

Paleolandschap en archeologie van het PWN duingebied bij Castricum

**Rapportage van een multidisciplinair onderzoeksprogramma,
uitgevoerd naar aanleiding van geologische en
archeologische veldopnamen in acht bouwputten gelegen
binnen het duinwaterwingebied van PWN bij Castricum**

P.C. Vos (Deltares)
R.A. van Eerden (Provincie Noord-Holland)
J. de Koning (Hollandia)

en met medewerking van:
F. Bunnik (Pollen, hoofdstuk 5.1 en 5.2)
O. Brinkkemper (Macroresten, hoofdstuk 5.3)
W. Bosman (Veldwerkbegeleiding)

Titel

Paleolandschap en archeologie van het PWN duingebied bij Castricum

Opdrachtgever

Provincie Noord-Holland

Kenmerk

0912-0242

Pagina's

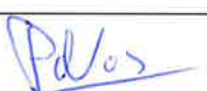
122

Trefwoorden

Paleolandschap, archeologie, kustgenese, duinvorming, Oer-IJ estuarium.

Projectnummer

092.69260

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	dec. 2009	P.C. Vos (Deltares)				M.J. van der Meulen	
		R.A. van Eerden (Provincie Noord-Holland)					
		J. de Koning (Hollandia)					

Status

definitief

Samenvatting

Het bodemarchief van het PWN duingebied bij Castricum bewaart de 'sleutels' voor de reconstructie van de landschaps- en bewoningsgeschiedenis van dit duingebied. De mens is in het verleden werkzaam geweest in het duinlandschap en heeft daar de vegetatieontwikkeling - en daarmee ook de duinvorming - beïnvloed.

Geologisch gezien is het duingebied bij Castricum bijzonder omdat onder de duinen een oud zeegat voorkomt, namelijk het zeegat van het voormalige 'Oer-IJ estuarium'. Dit oude getijdensysteem was tussen 4500 en 2000 jaar geleden actief in het gebied tussen Uitgeest en Castricum; Assendelft en Beverwijk; en Velsen en Amsterdam (Bijlage IV). Het getijdensysteem van het Oer-IJ had - via het toenmalige Flevomeer en de loop van het riviertje de Vecht tussen Muiden en Utrecht - contact met de voormalige hoofdloop van de rivier de Rijn, de huidige Oude Rijn. In de IJzertijd was het mogelijk om vanuit de Noordzee en de monding bij Castricum naar de bovenloop van de Rijn te varen.

In de Romeinse tijd zandde de monding van het Oer-IJ geheel dicht en werd het achterliggende estuarium van de zee afgesloten. De grote getijde-geul tussen Beverwijk en Amsterdam slibde niet geheel dicht en uit deze restgeul ontstond - door afslag van met name de veenoevers zuidelijk van Assendelft en Zaandam - het IJ-meer. Dit meer (het gebied van de IJ-polders) is in 1876 drooggelegd door de mens.

Tijdens en na de dichtzanding van de Oer-IJ monding bij Castricum (ijzertijd en Romeinse tijd) vormde zich in dit gebied zich lage kustduinen. Deze duinen worden de 'Oude Duinen' genoemd. De vorming van de Oude Duinen ging door tot aan de vroege middeleeuwen. Vanaf de late middeleeuwen werden de duinen steeds hoger en ontstonden er in het duingebied grote paraboolduinen. Deze reliëfrijke duinen worden de 'Jonge Duinen' genoemd.

De laagopbouw van de Jonge en Oude Duinen in het PWN duingebied bij Castricum kwamen in de periode tussen februari 2001 en maart 2002 op acht plaatsen aan het daglicht. In die tijd werden in het duingebied acht grote bouwputten gegraven waarvan de putbodemplaat tot in de top van de onderliggende Oer-IJ mondingafzettingen reikten. Deze bouwputten werden gegraven voor de ontmanteling van acht overbodig geworden pompinstallaties. De bouwputten voor de sloop van deze installaties bood de unieke kans om de ondergrond van het duingebied bij Castricum te bestuderen omdat grote schuine profielwanden ontsloten werden. In de profielwanden van deze 'kijkaten' konden de duin- en strandafzettingen geologisch / sedimentologisch onderzocht worden. Ook kon vastgesteld worden of de mens op deze plaatsen actief geweest was en antropogene grondsporen had achtergelaten.

Tijdens de veldopnamen in de bouwputten werden monsters genomen voor de datering van de diverse afzettingsslagen en om de vegetatie van het paleolandschap te kunnen reconstrueren. ¹⁴C-monsters werden genomen uit de organisch rijke bodem- en veenlagen te dateren en OSL-monsters om de ouderdom van de tussen liggende duinlagen te bepalen. Ook de archeologische vondsten uit de bodem- en cultuurlagen leverden een belangrijke bijdrage aan de datering van deze lagen.

Pollen- en macrorestenonderzoek werden verricht aan monsters die genomen waren uit de bodem- en cultuurlagen. Bij het paleobotanisch onderzoek werd speciaal gelet op de (archeo-) botanische preservatie van het organische materiaal in deze lagen en de invloed van de mens op de duinvegetatie-ontwikkeling.

De acht bouwputten lagen in een noord – zuid raai. Deze raai lag precies over de oude monding (zeegat) van het Oer-IJ (Afb. 1 t/m 3). Omdat de basis van de bouwputten niet dieper reikten dan de top van de strandzanden van het Oer-IJ (max. tot 2.5 m –NAP) zijn de waarnemingen van het veldonderzoek aangevuld met acht steekboringen tot 35 m onder

maaiveld (ca. 30 m –NAP). De boringen zijn zoveel mogelijk gezet in de nabijheid van de putten om daarmee zo goed mogelijk aan te sluiten op veldopnamen in de bouwputten. De boorkernen van de steekboringen zijn lithologisch en sedimentologisch beschreven en het organisch materiaal in de verschillende lagen (schelpen / veenlagen) zijn gedateerd met behulp van de ¹⁴C-methode om de dichtzanding van het Oer-IJ zeegat te kunnen bepalen.

In hoofdstuk 6 worden de geologische, paleobotanische en archeologische onderzoeksresultaten van deze studie geïntegreerd in de landschaps- en bewoningssynthese. In een speciaal hoofdstuk (hoofdstuk 7) wordt ingegaan op de vraag of het zeegat van het Oer-IJ in de vroeg Romeinse tijd open was en of er daar een bevaarbare scheepvaartverbinding bestond tussen de Romeinse forten Velsen 1 en 2 (Flevum) en de Noordzee. De geo-, bio- en archeolandschappelijke vragen die in hoofdstuk 1 (inleiding) aan de orde komen, worden beantwoord in hoofdstuk 8. Met de beantwoording van deze vragen worden de belangrijkste conclusies van dit onderzoek samengevat.

Voor een snelle kennisname van de onderzoeksresultaten van het PWN-duinonderzoek kan volstaan worden met het lezen van de onderstaande conclusies, in samenhang met de afbeeldingen in de bijlagen. Voor een uitgebreidere kennisname van de geologische en archeolandschappelijke onderzoeksresultaten wordt aanbevolen de hoofdstukken 6 t/m 8 door te lezen. De data die aan de landschapssynthese ten grondslag liggen, worden vermeld in de hoofdstukken 2 t/m 7.

Geologie

- Het Oer-IJ en het West Friese zeegatsysteem - die open getijdengebieden waren in de midden Bronstijd - kunnen gezien worden als een relict ('geologische overervingen') van een groot Pleistoceen dalsysteem dat zich in de diepere ondergrond van Noord Holland en Flevoland bevindt (Oer-Overijsselse Vechtdal; Afbeelding 8a).
- De monding van het Oer-IJ estuarium in de ijzertijd, waarvan de zeegatsedimenten onder de duinen van het PWN duingebied liggen, is *niet* ontstaan door de erosieve insnijding (inbraak) van een getijgeulsysteem maar door een differentiële kustuitbouw van de strandwallen ten noorden en zuiden van de opening van het estuarium (Afbeelding 8b t/m 8e; Bijlage IV).
- De strandwallen en duinen ter hoogte van Limmen en Heemskerk bouwden zich tussen 2500 v. Chr. en het jaar 0 sterk in zeewaartse richting uit. In het tussenliggende gebied (Castricum – Uitgeest) ontwikkelde zich in die tijd een getijdengebied met wadplaten, kwelders en getijde reken. Dit getijdengebied maakte deel uit van het Oer-IJ estuarium.
- De monding van het Oer-IJ zeegatsysteem zandden tussen 500 v. Chr. en het jaar 0 dicht (Afbeelding 5). De kustlijn lag in die tijd oostelijk van de huidige kustlijn (Bijlage IV).
- De laatste restgeul van het zeegat heeft nabij de bouwput van het Pompgebouw gelegen. De vraag of de restgeul van het zeegat in de vroeg Romeinse tijd nog open was blijft onduidelijk. Dit komt doordat de geologische onderzoeksgegevens uit de bouwputten en boringen niet gedetailleerd genoeg zijn om deze kleinschalige vraag op lossen. Uit het onderzoek komt wel naar voren dat er geen grote opening meer in die tijd bestond. Het zeegat was aan het begin van de Romeinse tijd vrijwel dicht omdat in het achterliggende Oer-IJ geen getijwerking meer aanwezig was. Het estuarium was volledig verland en op de voormalige getijdenafzettingen werd gewoond.
- De strandwal westelijk van Castricum, die het verlande Oer-IJ estuarium afsloot van de zee, werd nog tot in de 3^e eeuw n. Chr. nog overstroomd tijdens perioden van hoge

stormvloedten voor de kust. De OSL-gedateerde washover afzettingen ('overstaggronden') bij Castricum Zanderij vormen daar het bewijs van.¹

