparaties. Sporadisch werden bij de wegomlegging in sleuf 11 van oorsprong niet-inheemse houtsoorten gebruikt, zoals zilverspar. Dit hout zal dan ook geïmporteerd zijn. Bij alle niet-inheemse houtsoorten bleek er sprake van secundair gebruikt hout.

**Herkomst van het hout**
De herkomst van het eikenhout kan in veel gevallen worden afgeleid van locatiespecifieke groeipatronen. Onderzoek heeft geleerd dat fijnringige eiken meestal afkomstig zijn van de hoge, pleistocene gronden, terwijl eiken die in een open landschap hebben gestaan meestal grotere jaarringbreedten en een ander groeivorm hebben. Zo vormen vrijstaande eiken takken relatief laag bij de grond, terwijl eiken in een dichtere bosomgeving relatief lange, rechte stammen hebben, vanwege de concurrentie om ruimte en licht. Daarnaast kent de zomereik (*Quercus robur)* een andere groeivorm dan de wintereik (*Quercus petraea)*, die meestal een langere, slankere groeivorm heeft.

Het hout van het project LR31 is krom en knoestig. Rechte eiken met een grotere diameter - zoals waargenomen bij verschijnsel 146 met een oorspronkelijke diameter van ca. 45 cm - vormen de uitzondering. De palen zijn vervaardigd van stammen en grotere takken. Gezien de verschillen in leeftijd en jaarringpatroon betreft het waarschijnlijk regionaal verkregen hout, gekapt uit het bosbestand op de oeverwallen. De microscopische kenmerken waren niet eenduidig, zodat niet met zekerheid kon worden bepaald of het zomer- of wintereik betreft. Op grond van de grillige groeiwijze van het geborgen eikenhout moet waarschijnlijk aan het gebruik van zomereik worden gedacht. Algemeen kan worden opgemerkt dat de spreiding in leeftijd van het gebruikte eikenhout groot is. Ook de variatie in stamdikte en het gebruik van relatief krom takkenhout is kenmerkend voor de kwaliteit van het bouwhout. Een dergelijke kwaliteit is niet vastgesteld in de overige onderzochte secties van de *limes*weg in Leidsche Rijn.

Gaat men uit van een 'least effort', dan zal tijdens de bouwcampagne gebruik zijn gemaakt van houtopstanden in de directe nabijheid van de bouw, zodat er geen grote afstanden moesten worden afgelegd. Een ander reden voor de keuze voor eikenhout met een mindere kwaliteit kan zijn geweest dat de beschikbaarheid van eikenhout niet voldeed aan de vraag en men noodgedwongen deze kwaliteit voor lief moest nemen. Kromme stammen en takken kunnen echter een stevige beschoeiing vormen en de kromheid hoeft geen nadeel te zijn. In een natte of moerassige ondergrond voldoen kromme stammen zelfs beter, omdat ze minder snel zullen verzakken (mondel. mededeling van de heer A. Vaerewijck, timmerman). Het nadeel van kromme stammen in een venige ondergrond is echter wel dat het heien niet gemakkelijk zal zijn geweest. Kromme stammen kunnen moeilijk worden geleid en kunnen tijdens het heien alle kanten op schieten.

**Houtgebruik**
Eik is sterk, bijzonder duurzaam en behoort tot de inheemse hardhout soorten. De kwaliteit van het gebruikte hout van het project LR31 kan als matig worden omschreven. Slechts een klein percentage van de palen was recht, de meeste palen waren duidelijk krom. In sommige gevallen kan gerust van 'kromhout' worden gesproken. Op de palen en zelfs op de paalpunten zijn vaak meer dan drie knoesten gedocumenteerd. Zowel het hout van de binnenste en buitenste palenrij als ook het afvalhout was knoestig. Het bepalen van stam- of takkenhout is gebaseerd op de verschillen in groeivorm en jaarringpatroon. Het percentage hout van takken is mogelijk hoger, aangezien de geconserveerde palen niet zijn doorgezaagd ter bestudering van het jaarringpatroon in dwarsaanzicht.

De ouderdom van de gekapte eiken vertoont een grote variatie. Van 27 palen verspreid over de beide palenrijen

en het liggende afvalhout werd door RING het aantal jaarringen geteld. Van de binnenste rij (veertien palen) lag dit aantal tussen 33 en 223, met een gemiddelde van bijna 76 jaar. Van de buitenste palenrij (acht palen) lag het aantal jaarringen tussen 24 en 121, met een gemiddelde van 62. Van het liggende afvalhout (vijf palen) lag het aantal jaarringen tussen 81 en 165, met een gemiddelde van ruim 62. Aangezien voor het dendro-onderzoek palen zijn geselecteerd met een relatief groot aantal jaarringen is dit gemiddelde aantal niet representatief voor het totaal. De gemiddelden zijn dan ook lager wanneer de leeftijd van de overige palen (voor zover bekend) wordt meegerekend en bedraagt respectievelijk 62,5, 57,3 en 62,2 jaar. Aangezien in totaal van slechts 40 palen de leeftijd bekend is (terwijl van de structuren H4, H5 en H6 gezamenlijk 121 palen zijn onderzocht) zal het gemiddelde aantal jaarringen nog aanzienlijk lager zijn geweest.

Uit het houtspecialistische onderzoek blijkt dat jongere eiken met een diameter tot ca. 16 cm niet zijn gekloofd. Stammen en takken met een grotere diameter werden gespleten in twee of vier delen. De diameters van de gekloofde delen kwamen min of meer overeen met die van de niet gekloofde stammen. Er zijn geen palen waargenomen die afkomstig waren van een stam die in meer dan vier delen werd gespleten. Hierin verschilt deze wegsectie van de sectie die in 1998 is opgegraven (project Waterland; Graafstal en Luksen-IJtsma in voorb.). Voor de bermbeschoeiingen van project Waterland bleken deels palen afkomstig van in acht of meer delen gespleten stammen te zijn gebruikt. De oorspronkelijke diameter van de gekapte eiken was gemiddeld groter dan bij de wegsectie uit dezelfde fase van het project LR31 het geval was. Van de eiken palen van de westzijde van de bermbeschoeiing van het project Waterland (verschijnsel 1) bleek 76 % gekloofd. De overige 24 % bestond uit niet-gespleten stammen. Voor de oostzijde (= rivierzijde) van dezelfde bermbeschoeiing (verschijnsel 4) bedroegen deze percentages resp. 62 % en 38 %. Wat het groeipatroon van de eiken en de relatief wijde jaarringbreedtes betreft, zijn overeenkomsten te vermelden met het project LR31. Het eikenhout van spoor 1 en 4 kenmerkte zich vooral door wijde, in sommige gevallen onregelmatige jaarringen.

**Logistieke processen**

Op basis van de waargenomen gebruiks- en bewerkingssporen kunnen de logistieke processen achter de bouwcampagne gedeeltelijk worden achterhaald. Aan de hand van enkele originele onderkanten van gekapte stammen (van het liggende afvalhout) kan worden aangetoond dat de bomen op heuphoogte werden afgehakt. Er zijn geen aanwijzingen op de stamonderkanten dat hiervoor een zaag is gebruikt. De wigvormige onderkanten bestaan vooral uit twee kapvlakken, waarvan de een langer dan de andere, vaak voorzien van een valkerf. Op deze manier kan de valrichting van de boom zijn bepaald. Direct na de kap en tijdens een eerste selectie werden bruikbare takken en stamhout deels voorbewerkt, waarbij met een trekmes of dissel de stam werd geëffend. Hiervan zijn sporen op de palen van de structuren teruggevonden. De voorbewerking gebeurde vermoedelijk op de kapplaats zelf. De voorbewerking was waarschijnlijk bedoeld om de vaak kromme stammen en takken wat rechter te maken, doordat men gericht schors en deels spint van de kromme stammen haalde. Oneffenheden op de stam, zoals uitstekende knoesten, bleken zoveel mogelijk te zijn geglad. Dat dit voor een deel lopende bandwerk was, daarvan getuigen de braamsporen op enkele palen die door een en dezelfde bijl blijken te zijn bewerkt. Grote knoesten werden vaak ingezaagd, waardoor werd voorkomen dat het hout inscheurde en de stam beschadigd raakte. Tijdens het verwijderen van zijtakken aan het uiteinde van de stam (in de richting van de kroon) bleek vaak al een eerste aanzet voor een aanpunting te zijn gemaakt. Op een deel van de palen van de binnenste en buitenste palenrij kon deze aanzet boven de definitieve puntvorm worden waargenomen. Er zijn echter ook enkele houtvondsten onder het afvalhout die deze aanzet vertonen, maar verder niet bleken toegespitst.

Bij de voorbewerking werden de stammen niet alleen rechter gemaakt en van allerlei uitsteeksels ontdaan. Zowel bij beide palenrijen, als ook tussen het liggende afvalhout, werden enkele gekloofde stammen en enkele wankant behouwen palen aangetroffen. De stammen met grote diameters werden gekloofd. Onder ander op een gekloofde paal van de buitenste rij zijn touwindrukken waargenomen (verschijnsel 136). De touwindrukken werden rondom de stam - dus ook op de kloofkanten - vastgesteld. Het is daarom aannemelijk dat het kloven van de stammen op de kaplocatie gebeurde, waarna de gekloofde palen werden afgevoerd. Een voordeel hiervan is dat het gewicht van het hout werd verminderd en de stukken meer hanteerbaar waren. Een tweede bewerking die op de kaplocatie zelf plaatsvond, was het wankant behouwen. Het is niet duidelijk met welk doel de palen op deze manier zijn bewerkt en of het binnen de structuur functioneel is geweest.

Na de eerste voorbewerking op de kapplaats moesten de stammen en takken worden vervoerd naar de juiste bestemming. De palen blijken nauwelijks beschadigd te zijn, zowel wat betreft de gaafheid van het houtoppervlak (de schors, het spinthout), als ook de gladde kapvlakken van de paalpunten. Dit zou waarschijnlijk anders zijn geweest wanneer de palen na het aanpunten nog over lange(re) afstanden zouden zijn vervoerd. De touwindrukken op enkele houtvondsten zijn een aanwijzing voor het transporteren van het hout na de kap. Het transport kan met behulp van trekdieren hebben plaatsgevonden. Mogelijk werd het gekapte hout door de houtwerkers zelf vervoerd met behulp van touw, zoals te zien op de Traianus zuil te Rome. Op één van de voorstellingen zijn soldaten te zien die met kapwerkzaamheden en het

vervoer van stammen bezig zijn (afb. 10-1). Te herkennen zijn twee soldaten die een op maat gezaagde of gehakte stam tussen zich in aan een touw dragen met behulp van een soort juk. Een vergelijkbare gang van zaken is ook in het gebied van de huidige Leidsche Rijn denkbaar. Daarbij kan ook gebruik zijn gemaakt van de aanwezige rivier. In de zomermaanden was de stroomsnelheid lager. Mogelijk heeft men het gekapte bouwmateriaal naar de waterkant gedragen om het materiaal via het water voor de wegsecties stroomafwaarts te laten drijven.

Eenmaal aangekomen op de plek van bestemming werden de meeste palen een tweede - en laatste - keer aangepunt. Dit kan worden afgeleid uit de waarneming van braampatronen op de facetten van de definitieve puntvlakken die niet kunnen worden teruggevonden op de eerste puntaanzet. Wel zijn op enkele grote knoesten dezelfde bramen ontdekt als op de (definitieve) puntfacetten. Mogelijk was het voor het heien noodzakelijk een zo glad mogelijk stamoppervlak te creëren. De knoesten en plekken waar zijtakken hebben gezeten zullen in de definitieve fase in sommige gevallen mogelijk nog een keer glad afgewerkt zijn. De bijlafslagen op de kapvlakken van deze tweede aanpunting zijn in het algemeen scherp en glad. Dit vormt een aanwijzing voor het bewerken van groen hout. Daar waar nog schors op het hout kon worden waargenomen, zat deze stevig vast. De punten bleken direct 'in de schors' te zijn gekapt. Dat hoeft echter niet te betekenen dat de stammen direct na het kappen en de eerste voorbewerking zijn overgebracht naar de uiteindelijke locatie en daar voor de tweede keer werden bewerkt. Zelfs als het eikenhout enkele maanden is opgeslagen, is er namelijk evengoed nog sprake van 'vers' of 'groen' hout. Eikenhout heeft een relatief lange droogtijd, vaak nog met extra tijd die aan het uitlogen van het eikenhout wordt besteed. Het is dus goed mogelijk dat tussen de kap van de bomen en de aanleg van de weg het hout tijdelijk werd opgeslagen. Lang zal deze periode echter niet zijn geweest, aangezien de schors (die is waargenomen op een groot deel van de vondsten) stevig op het hout vast zat. Ook droogscheuren werden niet waargenomen op de uiteinden van de stammen. Wat het gebruik van gereedschap betreft, zijn er bewerkingssporen gedocumenteerd van een trekmes, mogelijk kantelhaak (de driehoekige inslagen met een waargenomen diepte tot 1,5 cm), bijlen met diverse snede-breedtes, dissels en gutsen. De inkepingen op een aantal palen op de punt of net boven de punt bleken aangebracht met behulp van een bijl. De rechthoekige uitsparingen voor halfhoutse verbindingen werden waarschijnlijk met een guts vervaardigd, maar hierbij gaat het om hergebruikt hout.

Uit het dendrochronologische onderzoek was reeds gebleken dat de bomen zijn gekapt in het najaar van 124 of de winter van 125. De aanleg van de weg heeft waarschijnlijk in de vroege zomermaanden plaatsgevonden, wanneer de stroomsnelheid van de rivier laag is en het waterpeil is gezakt. Een indicatie voor het bouwseizoen vormt de aanwezigheid van elzen- en wilgentakken met bladeren gebruikt in de bouwweg. Deze takken moeten zijn verzameld in de groeifase, dat wil zeggen in de vroege zomermaanden. Gezien de resultaten van het dendrochronologische onderzoek moeten dat de vroege zomermaanden van 125 zijn geweest. Tussen het kapmoment en de definitieve aanwending van de palen heeft zich in dat geval een periode van enkele maanden tot maximaal een half jaar bevonden. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat er hier toch sprake is van een grotere, langer tevoren geplande campagne.

Terwijl de stappen tussen het kappen en het aanleveren van voorbewerkt materiaal voor het vervaardigen van palen relatief weinig middelen vragen, vergt het zagen van de eiken stammen een meer uitgebreide werkwijze. Het is bekend dat het zagen van groen hout gemakkelijker is dan het zagen van droog eikenhout. Voor planken zullen stammen met een grote diameter en zo min mogelijk knoesten of zijtakken zijn geselecteerd. Krom, knoestig materiaal betekent namelijk een versnelde slijtage van de gebruikte zaagbladen. Gebaseerd op de lengtematen van de geborgen beschotplanken was een zaaginstallatie noodzakelijk voor het verwerken van het stamhout. Er zal dus een vaste werkplaats zijn geweest waar de geselecteerde stammen naar toe werden gebracht om te worden gezaagd. Helaas is er geen dendrochronologische datering van de planken, zodat niet met zekerheid kan worden gezegd of de planken tegelijkertijd met het overige bouwhout zijn vervaardigd. Vermoedelijk is dat echter niet het geval. De planken van het beschot vertoonden onderling grote overeenkomsten. De planken bleken dosse gezaagd uit een (of meer) stam(men) met een relatief fijnringig groeipatroon. De zijkanten van de planken waren recht bekant. Ook de afmetingen van de planken met een gemiddelde breedte van ca. 24 cm en een gemiddelde dikte van ca. 3,5 cm komen goed met elkaar overeen.

Tenminste één plank is gezien een aantal spijkergaten en een waargenomen lengte van 7,4 m vermoedelijk hergebruikt scheepshout (verschijnsel 155: sub 3). Het is de vraag of de overige planken specifiek voor het beschot zijn gezaagd. De aanwezigheid van een hergebruikte scheepsplank maakt dit niet heel aannemelijk. Het kan echter ook zo zijn dat er in de directe of verdere omgeving een vaste werkplaats is geweest met zaaginstallaties. Te denken valt aan een werkplaats in de buurt van een wachttoren of castellum, zodat de meer kostbare stammen en de zaaginstallaties permanent onder bewaking stonden. Tot nu toe zijn er geen archeologische vondsten die met een dergelijke plek in verbinding kunnen worden gebracht. Afgedankte scheepsplanken zouden dan samen met het versgezaagde materiaal kunnen zijn aangeleverd. Het houtgebruik en de houtlogistiek van de wegomlegging van 125 laten zich als volgt kernachtig samenvatten:

- Gebruik van eikenhout, vooral groen gebruikt. Wijde ringen overheersen. Relatief veel jonge eiken, dus weinig grote diameters.
- Grote behoefte aan bouwhout wordt weerspiegeld in matige kwaliteit eikenhout: veel kromhout, knoestig hout, veel takken gebruikt als palen.
- Hout vermoedelijk afkomstig uit de omgeving ('least effort'). De stammen hebben weinig beschadigingen en kunnen niet over lange afstand zijn getransporteerd.
- Voorbewerken op de kapplaats: rechten, takken verwijderen, kloven, wankant behouwen.
- Met touw vervoeren naar werkplek langs weg.
- Op de definitieve plek werden de palen een tweede keer bewerkt: van complete stammen werden goede paallengtes gemaakt, eerste aanpunting werd verfijnd, deel van de knoesten nogmaals glad gemaakt, sommige aangevoerde stammen werden afgekeurd
- Bewerkingssporen zijn vers en scherp. De periode tussen kap (najaar 124 en/of winter 125) en definitieve aanwending (vroege zomermaanden 125) bedroeg waarschijnlijk enkele maanden
- Meer variatie in gereedschap, maar minder in bewerking/puntvorm/kloven in vergelijking met de zachthouten palen van de eerste-eeuwse bermbeschoeiing
- Meer secundair gebruikt hout, deels van afwijkende houtsoorten
- Beschotplanken bestonden vermoedelijk geheel of gedeeltelijk uit hergebruikt scheepshout. Planken moeten zijn gemaakt met behulp van zaaginstallatie.

De hypothese dat het gebruikte hout afkomstig moet zijn uit de omgeving is gebaseerd op de op de palen waargenomen bewerkingssporen en de houtlogistiek die aan de hand hiervan is gereconstrueerd. Dendrochronologisch onderzoek naar de herkomst van het hout van de *limes*weg in Leidsche Rijn in het algemeen levert echter vooralsnog een enigszins afwijkend beeld op. Enerzijds blijkt hieruit dat het hout gebruikt voor de weg van 124-125 na Chr. een Nederlandse groeiplaats heeft. Anderzijds echter geeft de informatie aanleiding te veronderstellen dat deze groeiplaats wel eens in Brabant of de midden-Nederlandse zandgronden gelegen zou kunnen zijn. De dataset van dendrochronologische meetreeksen is juist voor deze gebieden zwak, waardoor deze hypothese op dit moment niet toetsbaar is. Hopelijk kan toekomstig onderzoek uitwijzen of het hout is aangevoerd uit de zeer nabij omgeving van LR31 of dat het afkomstig is van verderweg gelegen zandgronden.

## 10.3 De *limes*weg na 125

Na de rivierdoorbraak en de wegomlegging van 125 was het minstens 100 jaar rustig langs dit deel van de *limes*weg. Er werd geen enkele aanwijzing aangetroffen dat in deze periode grootschalig onderhoud is uitgevoerd aan de weg. Ook vond vóór 225 geen tweede rivierdoorbraak plaats binnen de grenzen van het opgravingsterrein. Aangezien de afstand tussen de noordelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging en de buitenzijde van de rivierbocht waarschijnlijk slechts enkele meters bedroeg, mag ervan worden uitgegaan dat de rivier in deze periode een relatief rustige fase doormaakte.

In sleuf 3 werd aan de voet van de zuidelijke wegflank een concentratie metalen voorwerpen aangetroffen, bestaande uit onder meer uit twee identieke fibulae (op zijn vroegst te dateren rond 225) en een zilveren denarius van Elagabalus (geslagen tussen 218 en 222). De vondst hiervan maakt zeer aannemelijk dat de *limes*weg tot minstens 225 in gebruik is gebleven. Aangezien de metalen voorwerpen werden afgedekt door twee latere, vuile lagen van de zuidflank is het waarschijnlijk dat de *limes*weg tot minstens het midden van de derde eeuw in gebruik bleef. Dat betekent dat het grootste deel van het tracé van de weg binnen de grenzen van het opgravingsterrein van het project LR31 gedurende ruim anderhalve eeuw ongewijzigd bleef. Aangezien het weglichaam als gevolg van onder meer betreding en regenval onderhevig was aan verval, zal er regelmatig kleinschalig onderhoud zijn uitgevoerd. Hierbij werd het weglichaam vermoedelijk opgehoogd en verbreed en werd er nieuw verhardingsmateriaal aangebracht. Bijgevolg weerspiegelt het tijdens de opgraving aangetroffen weglichaam eerder een derde-eeuwse situatie dan dat het zich leent voor het doen van uitspraken over de *limes*weg in de tweede eeuw.

**Het weglichaam en de taluds**

Omdat in geen enkele sleuf zowel de noordelijke alsook de zuidelijke bermbeschoeiing werd waargenomen, kon de breedte van het oorspronkelijke weglichaam niet worden bepaald. Wel kon worden vastgesteld dat de bermbeschoeiingen van de wegomlegging van 125 5 m uit elkaar stonden. Vermoedelijk is het weglichaam gedurende zijn bestaan bewust of juist onbedoeld verbreed, al kon nergens exact worden vastgesteld wat deze uiteindelijke breedte bedragen kan hebben. In het oostprofiel van sleuf 1 echter werden aanwijzingen aangetroffen dat deze uiteindelijk wel eens ca. 10 m bedragen zou kunnen hebben.

In sleuf 7 werden tussen en ten zuiden van de eikenhouten palen van de zuidelijke bermbeschoeiing van de wegomlegging vier elzenhouten palen aangetroffen. Aangezien nergens in de wegconstructie van 125 het gebruik van elzenhouten palen werd aangetoond, is het aannemelijk dat deze vier palen behoren tot een latere toevoeging of reparatie. Ook van andere opgravingen in Leidsche Rijn zijn reparaties van het weglichaam van 125 met behulp van zachthouten palen bekend (Langeveld in voorb.). Er zijn aanwijzingen om deze in de late tweede of derde eeuw te dateren.

In alle gevallen was de top van het weglichaam - inclusief het grinddek - als gevolg van postdepositionele processen opgenomen in de bouwvoor. Als gevolg daarvan kon geen enkele maal worden vastgesteld hoeveel het weglichaam boven het Romeinse maaiveld heeft uitgestoken. De hoogte van het Romeinse maaiveld verschilde echter aanzienlijk per sleuf en lag tussen de 0,40 m- en de 1,00 m-NAP. Deze verschillen zouden wel eens van invloed geweest kunnen zijn op de hoogte van het opgeworpen weglichaam. In ieder geval stak dit weglichaam meer dan ca. 50 cm tot 90 cm boven de omgeving uit. Toch is het zeer de vraag of de verschillen in Romeinse maaiveld-hoogte geheel werden gecompenseerd door de verschillen in de hoogte van het weglichaam. Dit lijkt niet het geval geweest te zijn. De kleinste minimale hoogte van het weglichaam (49 cm) werd weliswaar aangetroffen op het punt waar het Romeinse maaiveld relatief hoog was (0,48 m-NAP; westelijke cunetsleuf) en de grootste minimale hoogte (88 cm) werd aangetroffen op het punt waar het Romeinse maaiveld relatief laag lag (0,80 m-NAP; sleuf 7). In de sleuf met het laagste Romeinse maaiveld (1,00 m-NAP; sleuf 1) bedroeg de minimale hoogte van het weglichaam echter slechts 64 cm. Mocht de top van het weglichaam hier op dezelfde hoogte hebben gelegen als in de oostelijke cunetsleuf (Romeins maaiveld: 0,40 m-NAP en hoogte weglichaam minstens 60 cm), dan zou de hoogte van het weglichaam minstens 1,2 m bedragen moeten hebben. Dat lijkt echter niet het geval geweest te zijn, aangezien in deze sleuf 1 de oorspronkelijke hoogte van het weglichaam het dichtst benaderd lijkt te worden.

**Uiterlijke verschijningsvorm: de taluds**

Alhoewel nergens de top van het weglichaam werd aangetroffen, kan worden gesteld dat deze meer dan ca. 60 cm (westelijke cunetsleuf) tot ca. 90 cm (sleuf 7) boven het Romeinse maaiveld uitstak. Drie maal werd de steilte van het noordtalud gedocumenteerd, zes maal die van het zuidtalud. In de drie sleuven waarin de noordelijke flank werd gedocumenteerd, was de *limes*weg onveranderd in gebruik vanaf de eerste tot rond het midden van de derde eeuw. De taludsteilte bedroeg 4,0 %, 4,1 % en 4,8 %. De steilte van het zuidtalud vertoonde grote verschillen. In het westprofiel van sleuf 7 werden drie afzonderlijke zuidtaluds gedocumenteerd. Het vroegste talud dateert vermoedelijk van vóór 100 en had een steilte van 5,3 %. Het tweede zuidtalud had een steilte van 20,5 % en heeft eveneens slechts kort gefunctioneerd, vermoedelijk tussen ca. 100 en 125. Het derde zuidtalud behoorde tot de wegomlegging en bleef in gebruik tot in de derde eeuw. De taludsteilte bedroeg 15,5 % en kwam overeen met de taludsteilte van de wegomlegging in het oostprofiel van sleuf 11 (15,8 %). In vergelijking met het noordtalud is dit tamelijk steil, aangezien dit deel van de weg niet veel korter heeft gefunctioneerd dan de rest van de weg. In sleuf 9 (7,65 %) en sleuf 4 (11,9 %) was het zuidtalud minder steil, maar altijd nog aanzienlijk steiler dan de drie waarnemingen van het noordtalud. Het feit dat het kort functionerende zuidtalud in sleuf 7 (van ca. 100 tot 125) verreweg de grootste steilte kende, toont aan dat de taluds van de weg gedurende hun bestaan afvlakten. Vermoedelijk was dit geen doelbewust proces, maar was het eerder een gevolg van het afschuiven van sediment van de top van het weglichaam als gevolg van onder meer betreding en regenval. Het is de vraag waarom het zuidelijke talud zo veel steiler was dan het noordelijke. Werd dit bewust gedaan (bij voorbeeld in verband met de overstromingen van de aan de noordzijde gelegen rivier) of vlakte het noordtalud in de loop van de tijd om andere redenen meer af dan het zuidtalud? Vermoedelijk is het een onbedoeld proces geweest en zorgde overstromingswater voor verweking, verzakking en verspoeling van het noordtalud.

**Wegverharding van natuursteen en keramisch bouwmateriaal**

Van de zeven onderzochte grindmonsters van het project LR31 kunnen drie in verband gebracht worden met de *limes*weg van 125 en later, afkomstig uit sleuf 7, 9 en 11. Bij de korrelgrootteverdeling vertonen de drie monsters een nagenoeg identiek beeld, waarbij de fractie van 8 tot 16 mm de modale klasse vormt. Lithologisch is geen duidelijk onderscheid te maken tussen het monster uit sleuf 9 en een ouder monster uit dezelfde sleuf (dat vermoedelijk dateert uit de eerste eeuw). Ook in de relatief zeldzame categorieën (zoals bijvoorbeeld kwarts met granaat) zijn de monsters vrijwel identiek. De overeenkomsten tussen de beide monsters hebben tot gevolg dat deze vermoedelijk een zelfde herkomstgebied hebben, namelijk het stroomgebied van de Rijn. Ook de overige twee monsters van 125 of later hebben een pure Rijnherkomst. Deze Rijnherkomst van de monsters van 125 of later past in het beeld dat ook op basis van grindmonsters van andere opgravingen in Leidsche Rijn is ontstaan. Wanneer de datering van de monsters in de analyse wordt betrokken, blijkt er in de tijd namelijk een verschuiving op te treden. Vóór 125 lijkt een voorkeur bestaan te hebben voor grind met een gemengde Rijn- en Maasherkomst, terwijl in latere fasen materiaal met een meer pure Rijnherkomst is gebruikt. De grindmonsters van het project LR31 van 125 of later bestaan volledig uit grind met een Rijnherkomst en zijn daardoor mede bepalend geweest bij het ontstaan van deze hypothese. Meer onderzoek zal in de toekomst moeten uitwijzen of dit beeld juist is.

Afgezien van grind en stukken natuursteen werd de *limes*weg eveneens verhard met stukken hergebruikt keramisch bouwmateriaal, waarvan 471 fragmenten zijn gevonden in wegcontext. De baksels LR1 tot en met LR7 zijn aangetroffen, waarbij het grootste aantal fragmenten behoort tot baksel LR 2 (35 %), gevolgd door baksel LR 1 (25 %) en baksel 3 (17 %). De baksels LR 4, LR 5, LR 6 en LR 7 komen veel minder voor. Het is moeilijk dit bouwmateriaal toe te wijzen aan een specifieke periode van de *limes*weg. Het is echter vrijwel zeker dat reeds tijdens het

functioneren van de beide wachttorens in sleuf 9 en 14 (vanaf de jaren 40 van de eerste eeuw tot ca. 69) er dakpanmateriaal beschikbaar was langs dit deel van de *limes*. De aangetroffen dakpanstempels (vier maal Legio XV en twee maal TRA) horen bovendien alle vóór 70, waarmee een vroege datering van (in ieder geval de primaire context van) het dakpanmateriaal aantoonbaar is. Dat houdt de mogelijkheid open dat vanaf de eerste aanleg van de weg aan het einde van de eerste eeuw dakpanmateriaal is gebruikt als verharding.

Er zijn aanwijzingen dat het dakpanmateriaal niet in één keer werd aangebracht, maar uit meerdere perioden stamt. In paragraaf 10.2.2 is reeds beargumenteerd dat de dakpanfragmenten in baksel LR 1 vermoedelijk in verband gebracht moeten worden met de wegomlegging van 125. Een tweede opvallende kenmerk is de concentratie van baksel LR 4 (38 fragmenten) in de oostelijke helft van het opgravingsterrein (met uitzondering van zeven stuks in verspoelde context in sleuf 3). Aangezien de wegomlegging van 125 in de westelijke helft ligt, zou dit kunnen betekenen dat de dakpanfragmenten van baksel LR 4 van vóór dat jaar dateren. (De vier Legio XV stempels zijn uitgevoerd in dit baksel.) In dat geval is het echter de vraag waarom in de zone ten westen van de wegomlegging (dat wil zeggen sleuf 8 en 13) geen baksel LR 4 is aangetroffen. Kortom, er zijn enkele aanwijzingen dat het dakpanmateriaal uit verschillende perioden dateert. Het is echter opmerkelijk dat de zeven aangetroffen baksels zeer dicht bij elkaar liggen. Het lijkt een afzonderlijke bakselgroep te zijn. Dit suggereert dat al het dakpanmateriaal van het project LR 31 één herkomstbron heeft. Dit gegeven is weer moeilijk te combineren met de veronderstelling dat de dakpanfragmenten met een tussenpoze van minstens ca. 35 jaar als verharding zijn aangewend. Daarom dient hier de mogelijkheid te worden vermeld dat bakselgroep LR 1 in feite geen aparte bakselgroep is, maar dat de afwijkende conserveringsomstandigheden in de rivierbedding in sleuf 3 van invloed zijn geweest op de uiterlijke kenmerken van het hier aangetroffen dakpanmateriaal.

## 10.4 De derde-eeuwse rivierdoorbraak

Vermoedelijk rond het midden van de derde eeuw verlegde de rivier wederom een van haar bochten in zuidelijke richting, als gevolg waarvan de westelijke helft van de wegomlegging en vermoedelijk een klein deel van de oorspronkelijke *limes*weg werd verspoeld. Het meest oostelijke erosiepunt viel exact samen met het hart van de rivierdoorbraak van kort voor 125 en het punt waar een crevasse de rivierbocht verliet. Ook de aanwezigheid van een smalle, laat-Neolithische crevasserug zou invloed gehad kunnen hebben op het punt van deze doorbraak. De tweede rivierdoorbraak heeft de *limes*weg over een afstand van vermoedelijk ruim 80 m weggeslagen. De uiterste zuidzijde van de rivierbocht bevond zich ca. 10 m ten zuiden van de wegomlegging.