- Oude Duinvorming in het mondingsgebied van het Oer-IJ vindt vanaf de midden ijzertijd plaats. De strandwallen en duinen ten noorden en zuiden van het mondingsgebied zijn ouder en dateren uit de vroege ijzertijd of ouder (Bronstijd). Het reliëf van de Oude Duinen bedroeg maximaal ca. 2 m en de bovenkant van de duinen kwam in het algemeen niet veel hoger dan 3 m + NAP (Afb. 12; Bijlage III).
- De Oude Duinvorming gaat door tot in de 10^e eeuw. Vanaf die tijd vormen zich de relatief hoge paraboolduinen die gerekend worden tot de Jonge Duinen. Het migreren van de paraboolduinen als gevolg van zandverstuivingen ('loopduin'), zorgde ervoor dat de top van de Oude Duinen werd geërodeerd. Het abrasie- of erosieniveau dat het gevolg was van deze uitblazing, wordt de egalisatiefasen genoemd.
- De paraboolduinen hebben een groot reliëf en kunnen in het PWN duingebied hoogten bereiken van meer dan 20 m + NAP (o.a. de Kruisberg).
- Het langgerekte duin aan de zeezijde van het PWN duingebied wordt de 'zanddijk' genoemd. Dit duin is in de 19^e en 20 eeuw ontstaan doordat de mens de duinen aan de zeereep ging vastleggen door het aanbrengen van windschermen en aanplant van helm. Het aanzien van de kustlijn in West Nederland is dus sterk antropogeen bepaald en de huidige kustlijn verschilt sterk met die uit de late middeleeuwen en nieuwe tijd (Afb. 13; Afb. 15, en Foto 1).

Paleogeografie en landschapsvorming

- De paleogeografische ontwikkeling van het Oer-IJ estuarium van 2500 v. Chr. tot 1000 n. Chr. is weergegeven in een serie van 7 paleogeografische kaarten (Bijlage IV). De verlandingsgeschiedenis van de monding van het Oer-IJ is gebaseerd op de geologische onderzoeksresultaten van deze studie.
- De Jonge en Oude Duinvorming is gevisualiseerd in een schematische dwarsdoorsnede van het PWN duingebied loodrecht op de kustlijn (Afb. 4 en 5). De vegetatieontwikkeling die in het profiel is aangegeven is afgeleid van de resultaten van deze studie en die van het Middensluiseland².

Paleobotanie

- Het paleobotanisch materiaal (pollen en macroresten), en waarschijnlijk ook het archeobotanische materiaal, in de bodems van de Oude Duinen in het PWN duingebied is matig tot slecht gepreserveerd. Mogelijk hangt de relatief slechte conservatie samen met de grondwaterpeilverlaging in het duingebied die samenhangt met grootschalige waterwinning in het duingebied vanaf de jaren '60.
- Als gevolg van de matige preservatie van het paleobotanische materiaal is het maken van een gedetailleerde vegetatiereconstructie tijdens de periode van de Oude Duinvorming niet mogelijk. Uit het verkregen pollen- en macrorestenbeeld komt wel naar voren dat de duinen tijdens de pre- en protohistorie werden beweide door de mens, en dat er lokaal geakkerd werd. De gevonden ploegsporen in de bodemlagen van de bouwputten wijzen erop dat vanaf de ijzertijd de duinvalleien zijn bewerkt door de mens.

Archeologie

- Het PWN duingebied heeft, met uitzondering van de meest westelijk gelegen duinzone waar gedurende de middeleeuwen nog kustuitbouw had plaatsgevonden, een hoge archeologische verwachting.
- De archeologische resten en sporen (Tabel IV), die in de bodems van de onderzochte bouwputsecties zijn gevonden, wijzen erop dat de mens tijdens meerdere perioden

¹ Vos, 2007

² Vos, e.a., 2008

actief is geweest in het duingebied en dat zij daar ook gewoond hebben. Met name de Vroege Middeleeuwen lijken relatief goed vertegenwoordigd.

- Nederzettingen zelf zijn tijdens het onderzoek in de bouwputten niet aangetroffen. Dat dit niet het geval was, hing vooral samen met de gebruikte onderzoeksmethode in de bouwputten. Slechts delen van profielwanden werden opgeschoond en opgenomen. Vlakdekkend onderzoek is niet uitgevoerd. Het feit dat scherven uit de ijzertijd t/m de middeleeuwen in de onderzochte bodemlagen zijn terug gevonden, duidt er wel op dat in de nabijheid van deze vondstlocaties nederzettingen te verwachten zijn.
- De antropogene activiteiten werden lokaal onderbroken door zandverstuivingen (duinvorming). De duinstructuren laten zien dat de Oude Duinvorming kleinschalig was en dat de verstuiving mogelijk zelf door de mens werd veroorzaakt (verstoring vegetatie door akkerbouw).
- De duinondergrond van het PWN gebied lijkt in vergelijking met het Oer-IJ achterland rijk aan met name vroeg middeleeuwse archeologie. Deze relatieve schaarste aan archeologisch materiaal voor deze tijdperiode in het Oer-IJ gebied maakt het archeologisch onderzoek in het PWN duingebied extra interessant.

Behoud en beheer

- De relevante, archeologische bodemlagen in het PWN duingebied liggen in het algemeen op een hoogte tussen -0.5 en + 3.0 m NAP. De hoogteligging van deze lagen is afhankelijk van de ouderdom en de vorm van het oorspronkelijke duinreliëf. In het zuidelijk gelegen duingebied van Middensluiseiland (sluizencomplex IJmuiden) en dat van Groot Olmen (Bloemendaal) ligt het archeologisch relevante bodemniveau zelfs nog wat hoger, respectievelijk op 3-4 m en 4,5 - 5 m +NAP.
- De relatief hoge ligging van de archeologisch waardevolle bodemlagen houdt in dat het archeologisch bodemarchief haast overal bedreigd wordt waar diepere vergravingen in het duingebied plaatsvinden. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij natuurbouw.
- Uit het onderzoek naar de paleobotanische resten (pollen en macroresten) in de bodems van het PWN duingebied laat zien dat de conserveringstoestand van het paleobotanische materiaal – en waarschijnlijk ook van de archeobotanische resten – matig tot slecht is. De conservering van de pollen in de onderzochte bodemlagen op het Hoogoverterrein (jaren '60) bleken veel beter gepreserveerd te zijn. Nader onderzoek naar de conserveringstoestand van het organisch materiaal in de duingebieden van West Nederland, en de oorzaken van de verslechtering van de preservatie daarvan, is gewenst.

Archeologische verwachting

- De bestaande archeologische verwachtingskaart van de PWN duinregio zou moeten worden aangepast. De westelijke duinzone (nabij de zeereep) heeft momenteel ten onrechte een hoge verwachting. De duinvorming is daar in de Middeleeuwen of later gevormd. Nederzettingssporen zijn aan de zeezijde niet te verwachten.
- Daarin tegen zou het hele oostelijk duingebied - waar Oude Duinbodems voorkomen - een hoge verwachting moeten hebben. Dit geldt ook voor het overstoven Oer-IJ getijgebied van Castricum Zanderij.

Voor het opstellen van een nieuw verwachtingsmodel van het PWN duingebied is het van groot belang een gedetailleerd inzicht te krijgen in de kustuitbouw die van af de Romeinse tijd tot en met de nieuwe tijd heeft plaats gevonden. Aanvullend karter- (inzet georadar; Foto 13 en 14) en dateringsonderzoek is daarvoor noodzakelijk.

Inhoud

Deel 1: Tekst

1 Inleiding	1
2 Paleogeografische setting en archeologie van het onderzoeksgebied	5
2.1 Holocene kustvorming en stratigrafie van Noord Holland	5
2.2 Ontstaan van de Oer-IJ regio	7
2.3 Geschiedenis van het archeologisch onderzoek in het PWN duingebied	10
3 Onderzoeksaanpak	13
3.1 Opname van de bouwputten	13
3.2 Steekboringen	14
3.3 Laboratorium bemonsteringsprogramma	15
4 Resultaten van de geologische en archeologische opnamen	21
4.1 Bouwputten	21
4.1.1 Secundair L	21
4.1.2 Secundair E	23
4.1.3 Secundair D	25
4.1.4 Pompstation	27
4.1.5 Secundair G	29
4.1.6 WRK gebouw	31
4.1.7 Secundair 5	34
4.1.8 Secundair 3	37
4.2 Steekboringen	38
4.2.1 Stratigrafische classificatie	39
4.2.2 Boorbeschrijving	40
4.2.3 Dateringen uit de boorkernen	48
4.2.4 Geologische profieldoorsnede	51
5 Paleobotanisch onderzoek	53
5.1 Palynologie PWN duingebied	53
5.1.1 Palynologie Pompgebouw	59
5.1.2 Palynologie Secundair G	59
5.1.3 Palynologie WRK gebouw	59
5.1.4 Palynologie Secundair 5	60
5.2 Palynologie op het Hoogoverterrein (jaren '60)	61
5.3 Macroresten PWN duingebied	62
5.3.1 Inleiding	62
5.3.2 Materiaal en methoden	63
5.3.3 Resultaten	65
5.3.4 Vergelijking macroresten en pollen	80
5.4 De paleobotanische data van het PWN gebied vergeleken met hypothetische duinvegetaties in natuurlijke en antropogene context	81
5.4.1 Verwachte duinvegetatie in natuurlijke context	81
5.4.2 Verwachte duinvegetatie in antropogene context	82
5.5 Conclusies en discussie vegetatie-ontwikkeling PWN duingebied	82
5.5.1 Conservering paleobotanisch materiaal	82