Van de zuidelijke rivierbocht werd zowel de bedding alsook de definitieve restgeul aangetroffen. Het diepste punt van de rivierbedding bevond zich ten noorden van de opgravingssleuven, maar moet in ieder geval meer dan 1,4 m onder Romeins maaiveld hebben gelegen. Enkele palen van de zuidelijke wegbeschoeing van 125 werden door het rivierwater vanaf de zuidzijde onderspoeld en vielen achterover in de rivierbedding. Uit de beddingafzettingen is een grote hoeveelheid vondsten afkomstig, met name verspoeld verhardingsmateriaal van de weg (grind, natuursteenfragmenten en stukken dakpan). Ook werden in deze beddingafzettingen vele houtdelen aangetroffen, afkomstig van zowel de eerste-eeuwse weg alsook de tweede-eeuwse wegomlegging. Geen enkele vondst uit de beddingafzettingen dateert uit de derde eeuw, als gevolg waarvan deze tweede rivierdoorbraak niet nader in de tijd kan worden ingeperkt. In de bestudeerde profielen was te zien dat boven op de oeverafzettingen een ca. 80 cm dik kleipakket ligt, waarvan de top was opgenomen in de recente bouwvoor (zie ook paragraaf 2.1). Dit pakket dekte onder meer de wachttorensporen en de zuidflank van het weglichaam af. De ontstaanswijze van dit pakket is niet zeker, maar zeer waarschijnlijk werd het afgezet tijdens de verhoogde rivieractiviteiten rond het midden van de derde eeuw.

Vlak vóór de definitieve verlanding lijkt de rivier nog eenmaal een grote waterdoorvoer gekend te hebben. Dit mag blijken uit onder meer de grindhoudende zavel en zandlagen onderin de restgeul. Daarna nam de waterdoorvoer sterk (en definitief) af zoals blijkt uit het sterk gelaagde, humeuze kleipakketen daarboven. De onderste kleilaag was sterk humeus en vertoonde sterke overeenkomsten met gyttja, het vroegste stadium van veenvorming. De restgeul had een diepte van ca. 50 cm onder oorspronkelijk Romeins maaiveld. Aangezien er waarschijnlijk kort daarvoor een 80 cm dik kleipakket was afgezet, bedroeg de diepte echter ca. 1,3 m. In de kleiige restgeulvulling werden weinig vondsten gedaan.

### 10.4.1 De provisorische rivierbeschoeiing

In sleuf 11 werden enkele aanwijzingen aangetroffen dat tijdens de tweede rivierdoorbraak een poging is gedaan om door middel van een provisorische beschoeiing een verdere zuidwaartse verlegging van de rivierbocht tegen te gaan. Dat betekent vermoedelijk dat de *limes*weg ten tijde van de tweede rivierdoorbraak nog werd gebruikt. Tegelijkertijd echter leverde de opgraving geen aanwijzingen op voor het bestaan van een hernieuwde wegomlegging als reactie op deze tweede doorbraak.

**Afb. 10-2** De data van het onderzoek met grondradar en tracer uitgevoerd door Ground Tracer BV in februari 2007 in combinatie met de resultaten van het project LR31. Er konden twee structuren worden herkend, namelijk de *limes*weg in de oostelijke helft van het opgravingsterrein en mogelijk een boot in de bedding van de Heldammer rivier aan de westzijde.

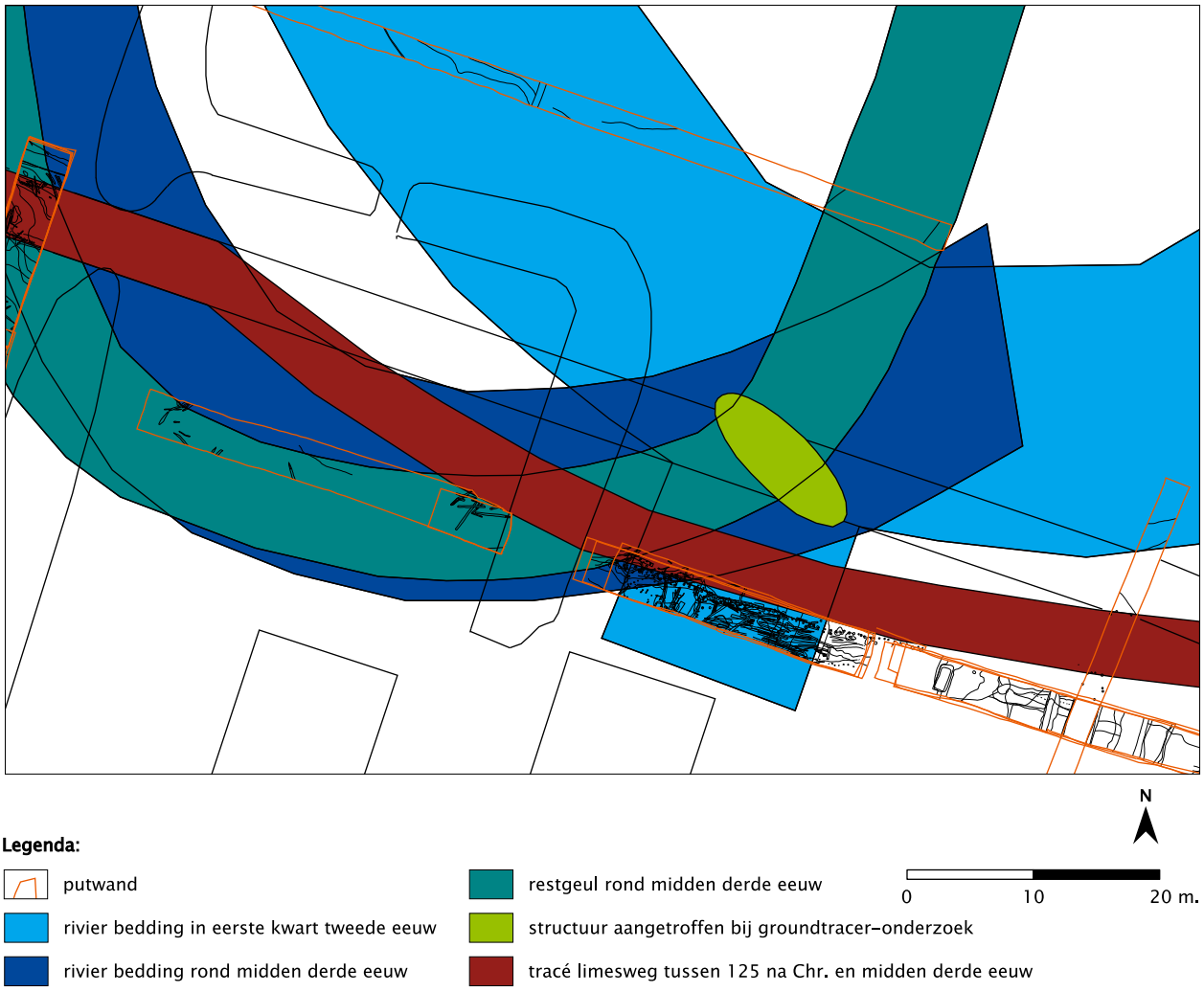
In sleuf 11 werden rondom het punt waar de riviergeul en het niet-verspoelde segment van de bermbeschoeiing elkaar raakten, ten tijde van de rivierdoorbraak werkzaamheden uitgevoerd. Er werden diverse elzenhouten en eikenhouten palen bijgeslagen tussen en enigszins in het verlengde van de bermbeschoeiingspalen, die gedeeltelijk met hun kop in de rivier waren komen te staan. Deze bijgeslagen palen hebben samen met een deel van de bermbeschoeiingspalen vermoedelijk een provisorische rivierbeschoeiing gevormd. Van twee van de bijgeslagen eikenhouten palen kon worden vastgesteld dat ze oorspronkelijk deel uitmaakten van de wegomlegging van 125, maar na de tweede rivierdoorbraak opnieuw werden aangepunt en ingeslagen. Kennelijk waren ze na een verblijf van ca. 125 jaar in de bodem nog goed genoeg om hergebruikt te worden. De bijgeslagen palen stonden in twee clusters, waartussen horizontale palen lagen geklemd, en bevonden zich ca. 1 m uit de rand van de rivierbocht. Deze zone achter de provisorische rivierbeschoeiing lijkt te zijn aangevuld met een grindrijk zavelpakket. De beschoeiing werd waargenomen over een lengte van zo'n 7,5 m, alhoewel niet geheel uitgesloten kan worden dat deze in westelijke richting verder heeft doorgelopen dan is waargenomen.

**Een steiger?**

Ten zuiden van de provisorische rivierbeschoeiing werden 29 kleine, ingeslagen elzenhouten paaltjes aangetroffen met diameters van 6 tot 9 cm en lengtes van 13 cm tot 1,43 m. De paaltjes waren verspreid over een zone van 3,6 m bij 2,4 m. Het merendeel was geplaatst in noord-zuid georiënteerde rijtjes van drie. Vijf van deze rijtjes vormden een 2,9 m lange, oost-west georiënteerde baan. Zowel de datering alsook de functie van de elzenhouten palen is niet duidelijk geworden. Er lijkt echter een ruimtelijk verband tussen de paaltjes en de provisorische rivierbeschoeiing te bestaan. De concentratie elzenhouten palen bevond zich min of meer halverwege de beschoeiing. Mogelijk vormden ze onderdeel van een fundering en hebben op de palenrijtjes één of meerdere sloffen gelegen. Vanwege de situering van de paaltjes vlak achter de provisorische rivierbeschoeiing zou het kunnen dat ze onderdeel uitmaakten van een steigerconstructie.

## 10.5 Tot besluit: onderzoek met grondradar en tracer

Het archeologisch onderzoek aan de Zandweg heeft veel informatie opgeleverd, maar heeft zo mogelijk nog veel meer




**Afb. 10-3** Gereconstrueerde ligging van de bedding van de Heldammer rivier in de tweede en derde eeuw en de derde-eeuwse restgeul in combinatie met het tracé van de limesweg na 125 en één van de twee aangetroffen structuren van het onderzoek van Ground Tracer BV. Deze structuur zou een (bewust afgezonken?) boot kunnen zijn, bedoeld om het weglichaam te beschermen tegen de rivier.

vragen opgeroepen. De antwoorden op deze vragen liggen waarschijnlijk gedeeltelijk nog verscholen in de 20 m brede beschermingszone van de Romeinse weg. Werd de laatste houten wachttoren na zijn verdwijning (mogelijk als gevolg van de Bataafse opstand in 69) vervangen door een nieuw exemplaar of exemplaren? Waar stonden deze, hoe zagen ze er uit en heeft er ooit ook een stenen wachttoren gestaan langs deze zuidelijke rivierbocht (zoals wordt vermoed voor het ca. 500 m oostelijker gelegen terrein van de gemeentewerf)? Voor wat betreft de *limes*weg is de belangrijkste vraag die naar de zuidelijke rivierbocht tussen ca. 125 en het midden van de derde eeuw. Hoe is het mogelijk dat deze rivierbocht en het weglichaam van 125 vermoedelijk maar enkele meters naast elkaar waren gelegen zonder dat dat in deze lange periode tot problemen heeft geleid? Was de rivierbocht voorzien van een zware beschoeiing of hebben de Romeinse soldaten er (net als bij de vindplaats De Balije in Leidsche Rijn) een afgedankte boot laten afzinken om het rivierwater te keren?

In een poging een antwoord te krijgen op deze vragen zonder het bodemarchief te vernietigen is op 3 februari 2007 door D. van der Roest van het bedrijf Ground Tracer BV een onderzoek uitgevoerd. Er zijn metingen verricht met een Groundtracer GPR/Tracer-systeem. Hierbij is gebruik gemaakt van een 300 MHz antenne, waarmee op deze lokatie een dieptebereik van ca. 3 m onder maaiveld is bereikt. De GPR/Tracer metingen zijn lopend uitgevoerd. Bij het opnamesysteem werden tegelijkmet de radaropnames ook Tracermetingen uitgevoerd (tussen de radarmetingen door). De Tracermetingen registreren de van nature aanwezige elektrische spanningsverschillen. De positie van de metingen is door middel van GPS met Egnos-correctie in het RD-stelsel vastgelegd.

De data van het onderzoek zijn in 2009 opnieuw geïnterpreteerd met behulp van verbeterde software (Van der Roest en Van den Oever 2009). Er konden twee structuren worden herkend (afb. 10-2). Allereerst waren in de oostelijke helft van het opgravingsterrein op een diepte van

50 tot 80 cm onder maaiveld twee parallelle, oost-westgeoriënteerde lijnen zichtbaar. Zij lijken de beide zijden van het centrale lichaam van de *limes*weg te vertegenwoordigen. Aan de oostzijde van het opgravingsterrein vallen beide lijnen nagenoeg exact samen met de ligging van de *limes*weg zoals gereconstrueerd op basis van de diverse waarnemingen tijdens LR31. Ter hoogte van het wachttorenterrein echter ligt het tracé van de *limes*weg zoals verondersteld op basis van het Groundtraceronderzoek net ten zuiden van het tracé zoals gereconstrueerd op basis van LR31. Mogelijk heeft de aanwezigheid van de wachttorensporen geleid tot een verkeerde interpretatie van de gegevens. In de westelijke helft van het opgravingsterrein was de *limes*weg niet zichtbaar in de data van het groundtraceronderzoek. Dit bevestigt de veronderstelling dat de weg in deze zone volledig was weggeslagen door de tweede- en derde-eeuwse rivieractiviteiten.

**Een boot?**

Een tweede structuur werd herkend op een diepte van 80 cm onder maaiveld en is gelegen ten noorden van het oostelijke deel van sleuf 11 (afb. 10-2 en 10-3). Het betreft een structuur met een ovale vorm en een lengte van ca. 14 m. Het is gelegen op een punt waar de gereconstrueerde tweede-eeuwse rivierbedding, het beginpunt van de tweede-eeuwse crevasse, de midden derde-eeuwse rivierbedding en de midden derde-eeuwse restgeul min of meer over elkaar heen liggen. De structuur doet vanwege zijn afmetingen en vorm denken aan een boot. De interpretatie van de groundtracerdata is echter zeer onzeker, onder meer als gevolg van de beperkte beschikbare ruimte. De aanwezigheid van een (bewust afgezonken?) boot op het punt waar in het eerste kwart van de tweede eeuw een crevasse zich afsplitste van de hoofdgeul, is echter niet onlogisch. De rivierbocht lag hier gedurende meer dan een eeuw nagenoeg tegen de voet van het weglichaam aan, als gevolg waarvan maatregelen ter bescherming van de wegconstructie noodzakelijk geweest zullen zijn. In Leidsche Rijn werd al eerder een Romeinse boot aangetroffen (De Meern 4), die bewust werd afgezonken op een punt waar een rivierbocht nagenoeg tegen de *limes*weg aan lag (Langeveld en Luksen-IJtsma in prep.). De interpretatie van de structuur van het groundtraceronderzoek als boot roept tegelijkertijd echter ook diverse vragen op. Werd de structuur daadwerkelijk waargenomen op een diepte van slechts 80 cm onder maaiveld of mankeert er iets aan de diepte-informatie van deze metingen? Waarom heeft de structuur een lengte van slechts zo'n 14 m? Hoe kan het dat de mogelijke boot logischerwijs vóór de tweede rivierdoorbraak uit het midden van de derde eeuw geplaatst moet worden, terwijl tegelijkertijd de rivierbedding en de restgeul uit deze periode er vermoedelijk over heen liggen? Mogelijk kan toekomstig non-destructief onderzoek meer licht werpen op de aard van de aangetroffen structuur.

# Noten

1 Resultaat van dit onderzoek zijn een verscheidenheid aan interne rapportages door de Stichting Nederlands Centrum voor Dendrochronologie RING en een limes-kalender NLRWEG met verschillende versienummers (Stichting RING, Hanraets, ongepubliceerde gegevens).
2 Doorlooptijd: 2007-2011; NOD-nummer: OND1325276
3 Promotieonderzoek Y.E. Vorst.
4 Promotieonderzoek R.M. Visser.
5 Het onderzoek werd uitgevoerd door E. Jansma en E. Hanraets (1996-1998) en E. Hanreats (1999-2003) en heeft bij Stichting RING de volgende registratie-nummers gekregen: 1997071 (VDM2w), 1998095 (VDMWL), 1998096 (VDMWL), 1999087(VDMWL), 2000080 (VDMWL), 2000081 (VDMWL), 2003013 (VDMLR) en 2003014 (VDMG).
6 Meetreeksen VDM2w100 tot en met VDM2w351; RING Rapportnummer 2009046. Bij daterend onderzoek wordt meestal een selectie gemaakt van hout dat meer dan 60 ringen heeft, omdat dit de kans op een date-ring vergroot. Hier is de vraagstelling echter ruimer en daarom zijn bij de studie van VTN97-2 ook houtmon-sters met minder dan vijftig ringen onderzocht.
7 Een deel van deze data is herkregen dank zij de heer E. Dooyes van het Computermuseum van de UvA, die door Jansma aan de UvA verzamelde data (promotie-onderzoek IPP/UvA 1986-1991) in 2005 heeft uitgele-zen van Apple IIe floppy disks.
8 De metingen zijn verricht door (in alfabetische volgorde): M. Dominguez, D. Duijn, H. van Enckevort, E. Hanraets, E. Jansma, P. van Rijn, U. Sass-Klaassen, T. Vernimmen, R. M. Visser en Y.E. Vorst.
9 Zie Jansma 2006, 20-22, voor een overzicht van de kalenders waar Stichting RING in 2005 over beschikte.
10 Het begin en einde van het groeiseizoen kunnen regionaal en per boomsoort verschillen, waarbij het exacte begin en eind per jaar kan variëren.
11 Een uitgebreider overzicht van de factoren die van in-vloed zijn op de groei van een boom wordt door Cook (1990) beschreven in het Lineair Aggregaat Model.
12 Aniol 1983; Aniol 1987.
13 Rinn 1996.
14 www.sciem.com.
15 Jansma 1995, 61-62.
16 Jansma 2007a, 299-300.
17 Huber 1943. Overigens sprak Huber over Gegenläufichheit, maar het is reeds lang gebruikelijk het meer positieve Gleichläufigkeit te gebruiken (zie bijvoorbeeld Eckstein & Bauch 1969).
18 Zie Jansma 1995, 60-61 voor de omzetting van deze waardes naar een z-score. De z-score kan met standaard statistische tabellen voor two-tailed tests worden omgezet naar de probability. De significantie kan hieruit worden berekend door 1-probability.
19 Replicatie van een datering is noodzakelijk, hieruit blijkt namelijk dat een serie niet op grond van toeval overeenkomt met een kalender, maar het gevolg is van gelijke groei omstandigheden in dezelfde tijd en regio (waarbij regio een zeer groot gebied kan omvatten). Daarom wordt een dendrochronologische match alleen geaccepteerd als deze met meerdere onafhankelijke kalenders kan worden bevestigd.
20 Zie Jansma 2007b voor een berekening van spinthout bij  in onze regio gegroeide eiken.
21 Vorst 2005, 34-48; Jansma 2007a, 299.
22 Hout uit Valkenburg, gemeten aan het toenmalige IPP door E. Jansma en P. van Rijn (RING Rapportnummer 1987011) en op de ROB door E. Jansma en E. Hanraets (RING Rapportnummers 1994036 en 1997075)), Alphen aan den Rijn (BAAC; S. van Daalen) en Woerden, gemeten aan het toenmalige IPP door H. van Enckevoort (RING Rapportnummer 1987024)).
23 Schweingruber et al. 1990. De berekeningen zijn gedaan met een computerprogramma van Jansma (1991, ongepubliceerd)  dat is ontwikkeld op basis van Sscheingruber et al. 1990.
24 Met dank aan M. Kosian (RCE) voor de ondergrond-kaart en zijn hulp.
25 Onder meer kalenders van Hollstein (1969, 1980) en Leuschner (ongepubliceerd, ter beschikking gesteld aan Jansma) en kalenders uit het archief van J.A. Brongers (ROB) vervaardigd door Becker en Eckstein.
26 Hollstein 1980.
27 Jansma 1995.
28 Persoonlijke mededeling van E. Graafstal en J. van der Kamp, Gemeente Utrecht.
29 Visser 2008; hier wordt ook agrarische bosbouw besproken, maar om dit type bosbouw aan te tonen dient naar agrarische producten zoals vee en graan gekeken te worden en deze aspecten vallen buiten het kader van dit onderzoek.
30 Dit effect van selectieve kap is waargenomen bij bomen verwerkt in een Romeinse brug bij Cuyk-Middelaar en waterputten bij Gennep (Jansma 1993, ongepubliceerde gegevens).
31 De jaarlijkse groei van bomen laat zich in vanaf de grond gerekend schematisch voorstellen als punthoed-jes die op de grond in een steeds hogere stapel over

elkaar heen worden gezet, waarbij elk steeds tot de bodem lopend punthoedje de jaarlijkse houtproductie voorstelt. Doorsnijdt men de hoedjes parallel aan de bodem vlakbij de grond, dan worden er vele doorsneden. Hoe hoger men komt, hoe minder dit wordt. Met andere woorden, de kern van een boom verjongt zich naar boven toe. De datering van de binnenste, meest vroeg gevormde ring in een stuk hout valt daarom meestal niet samen met de kiemdatum van de boom, want des te hoger in een boom dit stuk hout zich bevond, des te meer jaren er liggen tussen de datering van de kiemdatum en deze (altijd jongere) ring.

32 De laatste jaarring van een aantal stukken hout is aanzienlijk vroeger gedateerd (VDM2w140, VDMLR011 en VDMWL151). Het spint van deze stukken is volledig verdwenen en hun exacte kapdatum is daardoor niet met zekerheid te bepalen. Echter, de terminus post quem dateringen van hun veldata zijn niet in tegenspraak met een feitelijke datering in 124-125. En hun jaarringpatronen komen sterk overeen met de patronen van het hout dat met zekerheid in 124-125 in geveld. Dit betekent dat zij waarschijnlijk gelijktijdig met het materiaal uit 124-125 zijn gerooid in hetzelfde bos.

33 We hebben bij deze berekening de standaarddeviatie van de jaarlijkse breedtegroei niet meegenomen. Het gebruik van de standaarddeviatie had mogelijk tot meer resultaten geleid.

34 Vitruvius, II.9.1.

35 Van Duivenvoorde 2008, 407-408 met verwijzingen naar de oorspronkelijke zeventiende/eeuwse schrijvers.

36 Overlap (n): 107 ringen.

37 Overlap (n): 187 ringen.

38 VDMLR011 (liggend afvalhout, spoor 189), VDMLR071 (buitenste palenrij, spoor 115) en VDMLR151 (binnenste palenrij, spoor 146); RING Rapportnummer 2003013.

39 VDMWL473 (moerasburg, spoor 7 , volgnummer 159); RING Rapportnummer 1998095.

40 VNW00011, afkomstig van de Romeinse weg (werkput 29, spoor 14, vondstnummer 139-H41); RING Rapportnummer 1987011.

41 IALP065G met een terminus postquem datering na 40. De meetreeks is afkomstig van een duig (vondstnummer 65), die gebruikt is om een goot te stutten in in het castellum van Alphen aan den Rijn (van Enckevort 1987); RING Rapportnummer 1987025.

42 Dit zijn drie door BAAC dendrochronologisch onderzochte stukken hout van een palenrij (werkput 4, sporen 60, 61en 62) langs de *limes*weg opgegraven te Alphen aan den Rijn, OTA-N207 (Hissel 2008).

43 Een in 1983 opgegraven paal van de *limes*weg (uit werkput XV, vondstnummer 577). De meetreeks, IWRD577C (RING Rapportnummer 1987024), kon in 1987 niet gedateerd worden (van Enckevort 1987, 19). Visser heeft dit monster recentelijk kunnen dateren in 107 (met een overlap van 77 ringen met kalender NLRWEG01 (Hanraets, niet gepubliceerd): Gleichläugichkeit 72,7% met p=0,00007; t-waarde 6,22. Er zijn 14 spintringen gemeten. Op grond van het aanwezige spint en de sterke overeenkomst met het hout uit de Meern lijkt een veldatum omstreeks 124-125 voor de hand te liggen.

44 VDMG011, volgens de administratie van RING afkomstig van de opgraving 'Gasleiding' in Vleuten – De Meern; RING Rapportnummer 2003014.

45 VAL00171 (Werkput 32, vondstnummer 343 H49); RING Rapportnummer 1991032.

46 VDMLR081, VDMLR10, VDMLR12 en VDMLR13. Deze zijn respectievelijk afkomstig uit de sporen 239, 245, 123, 136 in werkput 11.

47 Overlap (n): 256 ringen.

48 Schmidt 1981.

49 De eerste weg was aanvankelijk door Jansma en van Rijn (UvA/IPP) verkeerd gedateerd in 39-40, maar zij hebben deze datering later gecorrigeerd naar 99-100. Zie Hallewas, van Dierendonck & Waugh 1993, 17-19 met verwijzingen en Vos & Lanzing 2000, 23, noot 39.

50 Jansma 1995; bij n = 71 is de t-waarde 7,14, de Gleichläufigkeit 76,8% met p=0.000006, en r = 0,55.

51 Van Rijn 1987, 73-74; RING Rapportnummer 1987011.

52 Zie de Weerd 2006.

53 Zie ook voetnoot 31.

54 Bechert & Willems 1995, 25; van Enckevort & Vos 2006, 8.

# Literatuur


Aalbersberg, G., *Grindanalyses aan Romeins materiaal uit de Leidsche Rijn*, Institute for Geo- and Bioarchaeology, Faculty of Earth- and Life Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam, IGBA Rapport 2004-07, Amsterdam 2004

Aniol, R.W., Tree-ring analysis using Catras, *Dendrochronologia 1*, 45-53, 1983

Aniol, R.W., A new device for computer assisted measurement of tree ring widths, *Dendrochronologia* 5, 135-141, 1987

Bakker, A.M., *Romeinse ijzeren wapens. Een onderzoek naar de wapens van het Romeinse legerkamp op het kops plateau te Nijmegen*, Doctoraalscriptie Rijksuniversiteit Groningen, ongepubliceerd 1997

Bakker, A.M., *Stroomweg-Veldhuizen*, Basisrapportage archeologie, Utrecht in voorb.

Bechert, T. en W.J.H. Willems, De limes van Germania Inferior - Geschiedenis en vorm van een grens, in: T. Bechtert en W. J. H. Willems (eds.), *De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust*, Utrecht 1995, 9-28

Berendsen, H.J.A., *De genese van het landschap in het zuiden van de provincie Utrecht*, Utrechtse Geografische Studies 25, Utrecht 1982

Beuningen. H.J.E. van, A.M. Koldeweij en D. Kicken, *Heilig en Profaan II. 1200 Laatmiddeleeuwse insignes uit openbare en particuliere collecties*, Rotterdam Papers 12, Cothen 2001

Binding, G., Ein römisches Holzbauwerk in Neersen, Kreis Kempen-Krefe, *Beiträge zur Archäologie des Römischen Rheinland 2* (1971), 1-6

Brodribb, G., *Roman Brick and Tile*, Gloucester 1987

Bult, E.J., en D.P. Hallewas, *Graven bij Valkenburg, I-III Het archeologisch onderzoek in 1986*, Delft 1990

Chevallier, R., *Les voies romaines*, Parijs 1997

Cook, E.R., A conceptual linear aggregate model for tree rings, in: E.R. Cook en L.A. Kariukstis (eds.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*, Dordrecht 1990, 98-104

Cook, E.R. en K.R. Briffa, A comparison of some tree-ring standardization methods, in: E.R. Cook en L.A. Kariukstis (eds.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*, Dordrecht 1990, 153-162

Cook, E.R., K.R. Briffa, S.G. Shiyatov en V. Mazepa, Tree-Ring standardization and growth-trend estimation, in: E.R. Cook en L.A. Kariukstis (eds.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*, Dordrecht 1990, 104-123

Cram, L., en M. Fulford, 'Silchester tile making: the faunal environment', in: A. McWhirr (ed.), *Roman brick and tile*, BAR International Series 68, Oxford 1979, 201-210

Daly, A., *Timber, Trade and Tree-rings. A dendrochronological analysis of structural oak timber in Northern Europe, c. AD 1000 to c. AD 1650*, 2007, Available at: http://www.humaniora.sdu.dk/phd/dokumenter/filer/Afhandlinger-101.pdf.

Davies, H., *Roads in Roman Britain*, Stroud (Gloucestershire) 2002

Dierendonck, R.M. van, *The Valkenburg excavations 1985-1988*, BROB 7, Amersfoort 1993

Dierendonck, R.M. van, Five Postholes and a Ditch. The Valkenburg-Marktveld Timber Watch- and Signaltower, in: F. Vermeulen, K. Sas en W. Dhaeze (red.), *Archaeology in Confrontation. Aspects of Roman Military Presence in the Northwest. Studies in honour of Prof. Em. Hugo Thoen*, Archaeological Reports Ghent University 2, Gent 2004, 73-102

Dierendonck, R.M. van, D.P. Hallewas en K.E. Waugh, 'The Valkenburg-Marktveld and Valkenburg-the Woerd Excavations, 1985-1988; a Preliminary Report', in R.M. van Dierendonck, D.P. Hallewas en K.E. Waugh (red.), *The Valkenburg Excavations 1985-1988, introduction and detail studies*, Nederlandse Oudheden 15, Amersfoort 1997

Duivenvoorde, W. van, *The Batavia shipwreck: an archaeological study of anearly seventeenth-century Dutch East Indiaman*, PhD., 2008

Eckstein, D., en J. Bauch, Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit, *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 88(1), 1969, 230-250

Enckevort, H. van, *Een barak en andere houten structuren. Romeinse vondsten uit Alphen aan den Rijn en Woerden*, 1987

Enckevort, H. van, en W.K. Vos, *De Limes: een natte grens dwars door Nederland*, Nationale Onderzoeksagenda voor de Archeologie Hoofdstuk 17 (versie 1.0, geaccepteerd 1 januari 2006), http://www.noaa.nl/content/toc/balk1-4-19.asp., 2006

Essen, H.E.J. van, D.W. Gravendeel, Een "steene caemer", in: *Tijdschrift van de Historische Vereniging Vleuten, De Meern, Haarzuilens*, 1990 nr. 4, 892-895

Gaitzsch, W., 'De weg Boulogne-Keulen op Duits grondgebied', in: P. Stuart en M.E.Th. Grooth (red.), *Langs de weg*, Heerlen, Maastricht 1987, 26-27

Gechter, M., 'Die fibeln des Kastells Niederbieber', in: *Bonner jahrbücher* 180, Bonn 1980, 589-610

Geyer, W., K. Kandt, I. Kokes en H. Schuler, Die römische Sumpfbrücke bei Bickenbach (Kreis Darmstadt), *Saalburg-Jahrbuch* 34 (1977), 29ff

Graafstal, E.P., Vleuten-De Meern, Waterland, in: *Archeologische kroniek provincie Utrecht 1998-1999*, Utrecht 2000, 167-191

Graafstal, E.P., Logistiek, communicatie en watermanagement. Over de uitrusting van de Romeinse rijksgrens in Nederland, in: *Westerheem* 51 (2002), 2-27

Graafstal, E.P. en A. Luksen-IJtsma, *Waterland*, Basisrapportage archeologie, Utrecht in voorb.