5.5.2	Vegetatie- en landschapsreconstructie gebaseerd op de pollen- en macrorestanalyses	83
6	Synthese: landschap- en bewoningsgeschiedenis in het mondingsgebied van het Oer-IJ estuarium	85
6.1	Landschapsontwikkeling voor het ontstaan van het Oer-IJ (9000 – 3000 v. Chr)	85
6.2	Periode dat het Oer-IJ estuarium een actief getijdegebied was (3000 – 0 v. Chr)	86
6.3	Definitieve sluiting van het Oer-IJ zeegat door duinvorming (0 – 2000 n. Chr)	90
7	Sluiting van het Oer-IJ zeegat in relatie met de bevaarbaarheid van de havens van de Romeinse forten Velsen 1 en 2 (Flevum); discussie	95
8	Antwoord op de gestelde geo- en archeolandschappelijke vragen	101
9	Referenties	105
10	Overzichtslijst van de tabellen	109

Deel 2: Afbeeldingen en Bijlagen

Afbeeldingen

Afbeelding 1: Locatiekaart van het PWN studiegebied bij Castricum

Afbeelding 2: Vereenvoudigde geologische kaart van het studiegebied

Afbeelding 3: AHN-hoogtekaart van het studiegebied

Afbeelding 4: Lithostratigrafische profiel over de voormalige monding van het Oer-IJ

Afbeelding 5: Chronostratigrafisch profiel (over de voormalige monding van het Oer-IJ

Afbeelding 6: Geologische en archeologische tijdsindeling van het Holoceen

Afbeelding 7: Zeespiegelcurven

Afbeelding 8: Paleogeografische kaartreconstructies van Noord Holland en Flevoland

Afbeelding 9: Aardewerkvormen van archeologische locaties in het PWN duingebied

Afbeelding 10: Lakprofiel uit de zuidwesthoek van de bouwput WRK gebouw.

Afbeelding 11: Blokdiagram van het Jonge Duinlandschap rond de Breesaap.

Afbeelding 12: Ontwikkelingsfasen in de strandwalvorming van het Oer-IJ gebied

Afbeelding 13: Schematische doorsnede van het kust- en duinprofiel in Romeinse tijd

Afbeelding 14: Schematische doorsnede van het huidige kust- en duinprofiel

Afbeelding 15: Tekening van het strand bij Egmond van Jan Abrahamsz (1622 – 1666)

Afbeelding 16: Ruïne van de kerk van Egmond van Gysbert Boomkamp (1741)

Bijlage I: Boorbeschrijvingen steekboringen

Boring 19C0947

Boring 19C0946

Boring 19C0960

Boring 19C0941

Boring 19C0942

Boring 19C0943

Boring 19C0944

Boring 19C0945

Bijlage II: Fotobijlage

IIa: Recente duinmilieus

Kustduinen nabij de zeereep in Noord Holland: Foto 1 t/m 6

Duinvorming op Texel: Foto 7 t/m 12

IIb: Georadar onderzoek

Georadaropname in het PWN duingebied: Foto 13

Oude Duin bodemprofiel Middensluiseland (sluizen IJmuiden): Foto 14

IIc: Steekboringen

Uitvoering van een steekboring in het PWN duingebied: Foto 15 en 16

Sedimentkernen van de steekboring 19C0495: Foto 17 a t/m g

IId: Geoarcheologische bouwputopnamen in PWN duingebied

Secundair L: Foto 18 t/m 23

Secundair E: Foto 24 t/m 29

Secundair D: Foto 30 t/m 37

Pompgebouw: Foto 38 t/m 45

Secundair G: Foto 46 t/m 55

WRK gebouw: Foto 56 t/m 73

Secundair 5: Foto 74 t/m 81

Secundair 3: Foto 82 en 83

Castricum-Zanderij: Foto 84 (washover afzetting)

Bijlage III: Profielbijlage

IIIa: Secundair L

IIIb: Secundair E

IIIc: Secundair D

IIId: Pompgebouw

IIIe: Secundair G

IIIf: WRK gebouw

IIIg: Secundair 5

IIIh: Secundair 3

Bijlage IV: Paleogeografische kaartbijlagen van het Oer-IJ

IVa: Kaartreconstructie 2500 v. Chr

IVb: Kaartreconstructie 1500 v. Chr

IVc: Kaartreconstructie 1000 v. Chr

IVd: Kaartreconstructie 750 v. Chr

IVe: Kaartreconstructie 500 v. Chr

IVf: Kaartreconstructie 100 n.Chr

IVg: Kaartreconstructie 1000 n..Chr

1 Inleiding

Het onderzoeksgebied van deze archeo-landschappelijke studie beslaat het PWN duingebied; het gebied dat westelijk van Castricum ligt, en ten zuiden en noorden van respectievelijk Egmond en het Hoogoventerrein bij Beverwijk / Velsen (Afb. 1 t/m 3). Dit gebied behoort tot het Noord Hollands Duinreservaat en wordt beheerd door PWN (Provinciaal Waterleiding bedrijf Noord Holland). In dit rapport kort samengevat als PWN duingebied.

De mogelijkheid om geolandschappelijk en archeologisch veldonderzoek te verrichten - en daarmee belangrijke basisgegevens te verzamelen voor de landschaps- en bewoningsgeschiedenis van dit gebied - deed zich voor doordat PWN een deel van de oude waterwinningsinfrastructuur in dit gebied verwijderde (Foto 38 en 56). De oude waterwinningsinfrastructuur bestond uit zogenaamde pompstations en Secundairs.

Door de verandering in de techniek van waterwinning en de wijziging van de waterwinningsdoelstelling waren delen van het oude waterwinnings- en het bijbehorende transportsysteem overbodig geworden. Het grootse deel van het drinkwater komt tegenwoordig uit het IJsselmeergebied omdat water uit dit gebied met een nieuwe zuiveringstechniek geschikt wordt gemaakt voor drinkwater. Om die reden bestaat er minder behoefte aan drinkwater uit het duingebied. Daardoor konden de milieudoelstellingen voor het duingebied worden aangepast. Het grondwaterpeil werd verhoogd waardoor zich weer natte duinvalleien konden vormen; een landschapstype die voor de grondwaterwinning in het duingebied niet of nauwelijks aanwezig was.

De overbodig geworden gebouwen en leidingsystemen zijn in de periode tussen februari 2001 en maart 2002 opgeruimd. Bij de sloop en verwijdering van acht grote pompstations en Secundairs zijn grote bouwputten gegraven tot een diepte van ca. 5 tot 8 m onder maaiveld (maximaal 1 tot 2,5 m –NAP). Tijdens de aanleg van de bouwputten kwam de top van de strandzanden van het Oer-IJ, de Oude- en Jonge Duinenafzettingen bloot te liggen in schuin afgegraven profielwanden van de put. Ook werden in de ontsloten profielwanden archeologische (cultuur-)lagen aangetroffen. De acht diepe ontsluitingen in het PWN duingebied bij Castricum boden om die reden een unieke kans om de geologische en archeologische lagen te onderzoeken (Foto's 18 t/m 83). Dit geoarcheologisch onderzoek vergroot de kennis over de ontstaansgeschiedenis van het landschap en de activiteiten die de mens in dit landschap gepleegd heeft.

Voor de archeologie zijn deze inzichten van belang, omdat het informatie oplevert over het vestigingsklimaat in de het duingebied Het duin- en strandwallengebied van Noord-Holland kan worden aangemerkt als één van de meest waardevolle archeologische regio's van de provincie, hetgeen ook tot uiting komt in het provinciale archeologiebeleid³. Het onderzoek levert een bijdrage aan het beantwoorden van 'klassieke' regionale onderzoeksvraagstukken de vraag hoe de Oude en Jonge Duinen zijn ontstaan en welke rol de mens daarin gespeeld heeft. Omdat de waarnemingen qua locatie willekeurig in het duingebied hebben plaatsgevonden, kunnen deze ook gezien worden als een 'steekproef' die een indicatie geeft over de archeologische waarde dit gebied. Omdat de archeologisch waardevolle lagen door jongere duinzanden (Jonge Duinen) zijn afdekt zijn deze onderliggende archeologische waarden nog weinig onderzocht en daardoor voor een groot deel onbekend. Slechts

³ Nota 'Cultuur verbindt; Cultuurnota 2005-2008 Provincie Noord-Holland, Haarlem 2004'.

incidenteel zijn tot nu toe waarnemingen gedaan in dit deel van het duingebied in Noord Holland⁴.

Tijdens de veldopnamen in 2002 en 2003 zijn de 8 bouwputten geologisch en archeologisch onderzocht en zijn er monsters genomen voor daterings- en paleo-ecologisch onderzoek. De 8 bouwputten waren van noord naar zuid: Secundair L, Secundair E, Secundair D, Pompgebouw, Secundair G, WRK gebouw, Secundair 5, en Secundair 3 (Afb. 1 t/m 3). De bodem van de bouwputten reikte maximaal tot in de top van het strandzand. De bovenkant van het strandzand lag op een diepte van ca. 0 m NAP. De strandzanden dekte weer de dieperliggende zeegatafzettingen van het Oer-IJ af. Om ook de Oer-IJ zeegatafzettingen te kunnen onderzoeken, zijn in de directe omgeving van de bouwputten 8 steekboringen gezet tot een diepte van 35 m –NAP (Afb. 1 t/m 3). Deze boringen bereikten allen de top van de Pleistocene ondergrond. Uit de boorkernen werden schelpmonsters genomen om de sedimentopvulling van het Oer-IJ zeegat (en oudere afzettingen) te kunnen dateren.

Doel van multidisciplinair onderzoeksproject in de bouwputten is de kennis over de genese van het kustlandschap van het PWN duingebied bij Castricum te vergroten, en het gebruik van dit landschap door de mens (waaronder de bewoningsgeschiedenis) beter te leren kennen. Met behulp van deze kennis wordt de landschapsgeschiedenis van het PWN gebied (regionaal) in kaart gebracht (Bijlage IV) en de opvulling van het Oer-IJ zeegat in een noord – zuid profieldoorsneden ‘zichtbaar’ gemaakt (Afb. 4 en 5).