Haalebos, J.K., *Zwammerdam - Nigrum Pullum. Ein Auxiliarkastell am Niedergermanischen Limes*, Cingula 3, Amsterdam 1977

Haalebos, J.K., *Fibulae uit Maurik*, Oudheidkundige Mededelingen uit het Rijksmuseum van Oudheden te Leiden, supplement 65, Leiden 1986

Haalebos, J. K., Woerden-Laurium: Een eerste inventarisatie van de opgravingen in het centrum van de stad, Nijmegen 1998 (intern rapport)

Haarhuis, H.F.A., Gemeente Vleuten-De Meern. Bestemmingsplan Veldhuizen. Kartering Romeinse *weg: haalbaarheidsonderzoek*, RAAP-rapport 319, Amsterdam 1997

Haarhuis, H.F.A., *Bestemmingsplan Veldhuizen.Gemeente Vleuten-De Meern. Kartering Romeinse weg, fase 2*, RAAP-rapport 334, Amsterdam 1999a

Haarhuis, H.F.A., *Bestemmingsplan Veldhuizen.Gemeente Vleuten-De Meern. Kartering Romeinse weg, fase 3*, RAAP-rapport 372, Amsterdam 1999b

Haarhuis, H.F.A., en E.P. Graafstal, *Vleuten-Harmelen. Een archeologische kartering, inventarisatie en waardering*, RAAP-rapport 80, Amsterdam 1993

Hallewas, P. en R.M. van Dierendonck, 'The Valkenburg-Marktveld and Valkenburg-The Woerd Excavations, 1985-1988; a Preliminary Report', in: *Nederlandse Oudheden* 15, Amersfoort 1993, 11-46

Hallewas, D.P., R.M. van Dierendonck en K.E. Waugh, The Valkenburg-Marktveld and Valkenburg-the Woerd excavations, 1985-1988; a preliminary report, in: *The Valkenburg Excavations 1985-1988. Introduction and detailed studies*, (Nederlandse Oudheden 15), Amersfoort 1993, 11-46

Hayen, H., Zur Bautechnik und Typologie der vorgeschichtlichen, frühgeschichtlichen und mittelalterlichen hölzernen Moorwege und Moorstrasse, *Oldenburger Jahrbuch* 56, Oldenburg 1957

Hayen, H., Bau und Funktion der hölzernen Moorwege. Einige Fakten und Folgerungen, in: H. Jankuhn e.a. (red.), *Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa*, V, Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Phil.-histor. Klasse 3, Folge Nr. 180, Göttingen 1989, 11-82

Heilig, P.M. (red.), *Houtvademecum*, vijfde druk, Amsterdam-Delft 1982

Hendriksen, M., *Afgedamd en afgedankt. Metaalvondsten uit twee middeleeuwse nederzettingen in Leidsche Rijn*, Utrechtse materiaalcatalogus 1, Utrecht 2004

Hessing, W.A.M., Building programmes for the Lower Rhine Limes. The impact of the visits of Trajan and Hadrian to the Lower Rhine, in: H. Sarfatij, W.J.H. Verwers en P.J. Woltering (eds.), *In discussion with the past. Archaeological studies presented to W.A. van Es*, Zwolle 1999, 149-156

Hingh, A. de, en W. Vos, *Romeinen in Valkenburg (ZH). De opgravingsgeschiedenis en het archeologische onderzoek van Praetorium Agrippinae,* Leiden 2006

Hissel, M., *Restanten van een Romeinse limesweg. Archeologisch onderzoek naar sporen van een Romeinse limesweg en nederzettingssporen bij de toekomstige overslagterminal in Alphen aan den Rijn (Zuid-Holland)*, (AAC-publicaties 38), Amsterdam 2008

Hoeve, J. van de, *Bouwhistorische verkenning Zandweg 225, De Meern*, Intern rapport Cultuurhistorie gemeente Utrecht (ongepubliceerd), Utrecht 2003

Hollstein, E., *Mitteleuropäische Eichenchronologie*, Mainz am Rhein 1980

Huber, B., Über die Sicherheit jahrringchronologischer Datierung, *Holz als Roh- und Werkstoff* 6, 1943, 263-268

Jansma, E., *RemembeRINGs; The development and application of local and regional tree-ring chronologies of oak for the purposes of archaeological and historical research in the Netherlands*, (Nederlandse Archeologische Rapporten 19), Amersfoort 1995

Jansma, E., Dendrochronologie, Nationale Onderzoeksagenda voor de Archeologie Hoofdstuk 3 (versie 1.0, geaccepteerd 1 januari 2006), http://www.noaa.nl/content/toc/balk1-4-3.asp., 2006

Jansma, E., Jaarringonderzoek van het scheepshout en meubelonderdelen: bouwtechnische aspecten, datering en herkomst, in: E. Jansma en J.-M.A.W. Morel (eds.), *Een Romeinse Rijnaak, gevonden in Utrecht-De Meern; resultaten van het onderzoek naar de platbodem 'De Meern 1'*, (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 144), Amersfoort 2007a, 297-311

Jansma, E., Datering, herkomst en bouwvolgorde van De Meern 4, in: T. de Groot en J.-M.A.W. Morel (red.), *Het schip uit de Romeinse tijd De Meern 4 nabij boerderij de Balije, Leidsche Rijn, gemeente Utrecht. Waardestellend onderzoek naar de kwaliteit van het schip en het conserverend vermogen van het bodemmilieu*, (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 147), Amersfoort 2007b, 69-78

Jansma, E. en J.-M.A.W. Morel (red.), *Een Romeinse Rijnaak, gevonden in Utrecht-De Meern. Resultaten van het onderzoek naar de platbodem 'De Meern 1'*, Band A, Rapportage Archeologische Monumentenzorg 144, Amersfoort 2007

Jones, A., *Roman ceramic building material: A guide to on-site recording*, ongepubliceerd, Chester Archaeology, Chester City Council 2001

Kamp, J.S. van der, *Vroege wacht. LR31 Zandweg: archeologisch onderzoek van twee eerste-eeuwse houten wachttorens in Leidsche Rijn*, Basisrapportage archeologie 16, Utrecht 2007

Kars, E.A.K., Natuursteen en keramisch bouwmateriaal, in: W.K. Vos, *Archeologisch onderzoek in Beneden-Leeuwen, vindplaats 'De Ret', gemeente West Maas en Waal*, ADC Rapport 153, Bunschoten 2002, 34-38

Kars, E.A.K., Bijlage IV. Evaluatie van het natuursteen en bouwkeramisch vondstmateriaal, in: W.K. Vos, *Woerden Kerkplein 2002*, ADC Rapport 152, Bunschoten 2003, 47-54

Kars, E.A.K., Keramisch Bouwmateriaal, in: W.K. Vos en E. Blom, *Definitief Archeologisch Onderzoek (DAO) in Alphen aan den Rijn langs het Goudse Rijpad*, ADC Rapport 226, Bunschoten 2004

Kars, E.A.K., Keramisch bouwmateriaal en natuursteen, in: G. Tichelman, *Het villacomplex Kerkrade-Holzkuil*, ADC-ArcheoProjecten Rapport 155, Amersfoort 2005, 257-286

Kars, E.A.K. en A.M. Brakman, Bouwmateriaal, in: J.M. van den Berg, *Inventariserend veldonderzoek (IVO) ten behoeve van de planontwikkeling voor bebouwing aan Verburghlaan-Arckelweg te Poeldijk, Zuid-Holland*, ADC-Archeoprojecten Rapport 313, Bunschoten 2004, 23-25

Kars, E.A.K. en A.M. Brakman, Keramisch Bouwmateriaal, in: Tichelman, G., *Archeologisch Onderzoek in het kader van De Maaswerken. Inventariserend Veldonderzoek (IVO) waarderende fase Well-Aijen*, ADC-Archeoprojecten Rapport 404, Amersfoort 2005, 192-199

Kars, E.A.K. en W.K. Vos, Keramisch bouwmateriaal, in: Vos en Blom 2003, 85-87

Kars, E.A.K. en W.K. Vos, *Romeinse bakstenen in Nederland. Een introductie en pleidooi voor nieuwe onderzoeksmethoden*, ADC Info 2003, 2004, 29-35

Langeveld, M.C.M., *Het water en de limesweg. Wegenbouw en rivierdynamiek gedurende de Romeinse tijd in deelgebied 'De Balije', de Meern (Gem. Utrecht)*, Basisrapportage archeologie 24, Utrecht in voorber.

Langeveld, M.C.M. en A. Luksen-IJtsma, *Wegens Wateroverlast ..... LR 39 De Balije II: rivierdynamiek, wachttorens en infrastructuur uit de Romeinse tijd in een rivierbocht*, Basisrapportage archeologie 11, Utrecht in voorb.

Langeveld, M.C.M., A. Luksen-IJtsma en P. Weterings, *Veni, vidi, vicus. LR 46 en LR 49: Definitief onderzoek naar het zuidelijk deel van een vicus en omgeving in deelplan De Woerd in De Meern (Gemeente Utrecht)*, Basisrapportage Archeologie, Utrecht in voorb.

Leuschner, H. en A. Delorme, Tree-Ring Work in Göttingen. Absolute Oak Chronologies Back to 6255 B.C., *Pact, Journal of the European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques Applied to Archaeology* 22 (1988), 123-132

Munsell Color Company Inc., *Munsell Soil Color Charts*, Baltimore-Maryland 1954

Orton, C., P. Tyers en A. Vince, *Pottery in Archaeology*, Cambridge 1993

Riha, E., *Die Römischen Fibeln aus Augst und Kaiseraugst. Die neufunde seit 1975*, Forschungen in Augst 18, Augst 1994

Rijn, P. van, Dendrochronologisch onderzoek van de tweede Romeinse weg, in: E.J. Bult en D.P. Hallewas (eds.), *Graven bij Valkenburg II. Het archeologisch onderzoek in 1986*, 1987, 69-74

Rinn, F., *TSAP 3.0 Reference Manual*, Heidelberg 1996

Roest, D. van der, en F. van den Oever, *Rapportage geofysisch onderzoek wachttoren Triumhperenlaan Utrecht, De Meern*, GT Frontline Archeo, Harfsen 2009

Sass-Klaassen, U., en E. Hanreats, Woodlands of the past : The excavation of wetland woods at Zwolle-Stadshagen (the Netherlands): Growth pattern and population dynamics of oak and ash, *Geologie en Mijnbouw* 85 (2006), 61-71

Schmidt, B., Dendrochronologische Untersuchungen and Pfahlresten einer römerzeitlichen Rheinbrücke in Koblenz, *Bonner Jahrbücher* 181, 1981, 301-311

Schweingruber, F.H., *Mikroskopische Holzanatomie*, Birmensdorf 1982

Schweingruber F.H., D. Eckstein, F. Serre-Bachet, O.U. Bräker, Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology, Dendrochronologia 8 (1990) 9-37

Simon, H.G., Die Funde aus dem Bereich der Sumpfbrücke bei Bickenbach (Kreis Darmstadt), *Saalburg-Jahrbuch* 34 (1977), 42ff

Stoll, H., Ergebnisse der Ausgrabungen bei Xanten im Winter 1934/35. Vorläufiger Bericht, *Germania* 20 (1936), 184ff

Visser, R.M., *De Romeinse houtvoorziening in het gebied van de Nedergermaanse Limes; een historisch en dendrochronologisch perspectief*, (doctoraalscriptie, vakgroep Archeologie en prehistorie, Faculteit der Letteren, VU), ongepubliceerd 2006

Visser, R.M., Geveld door de Romeinen? Aanwijzingen voor bosbouw in de Romeinse tijd, *Vitruvius* 1(4), 2008, 46-51

Vitruvius Pollio, Marcus, *de Architectura*, ed. T. Peters, Amsterdam 2004 (Athenaeum).

Vorst, Y., *De constructie en herkomst van de Romeinse platbodem 'Woerden 7'. Een studie van jaarring-patronen en bewerkingssporen*, 2005

Vos, W.K., en E. Blom, *Vleuten De Meern, Zuidelijke Stadsas II-AAO*, ADC-rapport 102, Bunschoten 2001

Vos, W.K. en E. Blom, *Archeologisch onderzoek naar de Romeinse vindplaatsen De Balije en Context Schip in de gemeente Utrecht*, ADC Rapport 171, Bunschoten 2003

Vos, W.K. en J.J. Lanzing, *Valkenburg-Veldzicht: onderzoek 1994-1997*, Rapportage Archeologische Monumentenzorg 78, Amersfoort 2000

Weerd, M.D. de, Repressie op afstand in een voorland zonder grenzen. De Romeinse limes in Nederland vóór de opstand der Bataven, *Westerheem* 55 (2006), 5-26

Witteyer, M., 'Aus Nah und Fern. Neue Befunde zu früh-kaiserzeitlichen Bestattungsbräuchen', in: W. Menghin en D. Planck (red.), *Menschen, Zeiten, Räume. Archäologie in Deutschland*, Stuttgart 2002, 250-255

Wttewaall, O., *Vleuten-De Meern. Geschiedenis en historische bebouwing*, Monumenten-Inventarisatie Provincie Utrecht 12, Zeist 1994

Zijverden, W.K. van, Fysisch geografisch onderzoek, in: Vos en Blom 2003, 15-26

# Eerdere Uitgaven

*Basisrapportage archeologie 1*
**De Grauwert**
Archeologische onderzoek naar een laatmiddeleeuwse omgracht complex

*Basisrapportage archeologie 2*
**Eligenstraat**
2000 jaar bebouwing in het zuiden van de Utrechtse binnenstad

*Basisrapportage archeologie 3*
**Sportpark Terweide**
Inheems-Romeinse bewoning uit de eerste eeuw na Christus ten noorden van de Limes

*Basisrapportage archeologie 4*
**Twee ijzertijdvindplaatsen langs de snelweg**
Archeologisch proefonderzoek

*Basisrapportage archeologie 5*
**Middeleeuwse bewoning langs de snelweg**
Archeologisch proefonderzoek langs Rijksweg A2

*Basisrapportage archeologie 6*
**Parkwijk-Noord**
Zoektocht naar Romeinse activiteiten ten noorden van het castellum op de Hoge Woerd

*Basisrapportage archeologie 7*
**Laatmiddeleeuwse bebouwing langs de Hogeweide**
Archeologisch proefonderzoek

*Basisrapportage archeologie 8*
**Langs de Hogeweide**
Archeologisch proefonderzoek van een laat- en postmiddeleeuws bewoningslint

*Basisrapportage archeologie 9*
**In de schoot van het landschap**
Vleuterweide-Wilhelminalaan. Een nederzetting uit de midden- en late IJzertijd

*Basisrapportage archeologie 10*
**Laatmiddeleeuwse bewoning langs de Hoge Weide**
Archeologisch onderzoek wegens de verlegging van de Waterleiding Rijn-Kennemerland

*Basisrapportage archeologie 14*
**Wonen aan het water (deel 1)**
Archeologisch onderzoek van een twaalfde-eeuwse nederzetting langs de Oude Rijn

*Basisrapportage archeologie 15*
**Wonen aan het water (deel 2)**
Archeologisch onderzoek van een twaalfde-eeuwse nederzetting langs de Oude Rijn

*Basisrapportage archeologie 16*
**Vroege wacht**
LR31 Zandweg: archeologisch onderzoek van twee eerste-eeuwse houten wachttorens in Leidsche Rijn

*Basisrapportage archeologie 18*
**Sportpark Terweide 2**
LR41-42: Archeologisch onderzoek Sportpark Terweide

*Basisrapportage archeologie 25*
**Oudenrijnseweg**
Archeologisch onderzoek van een inheems-Romeinse nederzetting uit de eerste eeuw na Chr. en een vlasroot-complex uit de twaalfde eeuw na Chr in De Meern, gemeente Utrecht

*Basisrapportage archeologie 27*
**Proefsleuvenonderzoek Rheyngaerde**
Aanvullend Archeologisch Onderzoek naar de Romeinse *limes*weg

*Basisrapportage archeologie 29*
**Terug naar Themaat**
Het archeologisch onderzoek LR50 en LR52 naar drie huisplaatsen aan de Thematerweg

*Basisrapportage archeologie 34*
**Pottenbakkers aan de Anthoniedijk**
Inventariserend onderzoek m.b.v. proefsleuven en definitief archeologisch onderzoek voorafgaand aan het nieuwbouwproject 'Hoogstraat aan de Vecht' te Utrecht

*Basisrapportage archeologie 36*
**Middeleeuwse bewoningssporen op het binnenterrein van de Letterenbibliotheek**
Definitief onderzoek aan de Wittevrouwenstraat 7-11, gemeente Utrecht

*Basisrapportage archeologie 39*
**Romeinen op het schoolplein**
Proefsleuvenonderzoek (LR 61) op het schoolplein van de R.K. Basisschool Drie Koningen in De Meern, gemeente Utrecht

# Colofon

**Uitgave**
**StadsOntwikkeling**
Gemeente Utrecht
Stedenbouw en Monumenten
Cultuurhistorie © 2009

**Redactie**
E.P. Graafstal

**Eindredactie**
R. de Kam

**Vormgeving**
Grif grafisch ontwerp, Utrecht

**Datum**
Oktober 2009

**Meer informatie**
**Cultuurhistorie**
**Stedenbouw en Monumenten**
**Gemeent Utrecht**
**Telefoon** 030 286 3990
**E-mail** cultuurhistorie@utrecht.nl
**www.**utrecht.nl

# Bijlagen

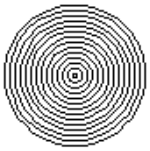
Bijlage 1 en 2 zijn apart bijgevoegd.

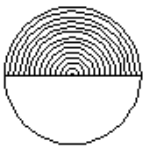
# Bijlage 3-1: Alle dendrochronologische onderzochte meetreeksen aan hout van de *limes*weg in Leidsche Rijn.

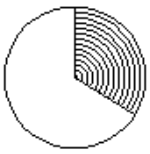
| DendroCode | Ring-rapport | Groepnaam | Structuur | Onderdeel | WP | Sp | VL | Vondstnr | Soort | Stamcode | Lengte | Breedte/ Diameter | Hoogte | Dendrochro-noloog | nr ringen | Kern | Spint (nr. Ringen) | Spint-grens | Wankant | Marge WK | 1e jaar | ne jaar | Post-quem | Seizoen | Veldatum | Kalender | THO | Gleich-läufigkeit | p | Min | Gemiddelde 1/00 mm) | Max | Stanaard Dev |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VDM2W010 | 1997071 | Limes124 | Weg | | | | | Plank | Eik | 14 | | | | EJ/EH | 80 | | | | 20 | ± 6 | 15 | 94 | na | | 114 | DEOFRI01 | 5,23 | 63,9 | 0,0129004 | 88 | 184 | 318 | 44 |
| VDM2W020 | 1997071 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid (buiten) | 4 | | 5 | 16 | Eik | 1 | | | | EJ/EH | 51 | 3 | 12 | | 1 | | 73 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | 4,03 | 65,0 | 0,0321590 | 56 | 154 | 272 | 52 |
| VDM2W031 | 1997071 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid (buiten) | 4 | | 5 | 14 | Eik | 0 | | | | EJ/EH | 70 | 5 | 16 | | 1 | | 54 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | VNWSTD | 5,62 | 79,0 | 0,0000012 | 31 | 112 | 250 | 52 |
| VDM2W040 | 1997071 | Limes124 | Weg | trekbalk | 4 | | 5 | 21 | Eik | 1 | | | | EJ/EH | 46 | | 10 | | 0 | | 79 | 124 | | | 124 | DEOFRI01 | 4,2 | 73,3 | 0,0015746 | 69 | 195 | 433 | 85 |
| VDM2W050 | 1997071 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid (binnen) | 4 | | 5 | 15 | Eik | 0 | | | | EJ/EH | 99 | 5 | 15 | | 1 | | 25 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | VNWSTD | 5,52 | 64,3 | 0,0044319 | 33 | 113 | 249 | 42 |
| VDM2W060 | 1997071 | Limes124 | Weg | Afvalhout weglichaam | 4 | | 5 | 22 | Eik | 1 | | | | EJ/EH | 72 | 2 | 15 | | 1 | | 52 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | VNWSTD | 3,43 | 64,8 | 0,0120170 | 47 | 111 | 178 | 34 |
| VDM2W071 | 1997071 | Limes124 | Weg | Palenrij noord | 2 | | 1 | 5 | Eik | 10 | | 12 | 13 | EJ/EH | 249 | 60 | 20 | | 1 | | -126 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | VNWSTD | 9,67 | 66,2 | 0,0000003 | 27 | 49 | 92 | 12 |
| VDM2W080 | 1997071 | | Weg | | 1 | | 1 | 7 | Eik | 1 | | | | EJ/EH | 38 | 1 | 8 | | 1 | | 86 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLZWOL01 | 4,06 | 63,2 | 0,1036510 | 86 | 227 | 432 | 76 |
| VDM2W091 | 1997071** | | Weg | | 1 | | 1 | 8 | Eik | 0 | | | | EJ/EH | 31 | | 9 | | 1 | | 93 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | | | | | 194 | 401 | 577 | 81 |
| VDM2W100 | 2009046 | Limes124 | Weg | trekbalk | 4 | | 5 | 27 | Eik | 2 | | 20 | 12 | RMV | 107 | 3 | 16 | | 1 | | 17 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 7,22 | 71,5 | 0,0000087 | 20 | 84 | 237 | 46 |
| VDM2W110 | 2009046 | Limes124 | Weg | trekbalk | 4 | | 5 | 26 | Eik | 2 | | 23 | 12 | RMV | 113 | 3 | 15 | | 1 | | 11 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 6,65 | 68,1 | 0,0001190 | 12 | 77 | 165 | 32 |
| VDM2W121 | 2009046 | | Weg | Palenrij zuid | 4 | | 5 | 13 | Eik | 1 | | 13 | 12 | RMV | 91 | | | | | | | | | | | | | | | 16 | 54 | 122 | 23 |
| VDM2W130 | 2009046 | Limes124 | Weg | Liggende stam over-langs in weglichaam | 4 | | 5 | 30 | Eik | 7 | | 14 | 12 | RMV | 170 | | | | | | -75 | 95 | na | | | DECENT01 | 7,23 | 67,1 | 0,0000082 | 26 | 60 | 106 | 18 |
| VDM2W140 | 2009046 | Limes124 | Weg | Plank zuidzijde | 4 | | 5 | 32 | Eik | 0 | | 7 | 4,5 | RMV | 72 | | | | 20 | +/-6 | -131 | -60 | na | | -40 | NLRWEG01 | 4,99 | 63,9 | 0,0183288 | 54 | 97 | 152 | 25 |
| VDM2W150 | 2009046 | | Weg | Liggende stam over-langs in weglichaam | 4 | | 5 | 29 | Eik | 2 | | 14 | 4 | RMV | 68 | | 19 | | 1 | | 56 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | DECENT01 | 5,34 | 65,4 | 0,0110905 | 24 | 89 | 188 | 51 |
| VDM2W160 | 2009046 | | Weg | Liggende stam over-langs in weglichaam | 4 | | 5 | 28 | Eik | 4 | | 18 | 14 | RMV | 110 | | 21 | | 0 | | 15 | 124 | | Zomer/winter | 124 | NLVEEN06 | 4,93 | 65,0 | 0,0016528 | 18 | 133 | 344 | 74 |
| VDM2W170 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid (buiten) | 4 | | 5 | 12 | Eik | 11 | | 19 | 16 | RMV | 187 | | 22 | | 1 | | -63 | 123 | | Zomer/winter | 124 | NLRWEG01 | 10,5 | 67,1 | 0,0000029 | 44 | 92 | 174 | 24 |
| VDM2W181 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid (buiten) | 4 | | 5 | 10 | Eik | 2 | | 19 | 11 | RMV | 122 | 10 | 18 | | 1 | | 2 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | NLRWEG01 | 7,43 | 70,1 | 0,0000090 | 28 | 85 | 244 | 47 |
| VDM2W191 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord (buiten) | 4 | | 5 | 23 | Eik | 1 | | 14 | 12 | RMV | 72 | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 61 | 142 | 32 |
| VDM2W200 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij noord (buiten) | 4 | | 5 | 20 | Eik | 1 | | 14 | | RMV | 44 | 5 | 13 | | 1 | | 80 | 123 | | Zomer/winter | 124 | NLNatRom | 5,76 | 72,7 | 0,0025996 | 47 | 118 | 251 | 45 |
| VDM2W210 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij noord (buiten) | 4 | | 5 | 25 | Eik | 4 | | 16 | 15 | RMV | 53 | | 19 | | 1 | +1 | 70 | 122 | | | 123 | NLRWEG01 | 5,01 | 76,4 | 0,0001211 | 123 | 278 | 436 | 69 |
| VDM2W221 | 2009046 | | Weg | Palenrij zuid | 4 | | 5 | 9 | Eik | 1 | | 16 | | RMV | 93 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 14 | 72 | 311 | 72 |
| VDM2W230 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid | 4 | | 5 | 11 | Eik | 6 | | 12 | 12 | RMV | 75 | | | Ja | | ? | 30 | 104 | | | 124 | NLRWEG01 | 5,98 | 67,3 | 0,0027314 | 62 | 153 | 303 | 61 |
| VDM2W240 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij zuid | 4 | | 5 | 17 | Eik | 1 | | 16 | 15 | RMV | 79 | 3 | 15 | | 1 | | 45 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | NLRWEG01 | 7,33 | 70,9 | 0,0002030 | 35 | 99 | 159 | 31 |
| VDM2W250 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij noord | 4 | | 5 | 18 | Eik | 1 | | 14 | | RMV | 33 | 1 | 13 | | 1 | | 91 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | VDM2W240 | 3,35 | 71,2 | 0,0148632 | 102 | 194 | 308 | 40 |
| VDM2W260 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij noord | 4 | | 5 | 19 | Eik | 1 | | 11 | 10 | RMV | 52 | 2 | 16 | | 1 | | 72 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | NLRWEG01 | 5,79 | 74,0 | 0,0005375 | 47 | 124 | 208 | 36 |
| VDM2W271 | 2009046 | Limes124 | Weg | Palenrij noord | 4 | | 5 | 24 | Eik | 7 | | 13 | 10 | RMV | 45 | | 10 | | 1 | | 79 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | NLNatRom | 7,11 | 77,8 | 0,0001917 | 120 | 274 | 385 | 73 |
| VDM2W281 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord | 2 | | 1 | 4 | Eik | 2 | | | | RMV | 31 | | 9 | | 1 | | 93 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | EUNLDE01 | 4,03 | 72,6 | 0,0118483 | 52 | 281 | 537 | 135 |
| VDM2W290 | 2009046 | | Weg? | Losse paal midden in weglichaam | 2 | | 1 | 10 | Eik | 1 | | 10 | 8 | RMV | 25 | 2 | | Ja | | | | | | | | | | | | 96 | 189 | 274 | 52 |
| VDM2W300 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord (buiten) | 2 | | 1 | 3 | Eik | 1 | | 10 | 9 | RMV | 10 | 1 | 10 | | | | | | | Zomer/najaar | | | | | | 238 | 425 | 654 | 126 |
| VDM2W310 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord (buiten) | 2 | | 1 | 7 | Eik | 2 | | | | RMV | 71 | 1 | 18 | | | | 53 | 123 | | Zomer/najaar | 124 | Intern | | | | 16 | 62 | 132 | 28 |
| VDM2W320 | 2009046 | | Weg? | Losse paal midden in weglichaam | | | | VTN97-2: stam uit oostprofiel | Eik | 1 | | | | RMV | 24 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 242 | 363 | 590 | 88 |
| VDM2W330 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord | 2 | | 1 | 6 | Eik | 1 | | | | RMV | 107 | | | | | | -35 | 72 | | | | Intern | | | | 50 | 91 | 133 | 18 |
| VDM2W340 | 2009046 | | Weg | Palenrij noord | 2 | | 1 | 9 | Eik | 2 | | | | RMV | 69 | | | Ja | | | 38 | 106 | | | | Intern | | | | 56 | 103 | 154 | 24 |
| VDM2W351 | 2009046 | | Weg | Plank noordzijde | 2 | | 1 | 8 | Eik | 16 | | 22 | 9 | RMV | 18 | | | | | | | | | | | | | | | 92 | 194 | 364 | 74 |
| VDMLR011 | 2003013 | Limes124 | Weg | liggend | 11 | 189 | | | Eik | 1 | 93 | 16 | 11 | EH | 165 | | | | 20 | ± 6 | -141 | 24 | na | | 44 | NLRWEG01 | 8 | 70,1 | 0,0000002 | 46 | 112 | 242 | 45 |
| VDMLR021 | 2003013 | Limes124 | Weg | liggend | 11 | 304 | | | Eik | 4 | 348 | 18 | | EH | 81 | | 17 | | 0 | | 44 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDMLR161 | 6 | 65,2 | 0,0062191 | 44 | 220 | 534 | 103 |
| VDMLR030 | 2003013 | | Weg | liggend | 11 | 337 | | | Eik | 1 | 106 | 18 | 13 | EH | 86 | | 13 | | 1 | | 38 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 3,65 | 61,2 | 0,0377748 | 48 | 111 | 212 | 40 |
| VDMLR040 | 2003013 | Limes124 | Weg | liggend | 11 | 153 | | | Eik | 1 | 261 | 21 | | EH | 95 | 1 | | Ja | 20 | ± 6 | 8 | 102 | | | 122 | NLRWEG01 | 5,15 | 64,9 | 0,0036779 | 28 | 91 | 211 | 48 |
| VDMLR051 | 2003013 | Limes124 | Weg | liggend | 11 | 272 | | | Eik | 2 | 272 | 19 | | EH | 101 | 20 | 11 | | 1 | | 23 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 5,6 | 76,0 | 0,0000002 | 13 | 92 | 485 | 94 |
| VDMLR061 | 2003013 | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 234 | | | Eik | 4 | 241 | 18 | 11 | EH | 94 | | 20 | | 0 | | 31 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 56 | 138 | 343 | 63 |
| VDMLR071 | 2003013 | Limes124 | Weg | buitenste palenrij | | 115 | | | Eik | 4 | 201 | 17 | | EH | 121 | | 14 | | 1 | | 3 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 7,05 | 70,4 | 0,0000072 | 54 | 116 | 192 | 25 |
| VDMLR081 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 239 | | | Eik | 1 | 271 | 16 | | EH | 39 | 2 | 9 | | 1 | | 86 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 162 | 340 | 504 | 77 |
| VDMLR091 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 378 | | | Eik | 1 | 168 | 18 | | EH | 36 | 1 | 16 | | 0 | | 89 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 54 | 237 | 727 | 175 |
| VDMLR101 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 245 | | | Eik | 2 | 249 | 16 | | EH | 63 | 1 | 15 | | 0 | | 62 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 71 | 167 | 350 | 59 |
| VDMLR111 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 150 | | | Eik | 4 | 261 | 18 | 16 | EH | 31 | 1 | 10 | | 0 | | 94 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 112 | 238 | 439 | 70 |
| VDMLR121 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 123 | | | Eik | 1 | 279 | 16 | | EH | 24 | 1 | 23 | | 0 | | 101 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 115 | 294 | 476 | 108 |
| VDMLR130 | 2003013* | | Weg | buitenste palenrij | 11 | 136 | | | Eik | 4 | 275 | 20 | 20 | EH | 88 | | 27 | | 1 | | 36 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | Intern | | | | 45 | 176 | 616 | 139 |
| VDMLR141 | 2003013 | | Weg | binnenste palenrij | 11 | 243 | | | Eik | 2 | 137 | 14 | 11 | EH | 98 | 2 | 22 | | | | 24 | 121 | | | 122 | Intern | | | | 42 | 122 | 282 | 62 |
| VDMLR151 | 2003013 | Limes124 | Weg | binnenste palenrij | 11 | 146 | | | Eik | 4 | 230 | 17 | 8 | EH | 223 | | 2 | | 24 | ± 8 | -119 | 104 | | | 128 | NLRWEG01 | 11,9 | 77,7 | 0,0000000 | 42 | 88 | 197 | 27 |
| VDMLR161 | 2003013 | Limes124 | Weg | binnenste palenrij | | 120 | | | Eik | 4 | 196 | 18,5 | 15,5 | EH | 109 | | 21 | | 1 | | 15 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 5,2 | 67,6 | 0,0002379 | 42 | 120 | 399 | 64 |
| VDMLR171 | 2003013* | | Weg | binnenste palenrij | 11 | 246 | | | Eik | 4 | 151 | 16 | | EH | 93 | | 13 | | 1 | | 31 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 5,9 | 63,6 | 0,0087141 | 49 | 168 | 339 | 74 |
| VDMLR191 | 2003013* | | Weg | binnenste palenrij | 11 | 235 | | | Eik | 4 | 160 | 16,5 | | EH | 82 | | 12 | | 1 | | 42 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 8,3 | 71,6 | 0,0000916 | 58 | 172 | 349 | 69 |
| VDMLR201 | 2003013* | | | | 11 | 152 | | | Eik | 1 | 272 | 12 | 6 | EH | 107 | | 20 | | 1 | | 17 | 123 | | Zomer/Winter | 124 | NLRWEG01 | 5,4 | 63,7 | 0,0045929 | 43 | 120 | 361 | 65 |
| VDMWL081 | 1998096 | Limes124 | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 4 | 2 | 12-12 (oost?) | Eik | 6 | | 14 | | EJ/EH | 70 | | 5 | | 15 | ± 6 | 44 | 113 | | | 128 | VDMWL101 | 6,05 | 75,9 | 0,0000146 | 75 | 193 | 456 | 96 |
| VDMWL091 | 1998096 | Limes124 | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 1 | 2 | 11 (oost?) | Eik | 1 | | 13 | | EJ/EH | 61 | | | | 20 | ± 6 | 40 | 100 | na | | 120 | VDMWL081 | 4,71 | 66,1 | 0,0119066 | 35 | 115 | 274 | 35 |
| VDMWL101 | 1998096 | Limes124 | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 4 | 2 | 17-22 (oost?) | Eik | 4 | | 10 | | EJ/EH | 65 | | | Ja | 20 | ± 6 | 38 | 102 | | | 122 | EUNLDE01 | 6,56 | 82,0 | 0,0000002 | 72 | 174 | 398 | 75 |
| VDMWL111 | 1998096 | Limes124 | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 1 | 2 | 2-8 | Eik | 11 | | 15 | | EJ/EH | 72 | 40 | 2 | | 18 | ± 6 | 42 | 113 | | | 131 | VDMWL121 | 4,53 | 66,4 | 0,0053830 | 100 | 184 | 439 | 60 |
| VDMWL121 | 1998096 | Limes124 | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 1 | 2 | 8-7 | Eik | 11 | | 14 | | EJ/EH | 76 | | 19 | | 0 | | 49 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDM11X | 4,04 | 68,7 | 0,0011123 | 60 | 159 | 334 | 67 |
| VDMWL151 | 1998096 | | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 4 | 2 | 19-19 | Eik | 4 | | 10 | | EJ/EH | 74 | 5 | | | 20 | ± 6 | -15 | 58 | na | | 78 | DECENT01 | 3,03 | 68,5 | 0,0014583 | 26 | 93 | 285 | 62 |
| VDMWL241 | 1998096 | | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 1 | 2 | 36 | Eik | 4 | | 15 | | EJ/EH | 83 | 0 | 1 | | 19 | ± 6 | 20 | 102 | | | 121 | NLROMR02 | 4,71 | 63,4 | 0,0146225 | 38 | 131 | 343 | 71 |
| VDMWL321 | 1998096 | | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 4 | 2 | 10-15 | Eik | 6 | | 14 | | EJ/EH | 41 | | 8 | | | +5 | 80 | 120 | | | 120 | | 3,86 | 75,0 | 0,0013668 | 147 | 290 | 489 | 92 |
| VDMWL400 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 8 | 5 | 146 | Eik | 1 | | 21,5 | | EJ/EH | 88 | 0 | 23 | | 0 | | 37 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | EUNLDE01 | 4,33 | 60,9 | 0,0408528 | 38 | 114 | 296 | 55 |
| VDMWL421 | 1998095 | | Brug | Paal | 6 | 386 | 5 | 181 | Eik | 1 | | 22 | | EJ/EH | 82 | 1 | 23 | | 0 | | 43 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | EUNLDE01 | 4,39 | 62,3 | 0,0259055 | 31 | 119 | 389 | 91 |
| VDMWL442 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 160 | 5 | 174 | Eik | 1 | | 23 | | EJ/EH | 85 | 10 | 19 | | 1 | | 39 | 123 | | | 124 | EUNLDE01 | 4,57 | 65,5 | 0,0042624 | 52 | 129 | 310 | 56 |
| VDMWL451 | 1998095 | | Brug | Paal | 6 | 54 | 5 | 158 | Eik | 1 | | 21 | | EJ/EH | 86 | 1 | 20 | | 0 | | 39 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDM36 | 4,44 | 66,6 | 0,0020781 | 42 | 101 | 518 | 82 |
| VDMWL460 | 1998095 | | Brug | Paal | 6 | 55 | 5 | 6-5-157 | Eik | 4 | | 8 | | EJ/EH | 72 | | | Ja | | | | | | | | | | | | 61 | 127 | 285 | 50 |
| VDMWL473 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 7 | 5 | 159 | Eik | 1 | | 21 | | EJ/EH | 104 | | 18 | | 0 | | 21 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDM36 | 3,93 | 66,7 | 0,0006589 | 17 | 101 | 341 | 77 |
| VDMWL491 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 141 | 5 | 175 | Eik | 1 | | 27 | | EJ/EH | 112 | 2 | 15 | | | +5 | 8 | 119 | | | 124 | DECENT01 | 4,96 | 63,5 | 0,0042711 | 36 | 111 | 242 | 49 |
| VDMWL501 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 51 | 5 | 164 | Eik | 1 | | 20 | | EJ/EH | 54 | 2 | 16 | | 0 | | 71 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDM36 | 6,37 | 70,8 | 0,0022359 | 46 | 162 | 317 | 66 |
| VDMWL521 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 140 | 5 | 177 | Eik | 1 | | 25 | | EJ/EH | 98 | 5 | 11 | | 0 | | 27 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | EUNLDE01 | 4,2 | 62,9 | 0,0106472 | 24 | 138 | 626 | 90 |
| VDMWL530 | 1998095 | Limes124 | Brug | Paal | 6 | 6 | 5 | 166 | Eik | 1 | | 26 | | EJ/EH | 102 | 5 | 18 | | 0 | | 23 | 124 | | Zomer/Winter | 124 | VDM36 | 4,72 | 59,9 | 0,0455325 | 39 | 116 | 367 | 86 |
| VDMWL680 | 2000080 2000081 | | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 1 | 2 | 35 (16?) | Iep | 4 | | 12,5 | | EH | 115 | 1 | | | 1 | +1 | -4 | 110 | | | 111 | Via MC | | | | 16 | 74 | 184 | 34 |
| VDMWL720 | 2000080 2000081 | | Wegbeschoeiing | Paal | 4 | 4 | 2 | 35 (10?) | Iep | 6 | | 8,5 | | EH | 104 | | | | 1 | | 8 | 111 | | | 112 | Via MC | | | | 15 | 64 | 169 | 34 |