Specifiek antwoord (hoofdstuk 8) zal gegeven worden op de onderstaande geolandschappelijke, archeologische en (archeo-)botanische vragen.

Geolandschappelijke vragen:

- Waar lag het zeegat van het Oer-IJ bij Castricum tijdens de verschillende archeologische perioden (noordelijke en zuidelijke begrenzing met het strandwallengebied).
- Is het zuidelijk deel van het zeegat van het Oer-IJ eerder dichtgezaand dan het noordelijk deel.
- Was het zeegat van het Oer-IJ ‘dicht’ in de Romeinse tijd.
- Heeft er, voorafgaand aan de duinvorming, een fase bestaan waarin ‘wash-overs’ (overslaggronden) en ‘sluifers’ werden gevormd in het mondingsgebied van het Oer-IJ.
- Wanneer begint de oude duinvorming in de verschillende delen van het duingebied. Zijn de verschillende fasen van duinvorming te koppelen aan verstuivingsfasen die in oudere duinstudies in de regio onderscheiden zijn? Dit betreffen duinstudies die gedaan zijn tijdens werkzaamheden op het Hoogoventerrein, in de Velserbroek en bij de uitbreiding van het Noordzeekanaal⁵.
- Wanneer begint de Jonge Duinontwikkeling en welke factoren hebben deze ontwikkeling bepaald (natuurlijk en/of antropogeen).

Archeologische vragen:

- Waar en wanneer raakten de verschillende strandwallen en het laaggelegen gebied van het Oer-IJ-estuarium bewoond? Wat waren de middelen van bestaan.
- Wat was de interactie van de bewoners in beide leefgebieden.
- Hoe reageerde men op het voortdurend veranderende natuurlijk milieu.
- Wat waren de gevolgen van het dicht raken van het zeegat voor de mensen in het gebied.

⁴ Van Deelen 1954 en Van Deelen & Schermer 1963, Beentjes & De Koning 2000.

⁵ Jelgersma e.a., 1970; Vos, 2007

- Wat was de invloed van de middeleeuwse bewoning en exploitatie van het strandwallengebied op de beginnende overstuiving in de kuststrook en het ontstaan van de Jonge Duinen.
- Hoe was de relatie met het achterliggende laaggelegen gebied en de ontginning van het veengebied.
- Wat was de exploitatie van het gebied van de Jonge Duinen door de bewoners van de kuststrook van de middeleeuwen tot heden (met inbegrip van de waterwinning).

Archeo-botanische vragen:

- Zijn de pollen en macroresten in de organisch rijke cultuur-, bodem- en veenlagen goed gepreserveerd of is het organisch materiaal sterk aan corrosie onderhevig geweest.
- Kan aan de hand van dit materiaal een beeld gereconstrueerd worden van de vegetatie tijdens de Oude Duinvorming in het PWN gebied.
- Zijn er aanwijzingen dat de mens de vegetatie in het duingebied heeft beïnvloed.
- Zijn er aanwijzingen dat er in het duingebied landbouw en veeteelt werd bedreven.

De directe aanleiding voor deze geoarcheologische studie in het duingebied van PWN bij Castricum vormde de aanwezigheid van de 8 bouwputten waardoor de bijzondere gelegenheid zich voordeed de duinafzettingen en archeologie in dit gebied te onderzoeken. Omdat de bouwputten in het verleden bij de aanleg ook waren gegraven, was de ondergrond van de bouwputten al verstoord en werden er geen archeologische waarden bedreigd. Om deze reden werd er door de officiële instanties geen archeologisch veldonderzoek nodig geacht. Om toch de geologische en archeologische informatie te verkrijgen, die nog in de niet verstoorde profielwanden aanwezig was, zijn op initiatief van Rob van Eerden de putwanden door een team van archeologen en geologen onderzocht. Voor een groot deel is het werk door vrijwilligers uitgevoerd. Bij iedere opname waren minimaal drie personen betrokken. Het veldteam dat bij één of meerdere putwand opnames betrokken was, bestond uit Jan de Koning, Ramon van Weenen, Wim Bosman, Cor Ravensloot, Menno Dijkstra, Andre Numan, Henk van Ramshorst, Willem de Wilde, Marloes Springer, Rob van Eerden en Peter Vos. De opname van één of meerdere profielwanden in de bouwput duurde meestal één dag. De opname van het grote waterverdeelstation WRK duurde meerdere dagen.

Het veldonderzoek aan de profielwanden van de bouwputten werd mogelijk gemaakt door de bereidwillige medewerking van PWN die de opname-activiteiten in de planning van het werk inpaste. Het grondverwerkingsbedrijf VBK uit Hoorn, die de bouwputten aanlegde, zorgde ervoor dat de profielwanden opgeschoond werden zodat ze geoarcheologisch konden worden onderzocht. De kosten voor het laboratoriumonderzoek en de rapportage van deze studie zijn gefinancierd door PWN, TNO, Deltares en de Provincie Noord Holland.

Het aanvullende steekbooronderzoek naar de dieperliggende Oer-IJ afzettingen - dat in de nabijheid van de bouwputten is uitgevoerd - is verricht door TNO Bouw en Ondergrond (vanaf 2008 deels opgegaan in het nieuwe kennisinstituut Deltares).

Dit rapport is als volgt opgebouwd: hoofdstuk 2 wordt de geologische en historische context van het onderzoeksgebied besproken op basis van bestaande gegevens en publicaties. In hoofdstuk 3 wordt een kort overzicht gegeven over de werkwijze van het uitgevoerde veldonderzoek. In hoofdstuk 4 worden de geologische en archeologische opnamen beschreven. Per bouwput wordt een beschrijving gemaakt van de laageenheden; de ouderdom gereconstrueerd en de gevonden archeologische resten en sporen besproken, die tijdens het veldwerk in de bouwputten en het onderzoek aan de steekboringen zijn opgenomen. De reconstructie van de vegetatie aan de hand van de resultaten van het macroresten- en pollenonderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 (synthese) wordt – op basis van de in de voorgaande hoofdstukken gepresenteerde gegevens – het

ontstaan en de dichtzanding van het Oer-IJ zeegat en de daaropvolgende duingeschiedenis van het PWN duingebied besproken en bediscussieerd. Speciale aandacht wordt daarbij besteed aan de activiteiten die de mens in het duingebied gepleegd heeft en de rol daarvan op de landschapsvorming.

In hoofdstuk 7 wordt, als opmaat voor een discussie, ingegaan op de vraag of het zeegat van het Oer-IJ in de vroeg Romeinse tijd open was en of er daar een bevaarbare scheepvaartverbinding bestond tussen de Romeinse forten Velsen 1 en 2 (Flevum) en de Noordzee.

In het slothoofdstuk 8 worden de hierboven gestelde geolandschappelijke, archeologische en archeobotanische vragen beantwoord. De beantwoording van de vragen vormt tevens de conclusie van dit onderzoek.

2 Paleogeografische setting en archeologie van het onderzoeksgebied

2.1 Holocene kustvorming en stratigrafie van Noord Holland

Het kustlandschap van West Nederland is gevormd tijdens het huidige warme geologische tijdvak, het Holocene (Afb. 6). Dit tijdvak begon circa 11.000 jaar geleden. De belangrijkste sturende factor in de Holocene kustgenese was de relatieve zeespiegelstijging (Afb. 7a). Daarnaast speelden ook de morfologie (of geometrie) van het vroeg-Holocene landschap (Pleistocene dalen en ruggen), de ligging van de strandwallen, de beschikbaarheid en aanvoer van sediment, en de ingrepen van de mens in het landschap een belangrijke rol.⁶

In de ondergrond van centraal Noord-Holland komt een groot Pleistoceen dalsysteem voor van de Overijsselse Vecht en IJssel (Fig. 8a). Het PWN duingebied ligt aan de zuidflank van dit ondergrondse dalsysteem. De top van de Pleistocene afzettingen (waar deze niet geërodeerd is door latere getijstroom) ligt in dit gebied op een diepte van 20-22 m –NAP. Het dalsysteem van de Overijsselse Vecht is ontstaan tijdens de tijdperioden van de laatste ijstijden (Saalien en Weichselien) toen de zeespiegel erg laag stond (lager dan 50 m). Het rivierwater van de Rijn kon tijdens de ijstijden niet in noordelijke richting wegstromen omdat de noordelijke Noordzee afgesloten was van de Atlantische Oceaan door landijsbedekking. Door de lage zeewaterstand schuurde de rivier de Rijn een groot dalsysteem uit waarin later riviertjes zoals de Overijsselse Vecht in afwaterden.

De Holocene mariene overstromingen in dit laaggelegen dalsysteem begonnen aan het einde van het Boreaal, rond 9000 jaar geleden. De zeespiegel was toen gestegen naar een hoogte van 25-20 m –NAP. Als gevolg van de doorgaande zeespiegelstijging verdrong in de daaropvolgende periode het hele dalsysteem. In het verdrinkende dalsysteem van Centraal Noord-Holland vormde zich in een groot getijdenbekken met getijgeulen, wadden en kwelders (Fig. 8b). De getijslag voor de Noord-Hollandse kust bedroeg ca. 1.8 m. Deze getijderange heeft zich in de verdere loop van het Holocene gehandhaafd (Fig. 7b). De invloed van de achterliggende rivieren (voornamelijk de Overijsselse Vecht) op het getijdensysteem was beperkt. Het sediment waarmee het getijdenbekken van Centraal Noord-Holland werd opgevuld kwam hoofdzakelijk uit de kustzone en werd aangevoerd via getijstroom en windtransport. De mariene afzettingen die tijdens de eerste helft van het Holocene in het getijdenbekken van Centraal Noord-Holland werden gevormd, worden volgens de nieuwe stratigrafische classificatie van Nederland gerekend tot het Laagpakket van Wormer⁷.

Vanaf 3000 v. Chr. begon het getijdenbekken van Centraal Noord-Holland geleidelijk dicht te slibben⁸. Het verlandingsproces was het gevolg van een afnemende zeespiegelstijging. Daardoor werd in het getijdenbekken de bodemophoging door sedimentatie belangrijker dan het effect van de zeespiegelstijging. De verlanding in het kustgebied van Noord-Holland had tot gevolg dat de kwelderarealen aan de flanken van het bekken zich sterk gingen uitbreiden. Ook slibden getij-afwateringsgeulen dicht waardoor de afwatering naar het achterliggende kustveengebied verslechterde. Het gevolg van deze ontwikkeling was dat het kustveengebied zich zeewaarts uit ging

⁶ Zie o.a. Beets & Van der Spek 2000; Vos & Kiden 2005.

⁷ De Mulder, e.a., 2003

⁸ Beets, e.a., 1996

breiden over de getijdenafzettingen. De veenlaag die toen ontstond wordt gerekend tot het Hollandveen Laagpakket.

Door de opslibbing van het getijdengebied rond 3000 v. Chr. werden de getijgeulen en de bijbehorende zeegaten steeds kleiner, breidden de strandwallen zich uit en ontstond er een min of meer gesloten kustlijn. Alleen waar riviermondingen het water van het achterland afvoerden bleven er openingen (zeegaten) in de strandwallen bestaan. In het kustgebied van Noord Holland werden alleen langs deze zeegatsystemen mariene afzettingen gevormd. De afzettingen, die behoren bij deze zeegatsystemen, worden volgens de nieuwe stratigrafische classificatie gerekend tot het Laagpakket van Walcheren. Het Oer-IJ getijdensysteem en het zeegatsysteem van Bergen waren twee van dergelijke systemen die tijdens de prehistorie (voor de Romeinse tijd) in Noord-Holland aanwezig waren (Afb. 8c).

Door de regressieve kustontwikkeling - die het gevolg was van de afnemende zeespiegelstijging - en het (relatief) grote aanbod van zand in de kustzone van Holland breidden de strandwallen en duinen zich in de tijdperiode na 3000 v. Chr. in zeewaartse richting uit. De strand- en duinafzettingen die in deze periode werden gevormd, zijn voor het grootste deel bewaard gebleven. De gevormde strandzanden worden volgens de nieuwe stratigrafische classificatie gerekend tot het Laagpakket van Zandvoort en de alle duinzanden tot het Laagpakket van Schoorl.

De duinafzettingen van het Laagpakket van Schoorl werden in de oude geologische literatuur⁹ onderverdeeld in de 'Oude en Jonge Duinen'. Het onderscheid tussen de Oude Duinen en de Jonge Duinen berustte met name op verschil in morfologische vorm en de ouderdom van deze laageenheden. De Oude Duinen bestaan uit relatief lage duinencomplexen. In deze complexen worden duinafzettingen (stuifzandfasen) afgewisseld met bodems en – in de duinvalleien – ook met venige lagen (perioden van vegetatie / stabilisatie duinen). De Jonge Duinen, gevormd na 900 n. Chr, bestaan uit grote reliëfrijke duinvormen, zoals paraboolduinen. Veen- en bodemlagen komen in de jongere duinafzettingen minder frequent voor.

De vorming van de grootschalige vroeg - laat middeleeuwse duinen langs de Hollandse kust wordt toegeschreven aan een opeenvolging van (natuurlijke) afsluiting van zeegaten en de daarmee gepaard gaande grootschalige herverdeling van grote hoeveelheden zand¹⁰. Deze hoeveelheden zand werden door een overheersend (zuid)westelijke wind tot kilometers ver het achterland ingeblazen ('transgressief'), waarbij het Oude Duin- en cultuurlandschap werd afgedekt.

De lithologische verschillen van het zand van de Oude en Jonge Duineenheden zijn heel beperkt. De eolische afzettingen uit beide fasen bestaan in de regel uit lichtgekleurde kalkrijke fijne zanden (150 - 210 µm). Verschillen in korrelgrootte tussen de Oude en Jonge Duinzanden zijn vooral toe te schrijven aan de afmeting van de schelpfragmenten, waarbij de jongere afzettingen aanzienlijk grover kunnen zijn. Omdat er geen duidelijk lithologisch verschil tussen de Oude en Jonge Duinen bestaat, maakt de nieuwe lithostratigrafische indeling van Nederland geen onderscheid meer binnen de Holocene kustduinafzettingen.

Dit rapport wordt het onderscheid tussen Oude en Jonge Duinafzettingen wel gemaakt. Onder de Jonge Duinen worden de grote reliëfrijke duinen (paraboolduinen) verstaan die na 1000 n. Chr. zijn gevormd.

⁹ Jelgersma, e.a., 1970; Zagwijn & Van Staalduinen, 1975

¹⁰ Van der Valk, 2007

2.2 Ontstaan van de Oer-IJ regio

Onder de duinen van het PWN gebied bij Castricum komen zeegatafzettingen voor die horen bij het Oer-IJ getijdensysteem (Afb. 3). Het gebied waar – tijdens de late prehistorie - mariene getijdenafzettingen werden gevormd, wordt de 'Oer-IJ regio' genoemd. De monding (zeegat) van dit oude getijsysteem lag in de ijzertijd bij Castricum. De hoofdgeul van het Oer-IJ getijdensysteem strekte zich in die tijd uit via Uitgeest, Heemskerk, Velsen naar Amsterdam. Daar had de geul een verbinding met de Utrechtse Vecht, een noordelijke loop van de Oude Rijn. Omdat het Oer-IJ in verbinding stond met het riviersysteem van de Rijn, wordt het getijgebied van deze noordelijke Rijn tak ook wel het Oer-IJ estuarium genoemd¹¹.

Het gebied van het Oer-IJ estuarium wordt aan de westkant begrensd door het duingebied van Beverwijk en Heemskerk, aan de noordoost kant door de oudere strandwallen van Limmen - Uitgeest, en aan de oostkant en zuidkant door de veengebieden van de Zaanstreek en Haarlemmermeer.

Het Oer-IJ estuarium was de voorloper van het IJ-meer dat in de Middeleeuwen en Nieuwe tijd tot volle wasdom kwam. In de 19^e-eeuw werd dit meer drooggelegd door de mens, en daarmee ontstonden de IJ-polders, die toen nieuwe vruchtbare landbouwgronden opleverden. Het is de bodemkundige Güray¹² geweest die in zijn bodemkundige studie over de IJ-polders de naam "Oer-IJ" heeft gegeven aan de aan het mariene getijsysteem dat vooraf ging aan het IJ-meer.

Vergeleken met de Rijn-Maas monding bij Rotterdam en de Waddenzee en kweldergebied van Noord Nederland is het Oer-IJ estuarium een betrekkelijk klein getijdensysteem. De afstanden tussen de verschillende hoofdlandschapseenheden (strandwallen en duinen, getijgebied en veengebied) zijn kort, en liggen op een schaal van honderden meters tot enkele kilometers. Voor de prehistorische mens betekende dit dat op korte (vaar-)afstand diverse landschapstypen bereikt konden worden.

In het gebied van het Oer-IJ estuarium heeft in de afgelopen 25 jaar veel (geo)archeologisch onderzoek plaatsgevonden. Ondermeer hebben grootschalige opgravingen plaatsgevonden in de Assendelverpolder en in de Broekpolder (Beverwijk / Heemskerk). Een belangrijk geologisch onderzoekresultaat in de regio is het uitbrengen van het geologisch kaartblad Alkmaar (19W) geweest¹³.

De (geo)archeologische onderzoeken in de Assendelverpolder en Broekpolder hebben veel gegevens opgeleverd over de landschapscondities voor, tijdens en na de bewoningsperioden (Bronstijd – Nieuwe Tijd). Op basis van deze kennis is een landschapsmodel gereconstrueerd voor het deel van het Oer-IJ estuarium tussen Beverwijk en Assendelft. Aan de basis van dit model liggen een aantal onderzoeksrapporten en publicaties ten grondslag die de afgelopen 25 jaar in de Oer-IJ regio zijn uitgevoerd¹⁴.

De landschapsgenese van het Oer-IJ is voor de Archeologische Kennisinventarisatie (AKI)¹⁵ gevisualiseerd in vier paleogeografische kaartbeelden (2500 en 1000 v. Chr; 50 en 900 n. Chr). In het kader van het proefschrift van Kok¹⁶ over de relatie tussen paleolandschap en het voorkomen van religieuze offersites zijn deze kaartbeelden verbeterd en gedetailleerd en

¹¹ Zagwijn, 1971

¹² Güray, 1952

¹³ Westerhoff, e.a. 1987

¹⁴ Vos, 1983; Brandt, e.a., 1983; Brandt, e.a., 1987; Therkorn, e.a., 1997; Vos, 1998; De Wolf, 2000; Kooistra, 2000; Meijer, 2000; Therkorn, 2000; Vos, 2000; Lange, e.a., 2004; Dijkstra, e.a., 2006; Vos, 2007 en Therkorn, e.a., 2009

¹⁵ Lange, e.a., 2004

¹⁶ Kok, 2008

aangevuld met de kaartreconstructies voor 1500 en 500 v. Chr. Voor deze studie zijn de reconstructiekaarten van het Oer-IJ weer verbeterd (nieuwe gegevens voor strandwallen en duingebied, o.a. voor IJmuiden / Middensluiseland onderzoek¹⁷ en is ook een reconstructiekaart voor 750 v. Chr. aan de serie toegevoegd. De 7 paleogeografische kaarten van het Oer-IJ gebied (2500 1500, 1000, 750, 500 en 0 v. Chr, en 1000 n. Chr) zijn weergegeven in Bijlage IV.