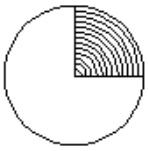
# Bijlage 3-2: De verwerking van boomstammen tot gebruikshout: schematische weergave.

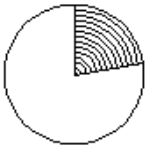
(registratie BIAX consult)

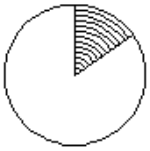
1  hele stam

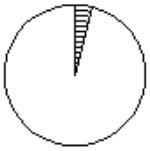
2  halve stam

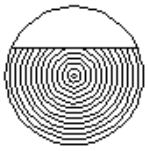
3  derde stam

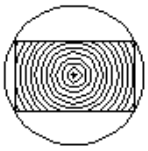
4  kwart stam

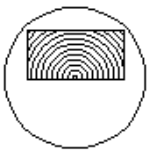
5  radiaal kleiner dan omtrek

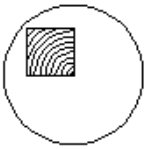
6  radiaal gelijk aan omtrek

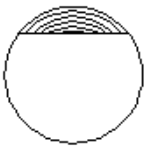
7  radiaal groter dan omtrek

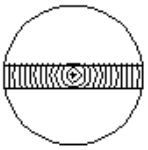
8  eenzijdig gerechte 'balk'

9  vierzijdig gerechte 'balk' door het hart van de stam

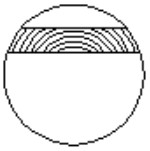
10  vierzijdig gerechte 'balk' uit halve stam

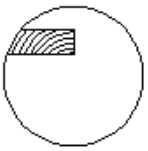
11  vierzijdig gerechte 'balk' uit kwart stam

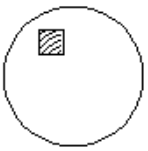
12  eenzijdig gerechte 'plank'

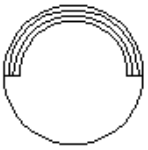
13  radiale 'plank' door hart (kwartiers)

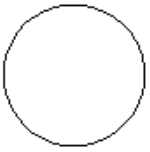
14 radiale 'plank' maximaal tot hart

15  tangentiale 'plank' niet door hart, breedte groter dan kwart stam (dosse)

16  'plank' niet door hart, breedte maximaal kwart stam

17  relatief klein deel uit stam

18  segment van een uitgeholde stam

0  onbekend

Algemeen:
a = zonder bast
b = met één zijde met bast
bb = met twee zijden met bast

# Bijlage 3-3: De belangrijkste 'matches' van het hout in Limes 124

| | VDM2W071 | VDM2W170 | VNW00011 | IWRD577C | VDMWL473 | VDMLR151 | VDMLR071 | VDMLR011 | IALP065G | 1GD0001M | 1GD0002A | 1GD0003B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VDM2W170 | t-waarde: 9,44<br>GLK: 71,40<br>p=0,000000005<br>Correlatie: 0,61 | | | | | | | | | | | |
| VNW00011 | t-waarde: 8,84<br>GLK: 67,40<br>p=0,0000006<br>Correlatie: 0,49 | t-waarde: 7,32<br>GLK: 67,70<br>p=0,000009<br>Correlatie: 0,45 | | | | | | | | | | |
| IWRD577C | | t-waarde: 5,23<br>GLK: 68,80<br>p=0,001<br>Correlatie: 0,45 | | | | | | | | | | |
| VDMWL473 | t-waarde: 4,59<br>GLK: 61,70<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,39 | t-waarde: 4,87<br>GLK: 67,50<br>p=0,0004<br>Correlatie: 0,38 | | t-waarde: 3,22<br>GLK: 68,80<br>p=0,001<br>Correlatie: 0,33 | | | | | | | | |
| VDMLR151 | t-waarde: 10,00<br>GLK: 69,10<br>p=0,00000002<br>Correlatie: 0,57 | t-waarde: 8,88<br>GLK: 65,20<br>p=0,00009<br>Correlatie: 0,51 | t-waarde: 10,90<br>GLK: 68,70<br>p=0,0000001<br>Correlatie: 0,55 | t-waarde: 3,22<br>GLK: 61,70<br>p=0,04<br>Correlatie: 0,34 | | | | | | | | |
| VDMLR071 | t-waarde: 4,64<br>GLK: 61,20<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,48 | t-waarde: 5,56<br>GLK: 69,00<br>p=0,00003<br>Correlatie: 0,62 | t-waarde: 4,91<br>GLK: 64,10<br>p=0,004<br>Correlatie: 0,43 | t-waarde: 4,04<br>GLK: 64,30<br>p=0,01<br>Correlatie: 0,32 | | t-waarde: 4,78<br>GLK: 65,70<br>p=0,002<br>Correlatie: 0,40 | | | | | | |
| VDMLR011 | t-waarde: 7,38<br>GLK: 64,30<br>p=0,0005<br>Correlatie: 0,45 | t-waarde: 6,68<br>GLK: 67,60<br>p=0,001<br>Correlatie: 0,54 | t-waarde: 8,54<br>GLK: 66,40<br>p=0,0002<br>Correlatie: 0,56 | | | t-waarde: 8,41<br>GLK: 68,20<br>p=0,00001<br>Correlatie: 0,49 | t-waarde: 3,12<br>GLK: 75,00<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,43: | | | | | |
| IALP065G | t-waarde: 6,02<br>GLK: 61,30<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,49 | | t-waarde: 4,67<br>GLK: 61,30<br>p=0,01<br>Correlatie: 0,35 | | | t-waarde: 4,29<br>GLK: 63,40<br>p=0,003<br>Correlatie: 0,41 | | | | | | |
| 1GD0001M | t-waarde: 5,10<br>GLK: 70,90<br>p=0,0002<br>Correlatie: 0,48 | t-waarde: 6,59<br>GLK: 68,00<br>p=0,0008<br>Correlatie: 0,59 | t-waarde: 4,42<br>GLK: 67,50<br>p=0,004<br>Correlatie: 0,38 | | t-waarde: 5,73<br>GLK: 61,50<br>p=0,03<br>Correlatie: 0,53 | | t-waarde: 6,02<br>GLK: 64,00<br>p=0,009<br>Correlatie: 0,60 | | | | | |
| 1GD0002A | t-waarde: 8,23<br>GLK: 64,00<br>p=0,00002<br>Correlatie: 0,47 | t-waarde: 5,36<br>GLK: 59,60<br>p=0,009<br>Correlatie: 0,39 | t-waarde: 7,60<br>GLK: 63,40<br>p=0,0002<br>Correlatie: 0,44 | | | t-waarde: 7,19<br>GLK: 66,10<br>p=0,000002<br>Correlatie: 0,44 | t-waarde: 5,48<br>GLK: 65,90<br>p=0,0006<br>Correlatie: 0,36 | | | | | |
| 1GD0003B | | t-waarde: 7,06<br>GLK: 68,60<br>p=0,000006<br>Correlatie: 0,52 | t-waarde: 5,78<br>GLK: 67,20<br>p=0,0002<br>Correlatie: 0,43 | | | t-waarde: 8,26<br>GLK: 72,20<br>p=0,0000006<br>Correlatie: 0,63 | t-waarde: 5,28<br>GLK: 66,10<br>p=0,0005<br>Correlatie: 0,50 | | t-waarde: 5,07<br>GLK: 65,30<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,55 | t-waarde: 4,56<br>GLK: 64,40<br>p=0,007<br>Correlatie: 0,50 | t-waarde: 4,12<br>GLK: 61,80<br>p=0,005<br>Correlatie: 0,31 | |
| VDMG0011 | | t-waarde: 4,44<br>GLK: 61,90<br>p=0,02<br>Correlatie: 0,40 | | t-waarde: 4,00<br>GLK: 61,70<br>p=0,04<br>Correlatie: 0,38 | t-waarde: 5,17<br>GLK: 58,80<br>p=0,08<br>Correlatie: 0,47 | | | | | t-waarde: 6,68<br>GLK: 72,80<br>p=0,00001<br>Correlatie: 0,55 | | t-waarde: 4,74<br>GLK: 61,30<br>p=0,03<br>Correlatie: 0,41 |

# Bijlage 3-4: Meetreeksen opgenomen in Limes 124

| Locatie | Meetreeks | aantal ringen | eerste jaar | laatste jaar |
|---|---|---|---|---|
| Alphen aan den Rijn - OTA | 1GD0001M | 87 | 38 | 124 |
| | 1GD0002A | 228 | -110 | 118 |
| | 1GD0003B | 146 | -22 | 124 |
| Alphen aan den Rijn - Julianastraat | IALP065G | 119 | -79 | 40 |
| Woerden | IWRD577C | 77 | 27 | 103 |
| | IWRD578A | 84 | 25 | 108 |
| Valkenburg (Z.H.) - Marktveld | VAL00111 | 120 | -97 | 23 |
| | VAL00171 | 127 | -64 | 62 |
| | VAL00251 | 114 | -63 | 50 |
| | VNW00011 | 198 | -104 | 94 |
| | VNW00021 | 203 | -80 | 123 |
| | VNW00031 | 163 | -40 | 123 |
| | VNW00041 | 215 | -92 | 123 |
| | VNW00051 | 91 | 33 | 123 |
| Vleuten - De Meern - VTN97-2 | VDM2W010 | 80 | 15 | 94 |
| | VDM2W020 | 51 | 73 | 123 |
| | VDM2W031 | 70 | 54 | 123 |
| | VDM2W040 | 46 | 79 | 124 |
| | VDM2W050 | 99 | 25 | 123 |
| | VDM2W060 | 72 | 52 | 123 |
| | VDM2W071 | 249 | -126 | 123 |
| | VDM2W100 | 107 | 17 | 123 |
| | VDM2W110 | 113 | 11 | 123 |
| | VDM2W130 | 170 | -75 | 95 |
| | VDM2W140 | 72 | -131 | -60 |
| | VDM2W170 | 187 | -63 | 123 |
| | VDM2W181 | 122 | 2 | 123 |
| | VDM2W200 | 44 | 80 | 123 |
| Vleuten - De Meern - VTN97-2 *vervolg* | VDM2W210 | 53 | 70 | 122 |
| | VDM2W230 | 75 | 30 | 104 |
| | VDM2W240 | 79 | 45 | 123 |
| | VDM2W250 | 33 | 91 | 123 |
| | VDM2W260 | 52 | 72 | 123 |
| | VDM2W271 | 45 | 79 | 123 |
| Vleuten - De Meern - Gasleiding | VDMG0011 | 97 | 22 | 118 |
| Vleuten - De Meern - LR31 | VDMLR011 | 165 | -141 | 24 |
| | VDMLR021 | 81 | 44 | 124 |
| | VDMLR040 | 95 | 8 | 102 |
| | VDMLR051 | 101 | 23 | 123 |
| | VDMLR071 | 121 | 3 | 123 |
| | VDMLR151 | 223 | -119 | 104 |
| | VDMLR161 | 109 | 15 | 123 |

| Locatie | Meetreeks | aantal ringen | eerste jaar | laatste jaar |
|---|---|---|---|---|
| Vleuten - De Meern - Waterland | VDMWL081 | 70 | 44 | 113 |
| | VDMWL091 | 61 | 40 | 100 |
| | VDMWL101 | 65 | 38 | 102 |
| | VDMWL111 | 72 | 42 | 113 |
| | VDMWL121 | 76 | 49 | 124 |
| | VDMWL400 | 88 | 37 | 124 |
| | VDMWL442 | 85 | 39 | 123 |
| | VDMWL473 | 104 | 21 | 124 |
| | VDMWL481 | 64 | 61 | 124 |
| | VDMWL491 | 112 | 8 | 119 |
| | VDMWL501 | 54 | 71 | 124 |
| | VDMWL521 | 98 | 27 | 124 |
| | VDMWL530 | 102 | 23 | 124 |