De genese en de sturende factoren en processen die hiervoor verantwoordelijk waren worden hier onder kort samengevat per tijdfasen (fasen 1 t/m 11).

Fase 1: Het ontstaan van het Oer-IJ (periode voor 2500 v. Chr; Bijlage IVa)

Tussen 4000 en 2500 v. Chr. nam de stijging van de relatieve zeespiegel langs de Nederlandse kust af. Het gevolg was dat de getijgebieden in Holland en Zeeland verlandden. Dit gebeurde doordat - als gevolg van sedimentatie - de netto ophoging van het bodemoppervlak in de getijdegebied groter werd dan de verhoging van de zeespiegelstand als gevolg van de absolute zeespiegelstijging. Door deze verlanding namen de getij-volumes van de mariene bekkens in Holland en Zeeland af, breidden de veengebieden zich vanuit het achterland uit, werden de getijgeulen in de bekkens kleiner, en ontstond er een gesloten strandwallenkust met enkele zeegaten waarop rivieren uit het achterland afwaterden. Het Oer-IJ systeem was één van die zeegaten. Dit zeegat ontwikkelde zich tijdens de dichtzanding van het oude zeegat van Haarlem. Ter hoogte van de overgang Beverwijk – Heemskerk zich een nieuwe getij-geul die vanaf die tijd het achterliggende gebied ging afwateren. Het zeegat van Haarlem werd daarmee overbodig, verzandde en stooft vervolgens volledig dicht.

Fase 2: Mariene activiteit langs de randen van de Oer-IJ geul en veenvorming in het beschutte achterland (2500–1500 v. Chr; Bijlage IVb)

Getijde-afzettingen vormen zich in het hart van het Oer-IJ gebied. Slechts een beperkt deel (o.a. kwelderafzettingen in de Broekpolder) is daarvan overgebleven. Dit was het gevolg van latere geulerosie in het Oer-IJ. Deze erosie heeft een aanzienlijk deel van de oude Oer-IJ getij-afzettingen opgeruimd.

Door de geïsoleerde ligging van de Assendelfterpolder en de Uitgeesterbroekpolder (t.o.v. het hart van het Oer-IJ in die tijd) groeide daar het veen hoog op en werd dit veen alleen nog maar gevoed door regenwater (met een laag gehalte aan nutriënten). Het gevolg was dat daar zich op grote schaal oligotroof veen ging vormen.

Fase 3: Actieve mariene fase en noordwaartse opschuiving van het mondingsgebied richting Castricum-Uitgeest (1500 – 1000 v. Chr; Bijlage IVc)

Door de vergroting van de mariene activiteit in het Oer-IJ werden de extreem hoge waterstanden (EHW) groter. Het gevolg was dat de randzone van het estuarium vaker overspoeld en dat daar zich een kleilaagontwikkelde op het veen. Door incidentele overstromingen van het veengebied in de Assendelpolder en de Uitgeesterbroekpolder breidden de rietveengordel zich daaruit over het oligotrofe veen. Waarschijnlijk ontwikkelde zich in deze veengebieden afwateringskreeken, die door afslag en autocompactie (daling veen door kleiafzetting) steeds breder werden. Het gevolg van deze ontwikkeling was dat daar brede komvormige depressies ontstonden waarin de ostracode klei tot afzetting kwam. Deze depressies stonden permanent onderwater.

Fase 4: Aanloop naar de rustige mariene fase (1000 – 800 v. Chr)

Een estuarium met beperkte getijde-werking in het achterland. De getijdeslag en de extreme hoge waterstanden in het estuarium nemen af. De veenzone langs de flanken van het Oer-IJ

¹⁷ Vos, e.a., 2008

werd niet meer overstroomd door voedselrijk water. Daardoor kon zich in de oostelijke randzone van het Oer-IJ oligotroof veen op het rietveen vormen.

Fase 5: Rustige mariene fase (800 – 650 v. Chr; Bijlage IVd)

Delen van het oligotrofe randveen werden ontwaterd via natuurlijke kreken en gegraven sloten. De oostelijke veenrandzone van het Oer-IJ was geschikt voor bewoning.

Kwelders aan de westkant lagen het grootste deel van het jaar droog. Rietkragen vormde zich langs de randen van de hoofdgeul van het Oer-IJ en binnen het kwelderlandschap van de Assendelpolder en de Uitgeesterbroekpolder (het 'rietstengel niveau').

Fase 6: Actieve mariene fase (650 – 550 v. Chr; Bijlage IVe)

De toename van de mariene activiteit is mogelijk veroorzaakt door grotere zoetwaterafvoeren uit het Flevomeer- en Vechtgebied (ontstaan van de noordelijke riviertak van de Rijn). Door de grotere waterafvoer uit het achterland werd het zeegat groter en werd de getijdewerking groter in het estuarium. Door de toename van de getijslag werd ook het getijvolume (komberging) groter. De toename van het getijvolume werd daarnaast ook vergroot door 'autoloading processen' (zakking door kleiafzetting op slapveen) en door de daling van het veen/klei gebied als gevolg van (antropogene) ontwatering in de voorafgaande bewoningsperiode van het veen. Omdat er een lineaire relatie bestaat tussen getijvolume en de natte doorsnede van getijgeulen, werden door het getijvolume vergroting van het Oer-IJ ook de geulen en kreken in dit paleogetijsysteem groter. Als gevolg van het laatste proces kon de zee tijdens stormperiodes het estuarium makkelijker binnendringen en werd de veenrandzone regelmatig overstroomd.

Fase 7: Omslag van een actieve naar een rustige mariene fase (550 – 400 v. Chr)

Het opslibbingsproces in het estuarium (ophoging van de bodem door sedimentatie) had een negatief effect op de grootte van getijvolume. Tussen 550 en 400 v. Chr. werd dit proces van getijvolume-verkleining nog grotendeels gecompenseerd door de bodemdaling in het klei op veengebied en de vergroting van de getijslag. Na 400 v. Chr. kreeg het proces van opslibbing in het estuarium de overhand en dit had tot gevolg dat het getijvolume geleidelijk kleiner werd en dat leidde er weer toe dat de getijgeulen en kreken geleidelijk begonnen dicht te slibben (verkleining natte doorsnede)¹⁸.

Fase 8: Rustige mariene fase (400 – 200 v. Chr)

Verdere afname van de mariene activiteit in het estuarium. Het proces van opslibbing en dichtslibben van de getijdekreken en geulen gaat door. Kwelderkreken waren nog wel open maar de getijdewerking was beperkt (restgeul fase). Door het dichtslibben van de getijgeulen werd de getijdewerking in het estuarium geremd (toename bodemweerstand) en als gevolg daarvan namen de getijhoogten (GHW en EHW) af. De rietveen-randzone werd niet meer overstroomd met voedselrijk water. In deze veenzone begon - op de plaatsen die niet bewoond en kunstmatig ontwaterd werden - de oligotrofe veenvorming.

Fase 9: Fase van de incidentele stormvloeden (200 – 0 v. Chr; Bijlage IVf)

Oer-IJ estuarium raakte geïsoleerd van de zee. Kwelders werden nog slechts incidenteel tijdens grote stormvloeden overstroomd. Het zeegat voor de kust is vrijwel gesloten. Alleen tijdens extreme stormen brak de zee nog in het Oer-IJ gebied en werden grote hoeveelheden zand van het mondings- en duingebied het Oer-IJ in gestuwd. Met uitzondering van de incidentele stormvloeden lagen de kwelders permanent droog. Van getij werking in het estuarium was in deze periode nauwelijks meer sprake.

18. Van Gijn, 1999

Fase 10: Verlandingsfase (0-200 n. Chr)

Het Oer-IJ is verland en geïsoleerd van de Noordzee. De strandwal voor de kust had het Oer-IJ van de zee afgesloten vrijwel geheel afgesloten. Alleen tijdens grote stormen brak de zee nog door de strandwal en werden westelijk van de plaats Castricum washover-afzettingen afgezet. Verder oostelijk in het achterland van het Oer-IJ was in die tijd geen mariene invloed meer merkbaar. Dit gebied is geheel verzoet en waterde af via het Flevomeergebied (het huidige IJsselmeer) naar zee.

Fase 11: Vernattingsfase door gebrekkige interne drainage (200 – 1000 n. Chr; Bijlage IVg)

De natuurlijke afwatering in het verlande estuarium verslechterde sterk in deze periode omdat de waterafvoer - na de definitieve sluiting van het Oer-IJ zeegat - een veel langere weg af moest leggen naar zee (via het IJ en Flevomeer / Almere). In het voormalige getijdegebied tussen Castricum en Uitgeest en in de verlande kweldergebieden van de Uitgeesterbroekpolder en Assendelverpolders begon op grote schaal de (post Romeinse) veenvorming. De diepste delen van de hoofdgeul van het Oer-IJ tussen Velsen en Amsterdam slibden dicht maar aan de kanten vond afkalving plaats (voor het grootste deel veen) waardoor de geul breder werd en er een ondiep meer ontstond, het IJ meer.

In de 10e eeuw begonnen westelijk van het huidige dorp Assendelft de veenontginningen. In de 11e en 12e eeuw werden de veenontginningen op grote schaal doorgezet en rond 1200 n. Chr. was vrijwel het hele veengebied van Noord Holland ontgonnen, hetgeen grote landschappelijke gevolgen had (onder andere een sterke bodemdaling en meervorming). Veel van het Post-Romeinse veen is thans weer verdwenen door oxidatie van het veen als gevolg van grondwaterpeil verlagingen in het verleden.