# Bijlage 3-5: De onderlinge overeenkomsten van het hout van de *limes*weg te Leidsche Rijn (methode 2 in de tekst)

| Locatie | Reeks A | Reeks B | Overlap | Gleichläufigkeit | p | t-waarde | Correlatie |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vleuten - De Meern - Waterland | VDM2W010 | VDM2W310 | 42 | 67,9 | 0,02 | 4,98 | 0,45 |
| | VDM2W020 | VDM2W260 | 51 | 69,6 | 0,01 | 5,86 | 0,73 |
| | VDM2W060 | VDM2W020 | 51 | 69,6 | 0,01 | 5,86 | 0,8 |
| | VDM2W100 | VDM2W170 | 107 | 65 | 0 | 5,62 | 0,54 |
| | VDM2W100 | VDM2W071 | 107 | 74,8 | 0 | 5,49 | 0,53 |
| | VDM2W110 | VDM2W100 | 107 | 79,9 | 0 | 8,54 | 0,7 |
| | VDM2W130 | VDM2W071 | 170 | 58,5 | 0,03 | 5,2 | 0,34 |
| | VDM2W170 | VDM2W071 | 187 | 71,1 | 0 | 9,4 | 0,61 |
| | VDM2W181 | VDM2W170 | 122 | 62,3 | 0,01 | 5,11 | 0,58 |
| | VDM2W181 | VDM2W100 | 107 | 63,6 | 0,01 | 5,08 | 0,54 |
| | VDM2W181 | VDM2W071 | 122 | 63,1 | 0 | 5,05 | 0,52 |
| | VDM2W230 | VDM2W010 | 65 | 64,6 | 0,02 | 5,16 | 0,5 |
| | VDM2W240 | VDM2W020 | 51 | 69,6 | 0,01 | 5,27 | 0,76 |
| | VDM2W240 | VDM2W050 | 79 | 70,9 | 0 | 4,97 | 0,57 |
| | VDM2W260 | VDM2W040 | 45 | 65,6 | 0,04 | 5,35 | 0,57 |
| | VDM2W330 | VDM2W170 | 107 | 74,8 | 0 | 7,8 | 0,59 |
| | VDM2W330 | VDM2W071 | 107 | 72,4 | 0 | 5,36 | 0,45 |
| Vleuten - De Meern - LR31 | VDMLR141 | VDMLR030 | 84 | 61,9 | 0,03 | 5,37 | 0,42 |
| | VDMLR151 | VDMLR011 | 143 | 68,2 | 0 | 8,41 | 0,49 |
| | VDMLR161 | VDMLR021 | 80 | 61,3 | 0,04 | 5,77 | 0,45 |
| | VDMLR171 | VDMLR161 | 93 | 69,4 | 0 | 5,96 | 0,58 |
| | VDMLR191 | VDMLR171 | 82 | 71,3 | 0 | 8,35 | 0,73 |
| | VDMLR201 | VDMLR161 | 107 | 62,6 | 0,01 | 6,06 | 0,6 |
| Vleuten - De Meern - LR31 | VDMWL091 | VDMWL081 | 57 | 65,8 | 0,02 | 4,75 | 0,5 |
| | VDMWL101 | VDMWL081 | 59 | 75,4 | 0 | 6,06 | 0,46 |
| | VDMWL421 | VDMWL241 | 60 | 70 | 0 | 5,47 | 0,68 |
| | VDMWL451 | VDMWL111 | 72 | 70,8 | 0 | 4,71 | 0,49 |
| | VDMWL473 | VDMWL101 | 65 | 59,2 | 0,1 | 5,07 | 0,44 |
| | VDMWL481 | VDMWL101 | 42 | 73,8 | 0 | 4,8 | 0,37 |
| | VDMWL491 | VDMWL473 | 99 | 60,1 | 0,04 | 5,24 | 0,44 |
| | VDMWL521 | VDMWL501 | 54 | 71,3 | 0 | 4,93 | 0,65 |
| | VDMWL530 | VDMWL451 | 86 | 64,5 | 0,01 | 5,29 | 0,54 |

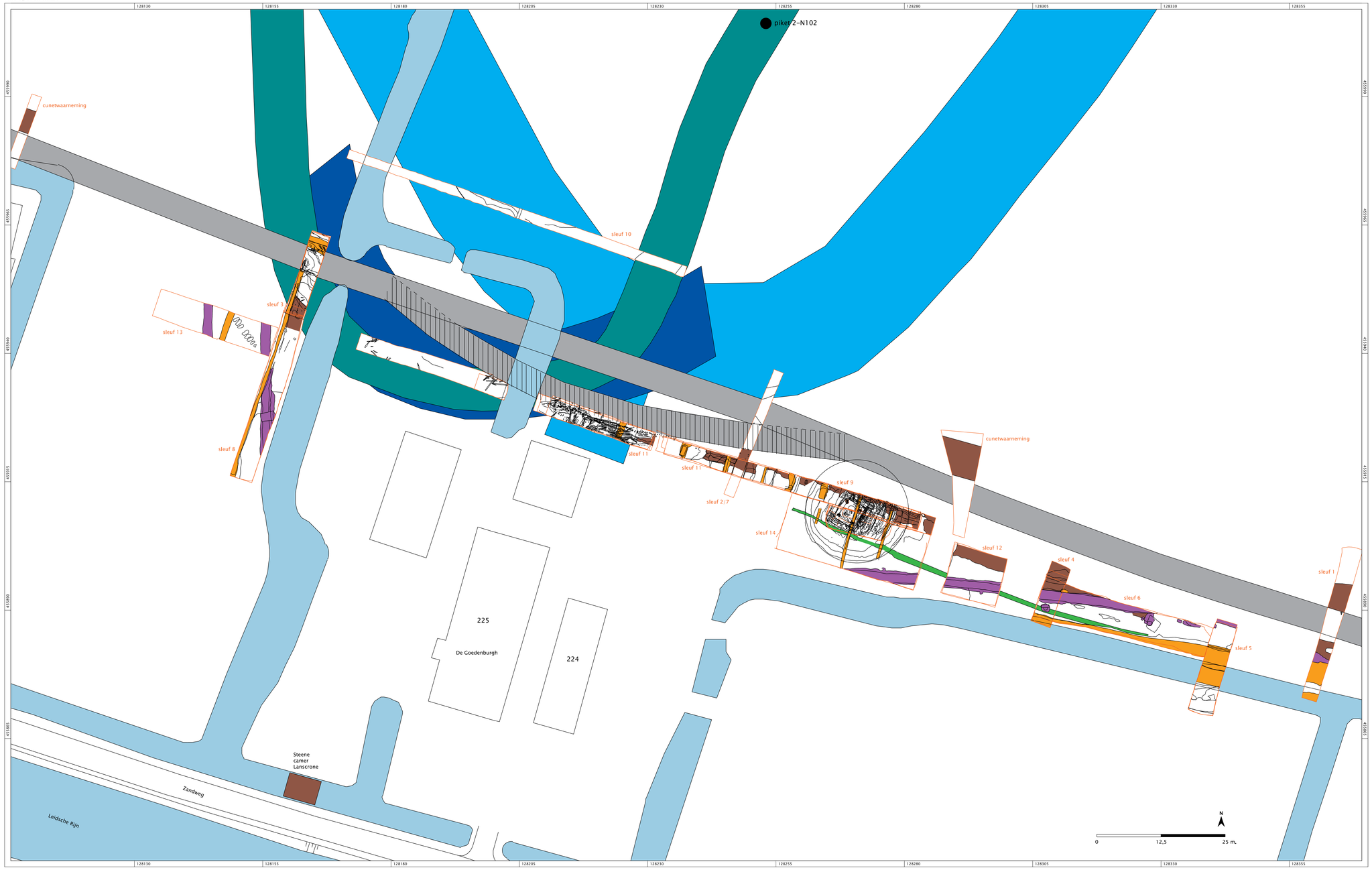
Meer informatie

**Cultuurhistorie**
**afdeling Stedenbouw & Monumenten**
**Telefoon** 030 - 286 39 90
**E-mail** cultuurhistorie@utrecht.nl
**www.**utrecht.nl

ISBN 978-90-73448-28-5

# Bijlage 1: Alle sporen kaart en uitsnede sleuf 11

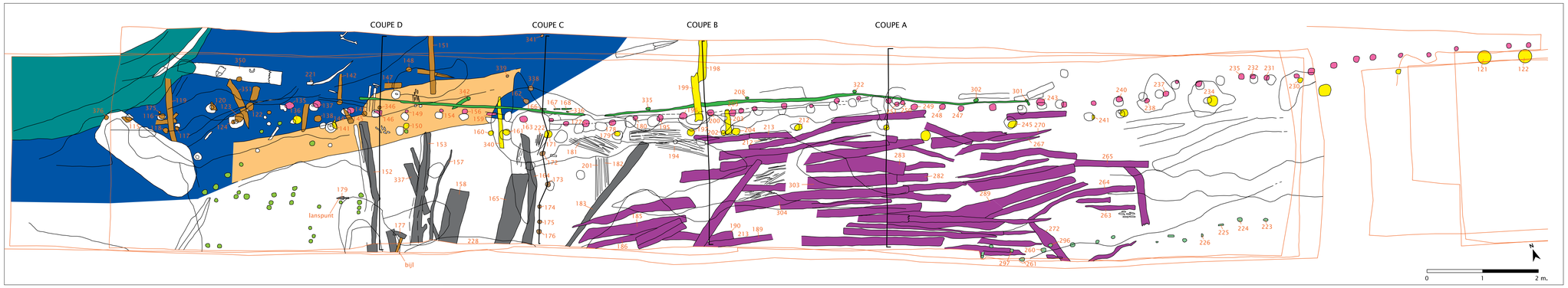
Alle sporen kaart




**Legenda:**

- Tracé Limesweg
- Tracé wegomlegging 125
- rivier t.t.v. doorbraak in eerste kwart 2e eeuw
- rivierbedding t.t.v. doorbraak rond midden van de 3e eeuw
- restgeul t.t.v. doorbraak rond midden van de 3e eeuw
- bermgreppel van voor 125
- taluds Limesweg
- middeleeuwse sporen
- post-middeleeuwse sporen
- bestaande sloten

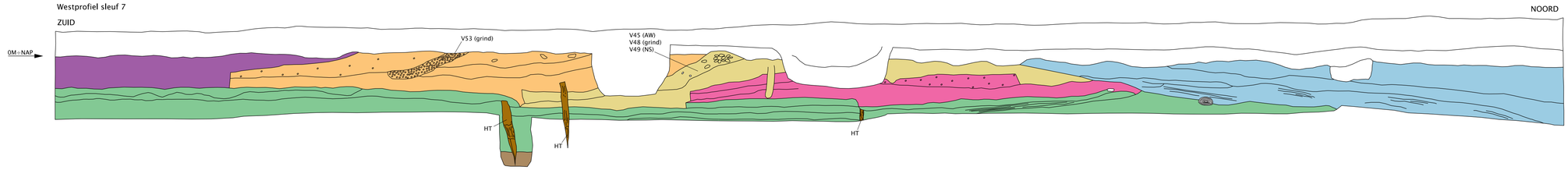
Uitsnede sleuf 11




**Legenda:**

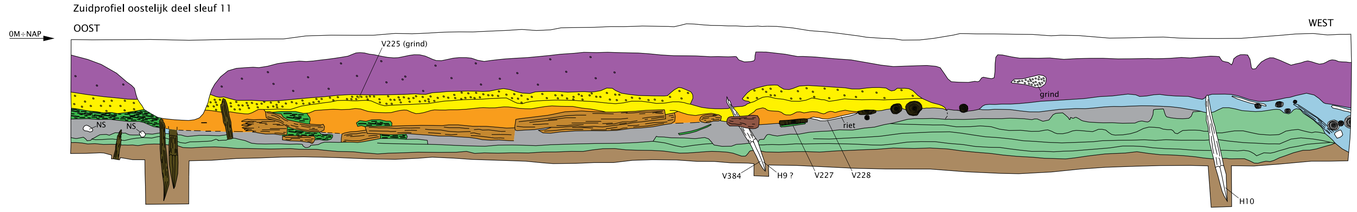
- H2: provisorische rivier beschoeiiing 3e
- H3: beschotplanken en borghout
- H4: noordelijke palenrij van zuidelijke bermbeschoeiing
- H5: zuidelijke palenrij van zuidelijke bermbeschoeiing
- H6: oost-west georienteerd afvalhout
- H7: noord-zuid georienteerd hout van de bouwweg
- H8: palenrij met onbekende functie
- H9: palenrij met onbekende functie
- H10: concentratie houten palen: steigerfundering??
- rivierbedding t.t.v. doorbraak rond midden van de 3e eeuw
- restgeul t.t.v. doorbraak rond midden van de 3e eeuw
- aanplemping achter provisorische rivierbeschoeiing t.t.v. doorbraak rond midden van de 3e eeuw

Westprofiel sleuf 7



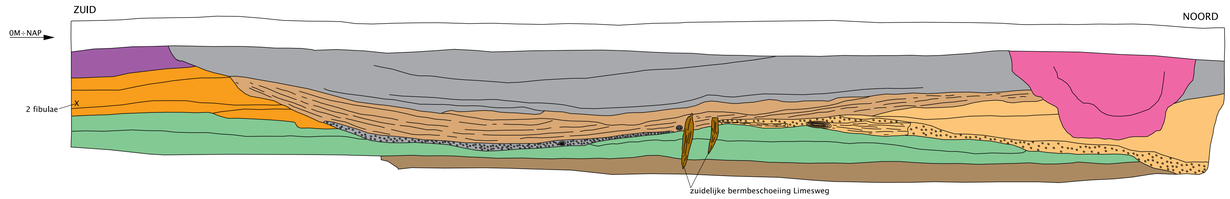

**Legenda:**
- eerste landroute
- eerste beschoeide Limesweg
- wegomlegging uit 125 na Chr.
- beddingafzettingen van rivierdoorbraak uit eerste kwart 2e eeuw
- klei
- veen
- recente verstoringen en/of bouwvoor
- laatste afzetting Heldammer rivier

Zuidprofiel oostelijk deel sleuf 11



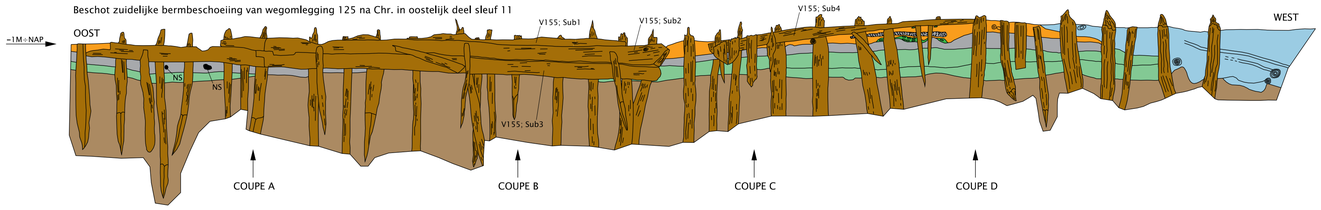

**Legenda:**
- H7: bouwweg
- H6: afvalhout
- takkenbossen H7
- mogelijk H8
- bodem crevasse
- zuidflank 2e/3e eeuwse Limesweg
- laatste afzetting Heldammer rivier
- geul tijdens 2e rivier doorbraak
- opgebrachte kleilaag
- veen
- klei
- recente verstoringen en/of bouwvoor

Westprofiel sleuf 3



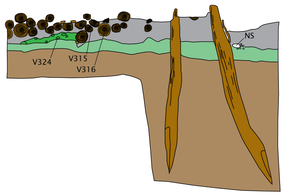

**Legenda:**
- klei met grind en schelpen
- humeus, sterk gelaagd zavel en kleipakket
- kleilagen
- zanderige bedding afzettingen
- zuidflank Limesweg
- veen
- klei
- post-middeleeuwse greppel
- laatste afzetting Heldammer rivier
- recente bouwvoor

Beschot zuidelijke bermbeschoeiing van wegomlegging 125 na Chr. in oostelijk deel sleuf 11

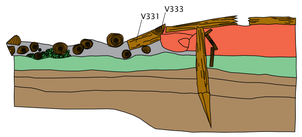



**Legenda:**
- kleilaag met natuursteen op crevasse bodem
- 2e rivier doorbraak
- takkenbossen
- grindhoudende laag
- bouwweg: zeer zanderige zavel+grind+takkenbossen
- klei
- veen

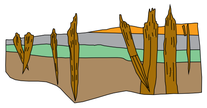
COUPE A



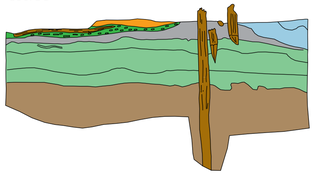

COUPE B




COUPE C



COUPE D



**Legenda Coupe A t/m D :**
- takkenbossen
- kleilaag met natuursteen op crevasse bodem
- veen
- klei
- opvulling weglichaam
- bouwweg: zandige zavel
- 2e rivier doorbraak

0 2 4 m.