De reconstructie van de monding van het Oer-IJ bij Castricum zoals die op de kaarten in Bijlage IV is afgebeeld, is voor een groot deel gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek (hoofdstuk IV). De verlanding van het zeegat is gedateerd aan de hand van schelpdateringen uit boringen die speciaal voor dit doel gezet zijn. Het dichtzanden van het zeegat door duinvorming is gereconstrueerd op basis van de onderzoeksresultaten van de bouwputten in het PWN duingebied.

2.3 Geschiedenis van het archeologisch onderzoek in het PWN duingebied

In het Noordhollands duinreservaat tussen Egmond en Heemskerk was voor dit project slechts mondjesmaat archeologisch onderzoek gedaan. Begin jaren '50 werden bij graafwerkzaamheden ten behoeve van de waterwinning in het duin ten zuidwesten van Castricum belangrijke waarnemingen en vondsten gedaan, die overigens destijds nauwelijks door de professionele archeologen werden opgemerkt. Een intern verslag van PWN-voorman Duijnker¹⁹ over de aanleg van de puttenraai naar en langs Secundair H besteedt aandacht aan de vondsten (cultuurlagen met prehistorische potscherven, palen, as en beenderen worden genoemd), maar van een wetenschappelijke beschouwing was hier geen sprake.

Twee artikelen in Westerheem zijn de eerste publicaties die enig licht werpen op de archeologie van dit duingebied²⁰. In de buurt van de oude duinboerderij 'De Brabantsche landbouw', bij het graven van een puttenreeks ten noorden van Secundair pompstation H (een locatie we verder met de veldnaam 'de Wildernis' aanduiden) werd door amateur-archeoloog Derk van Deelen aardewerk gevonden. De Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, wiens hulp Van Deelen inriep, stelde destijds vast dat in 'de Wildernis' (nabij het 'Watervlak') drie cultuurlagen boven elkaar in de bodem zaten. Er werd namelijk

¹⁹ Duijnker, november 1955

²⁰ Deelen, D. van, 'Middeleeuws akkerland onder de Castricumse duinen, Westerheem 1962; Deelen, D. van, 'Middeleeuws akkerland onder de Castricumse duinen, Westerheem 1962

aardewerk aangetroffen uit ten minste drie perioden: de twaalfde en dertiende eeuw, Pingsdorf-aardewerk uit de negende en tiende eeuw, en tenslotte uit de (midden-) ijzertijd. Het laatste betrof handgemaakt aardewerk met schelpverschraling. De talrijke bodemsporen de plaats waar werd gegraven, konden verder niet worden onderzocht. Alleen wat vluchtige waarnemingen en (dus) wat aardewerkscherven konden worden verzameld.

In 1962 werd door Van Deelen opnieuw aardewerk verzameld in het duingebied nabij de 'Brabantse Landbouw' in een terrein genaamd 'het Watervlak', iets ten noordwesten van 'de Wildernis'. Bij het graven van de grote hoefijzervormige waterplas werd aardewerk (en botmateriaal) aangetroffen uit de merovingische, karolingische en ottoonse tijd (Afb. 9a). Tevens werd een overstoven akkerland ontdekt en onderzocht, dat duidelijk vanwege overstuiving in onbruik was geraakt. Van het overstoven akkerland meende Van Deelen dat het in de merovingische tijd was gebruikt, vermoedelijk blijkens het scherfmateriaal dat hij in de bouwvoor had gevonden.

In 2000 verscheen in Westerheem een artikel²¹ over aardewerk dat was gevonden bij de aanleg van de Wei van Brasser, ten noordwesten van Castricum. Dit aardewerk stamde uit de midden- en late ijzertijd, de Romeinse tijd en met name de vroege middeleeuwen (6e tot en met de 8e eeuw; Afb. 9c).

²¹ Beentjes en De Koning, 2000

3 Onderzoeksaanpak

De veldopname van de 8 bouwputten bestond uit het bestuderen van één of twee profielwanden waarin duin- en strandzanden, bodems en cultuurlagen onverstoord voorkwamen. Om ook de dieperliggende, niet-ontsloten Oer-IJ zeegatafzettingen te kunnen onderzoeken zijn 8 aanvullende boringen gezet in de nabijheid van de bouwputten (Afb. 1).

Naast de nieuwe gegevens - die uit het bouwput- en booronderzoek naar voren komen - is in deze studie gebruik gemaakt van de bestaande geologische en archeologische gegevens uit het onderzoeksgebied. Voor de geologie zijn dat de boringen die in de database DINO²² aanwezig zijn. Deze gegevens zijn op regionale schaal uitgewerkt in het geologische kaartblad 19W²³. Ook is gebruik gemaakt van het geolandschappelijke onderzoek met betrekking tot het Oer-IJ gebied dat in het kader van het promotie onderzoek van Kok²⁴ is uitgevoerd. De landschapsgenese van dit gebied zoals die uit dat onderzoek naar voren komt, is samengevat in 7 paleogeografische kaartbeelden (Bijlage IV), inclusief korte beschrijving over de landschapsgenese dit voormalige bestuarius (samengevat in hoofdstuk 2.2). Voor wat betreft de reconstructie van mondingsgebied van het Oer-IJ is in het promotie-onderzoek van Kok is gebruik gemaakt van de nieuwe onderzoeksgegevens van dit gebied die in dit rapport gepresenteerd worden.

Naast de archeologische gegevens die in de opnamenputten zijn gevonden, is in deze studie ook de bestaande archeologische informatie in ogenschouw genomen. Deze informatie is echter beperkt zoals beschreven is in hoofdstuk 2.3.

De geologische veldopnamen, het aanvullende steekbooronderzoek, de monsternamen voor paleomilieu onderzoek en de gebruikte laboratoriumtechnieken worden hieronder kort besproken.

3.1 Opname van de bouwputten

Tijdens de ontmanteling van de overbodig geworden waterwiniinfrastructuur zijn er 8 diepe bouwputten gegraven om de pompgebouwen en Secundairs te kunnen opruimen. Het betreft van noord naar zuid gezien de volgende bouwputten Secundair L (Sec L), Secundair E (Sec E), Secundair D (Sec D), Pompsation (Pomp), Secundair G (Sec G), WRK waterverdeelstation (WRK), Secundair 5 (Sec 5) en Secundair 3 (Sec 3); tabel 1. Een 9^e bouwputonderzoeklocatie, oostelijk van het PWN duingebied en zuidelijk van de spoorlijn bij Castricum (Afb. 1), betreft Castricum-Zanderij. Deze bouwputopname is in 2007 gerapporteerd²⁵ en de geolandschappelijke resultaten van deze rapportage worden gebruikt in het synthetiserende hoofdstuk 6 van dit rapport.

²² Data Informatie Nederlandse Ondergrond; de geologische database van TNO

²³ Westerhoff, e.a., 1987

²⁴ Kok, 2008

²⁵ Vos, 2007

Tabel 1: Locatiegegevens van de opgenomen bouwputten (locatiekaart, zie Fig. 1 en 2)

Lokatie	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveld put	Bodem put	Datum
Sec L	103290	510675	4.0 m +NAP	1.2 m –NAP	16 november 2001
Sec E	103490	509775	3.8 m +NAP	1.0 m –NAP	21 november 2001
Sec D	103040	508970	3.2 m +NAP	2.6 m –NAP	29 november 2001
Pomp	104060	507740	1.4 m +NAP	2.5 m –NAP	6 februari 2001
Sec G	103630	506620	2.7 m +NAP	1.4 m –NAP	20 maart 2002
WRK	103620	505040	5.5 m +NAP	1.25 m –NAP	16 februari 2002
Sec 5	103650	504130	5.9 m +NAP	0.7 m –NAP	22 februari 2002
Sec 3	102060	503970	5.3 m +NAP	1.25 m –NAP	4 maart 2002
Cast. Zanderij	105.400	507.400	2.0 m +NAP	1.8 m -NAP	Eind oktober 2004

De bouwputten hadden een maximale bodemdiepte van rond de 1 m –NAP. De maximale ontsluitingsdiepte ging plaatselijk dieper (met de bak gegraven verdieping van de put). Voor het pompstation en Secundair D ging de opnamediepte door tot 2,5 en 2,6 m –NAP. De bouwputten hadden scheve wanden. Voor de geologische opname werden per onderzoekslocatie één of twee putwanden opgeschoond met een graafmachine. Om de lagen over een hoogteverschil van 5 tot 8 meter te kunnen bestuderen werden in het profiel trapniveaus aangelegd zodat de profielwanden goed bereikbaar waren. Na het voorwerk met de graafmachine werden de putwanden opgeschoond met de schep. De profielwanden hadden een schuine hoek van ca. 60°.

Nadat de wanden waren opgeschoond, werden de onderscheiden geologische en archeologische laagniveaus ingekrast met een pin. De onderscheiden laagniveaus werden vervolgens ingetekend en bij de opnametekening werd een lithologische beschrijving gemaakt van de laageenheden. Van de bouwputten Sec D, Sec G, WRK, Sec 5 en Sec 3 hebben de laageenheden een stratigrafisch laagnummer gekregen. Voor de bouwputten Sec L, sec E en Pomp ontbreekt deze codering. Daar is met behulp van het diepte-interval van de lagen (m t.o.v. NAP) aangegeven bij welke laag de bijbehorende beschrijving hoort.

Van de opgeschoonde profielwanden zijn foto's gemaakt (Bijlage II). In de bouwputten Sec 3, Sec 5, Sec D, Sec E en WRK zijn ook lakprofielen gemaakt. De lakprofielen zijn eveneens beschreven en gefotografeerd (Afb. 10). Naast een lithologische beschrijving van de ontsloten sedimenten in de bouwputten, is ook het afzettingsmilieu van deze sedimenten bepaald. Dit betreft afzettingsmilieus zoals stranden, duinen, natte duinvalleien, en (geploegde)cultuurlaag of bodem.

Van de organisch rijke laageenheden monsters zijn genomen voor dateringsonderzoek (¹⁴C- methode) en paleobotanisch onderzoek (pollen en macroresten). De duinzandlagen zijn bemonsterd voor ouderdomsbepaling met behulp van de optisch gestimuleerde luminescentie techniek (OSL). Ook schelpen, die in de strandafzettingen voorkomen, zijn gebruikt voor datering (¹⁴C- methode).

3.2 Steekboringen

In de nabijheid van de 8 bouwputten zijn 8 steekboringen zijn gezet (Afb. 1 t/m 3). De boringen zijn gemaakt om de afzettingen van het zeegat van het Oer-IJ te kunnen bestuderen

en om dateerbaar (schelp-)materiaal te krijgen om de ouderdom van de opvulling van het zeegat te kunnen bepalen.

Voor dit booronderzoek is een steekapparaat van de Firma Haitjema gebruikt (Foto 15 en 16; Bijlage II). De steekbus met een lengte van 1 m werd door een hydraulische hamer in de grond gedreven. In de steekbus bevond zich een pvc-liner met een diameter van 100 mm, welke zich bij het in de grond drukken van de steekbus vulde met ongeroerd sediment. De boringen zijn gericht gestoken (oost-west richting). Na het steken werd deze liner uit de steekbus genomen en werden de boor- en dieptegegevens op de pvc-kern genoteerd. Om vervolgens een meter dieper te komen, werd het gestoken traject uitgepulst en met boorpijpen verbuist. Daarna werd weer het volgende 1 m traject gestoken onder het verbuiste gat. De totale boordiepte van de steekboringen voor deze studie bedroeg 35 m (Foto 17). De meest noordelijke boring (19C0947) heeft een einddiepte van 50 m beneden maaiveld. Met deze boordiepte werd de dieper liggende top van de Pleistocene afzettingen bereikt. Een korte samenvatting van de lithologische beschrijving van de steekboringen wordt gegeven in de Tabellen 13 t/m 20; de volledige boorbeschrijving van de boringen wordt gegeven in Bijlage I.

In het laboratorium werden de 1 m kernen doorgesneden en werden de afzettingen beschreven volgens de Standaard BoorBeschrijvings methode (SBB5)²⁶. De boringen zijn tevens gelakt en gefotografeerd (zie foto's bij de boorbeschrijvingen in Bijlage I). De boringen zijn ingevoerd in de DINO database van TNO; de boorbeschrijvingen zijn weergegeven in Bijlage I.

Uit de steekkernen zijn schelpmonsters genomen voor de datering van de mariene zanden (Oer-IJ zeegat en oudere mariene afzettingen).

Tabel 2: Locatiegegevens van de steekboringen (locatiekaart, zie Afb. 1).

Boornummer	X-coördinaat	Y-coördinaat	Z-waarden	Datum
19C0947	103482	509758	5.09 m +NAP	27 november 2002
19C0946	103029	509002	3.77 m +NAP	13 november 2002
19C0960	103701	508374	4.0 m + NAP	3 juni 2003
19C0941	103730	507795	3.8 m +NAP	28 november 2002
19C0942	103750	507100	3.8 m +NAP	2 november 2002
19C0943	103678	505915	4.11 m +NAP	5 november 2002
19C0944	103580	505076	4.03 m +NAP	7 november 2002
19C0945	103662	504170	3.78 m +NAP	18 november 2002

3.3 Laboratorium bemonsteringsprogramma

Tijdens het veldopnamen zijn bakken (van 50 bij 10 bij 10 cm) geslagen in de organisch rijke lagen. Uit deze bakken werden monsters genomen voor pollen-, macroresten- en ¹⁴C-onderzoek. Om het zand te kunnen dateren met behulp van de OSL-techniek zijn buizen (diameter 10 cm) in de zandlagen geslagen en bemonsterd. Lossen monsters werden genomen voor datering (¹⁴C-methode) van de schelpenlagen in de strandzanden.

²⁶ De SBB5 is de uitgebreide boorbeschrijvingsmethode van TNO die gebaseerd is op de NEN 5104 norm (Nederlands Normalisatie Instituut, 1989)

Per bouwput wordt hieronder in tabel 3 aangegeven welke monsters voor welk doel genomen zijn. De locaties van de monsters zijn aangegeven op opnametekeningen van de profielwanden in de bouwputten (Bijlage III).

Tabel 3: Overzichtslijst van de paleoecologische en dateringsmonsters genomen uit de profielwanden van de bouwputten.

Bouwput	OSL monsters m t.o.v. NAP	Losse monsters: paleobotanie en ¹⁴ C m t.o.v. NAP	Monsterbakken m t.o.v. NAP	Schelpenmonsters m t.o.v. NAP
Secundair L	1: +2.4		1: +2.0 tot 2.45	1: -1.0
	2: +1.2		2: +0.75 tot 1.20	
	3: +0.7			
Secundair E	1: +0.7	1: +1.2	1: +1.0 tot 1.5	1: -0.5
	2: +3.6			2: -0.9
Secundair D	1: +2.7	1: laag 2, +2.2		1: 0
	2: +2.15	2: laag 6b, +1.3		2: -2.2
	3: +1.05	3: laag 6c, +1.15		
	4: +0.4			
Pompgebouw		1: - 0.35 tot 0.5	1: -0.25 tot - 0.5	1: -1.45
		2: basis veen		2: -1.0
		3: top veen		
Secundair G	1: -0.45	1: 0		1: -0.94
	2: +1.04	2: + 0.78		2: -0.5
	3: +2.05	3: +1.03		
		4: +1.54		
		5: +1.75		
WRK-gebouw	1: +4.35	1: laag 5a, +0.5 tot 0.6	1: +0.4 tot 0.75	1: -1.3
	2: +1.7	2: laag 5c, +0.7	2: +1.35 tot 1.70	2: 0
	3: +1.3	3: laag 5d, +0.7 tot 0.8	3: +2.15 tot 2.6	
	4: -0.1	4: laag 7c, +1.5		
		5: laag 9a/d, +2.0		
		6: laag 9 ^e , +2.1		
		8: laag 11, +2.4		
		9: laag 13, +2.85		
Secundair 5	1: +0.3	1: laag 6a, -0.75		1: -0.6
	2: +2.7	2: laag 6e, +0.1		
		3: laag 6e, +0.9		

Bouwput	OSL monsters m t.o.v. NAP	Losse monsters: paleobotanie en ¹⁴ C m t.o.v. NAP	Monsterbakken m t.o.v. NAP	Schelpenmonsters m t.o.v. NAP
		4: laag 6g, +1.1		
		5: laag 6i, +1.2		
		6: laag 6j, +1.5		
		7: laag 8a, +2.25		
		9: laag 8c, +2.5		
		10: laag 10, +2.65		
		11: hout, top laag 8c		
Secundair 3	1: +0.8			1: -1.15
	2: +2.95			2: +0.5

Toelichting op *-symbolen gebruikt in Tabel 4:

- * : Gemeten midden in opgenomen profiel (waaruit ook ¹⁴C en OSL).
- ** : Aardewerk betreft steeds klein aantal fragmenten (10-100 gram), alleen voor Sec. E (ca. 300 gram).
- *** : Een cultuurlaag wordt akker genoemd als er duidelijke ploegsporen aanwezig zijn.
- **** : Geen goede datering van. Ouderdom onderkant veen is 675 AD; mogelijk zitten er graafwerksporen aan de top van het veen (ca. 25 cm. boven de basis).

Tabel 4. Context-, hoogte- en dateringsgegevens per vindplaats- PWN Duinonderzoek binnen de gemeente Castricum (zie ook Afb. 9).

Lokatie/ Coördinaten	Type laag	Hoogte NAP*	Vondst-categorie**	Determinatie	Datering	Datering o.g.v.
Sec. L 103.300/510.685	Akker	ca. 2 m. +	-	-	675 na C.	14 ^C
Sec. E 103.497/509.780	Cultuurlaag/ akker***	105 tot 160 +	Aardewerk	Ruwwandig (Mayener)	6 ^e tot begin 8 ^e eeuw	14 ^C
Sec. D 103.050/508.950	Akker, laag 2	2,20 tot 2,40 +	-	-	Laag 2: 620-811 na. C.	OSL
	Akker, laag 6	90 tot 115 +	-	-	Laag 6: 202-620 na C. (helaas ontbreekt OSL 3 uit laag 6)	OSL
	Akker, laag 9	20 tot 60 +	-	-	Laag 9: 202 na C.	OSL
Sec. G 103.644/506.628	Cult.laag, laag 6	70 tot 115 +	Aardewerk	Bolpot, kogelpot	Laag 6: 8 ^e /9 ^e eeuw (helaas ontbreekt OSL in laag 8)	14 ^C
	Akker, laag 3	-20 tot 0	-	-	Laag 3: Tussen Midden-IJzertijd en Laat-Romeinse Tijd (350 voor-350 na Chr.)	OSL
Sec. 5 103.474/507.725	Akker, laag 5	-1.20 tot -1.40	-	-	Laag 5: 477-390 v. C.	OSL/14 ^C
	Akker, laag 6	-70 tot -1.20	Aardewerk	Handgevormd (schelpgr.)	Laag 6: idem	OSL/14 ^C
	Cult. laag, 8	2.30 tot 2.50 +	-	-	Laag 8: 8 ^e -10 ^e eeuw	
WRK 103.990/505.047	Akker/Cult.laag 5-3	30 tot 90 +	Aardewerk en speelschijfje, benen priem	Handgevormd (schelpgr. en organisch)	Laag 5: 300 vC.-146 na C.	OSL/14 ^C
	Akker, laag 7	135 tot 160 +	-	-	Laag 7: voor 146 na C. (helaas ontbreekt OSL 3 van laag 6)	OSL
	Akker, laag 9 (buiten lakprofiel)	200 tot 245 +	-	-	Laag 9: 610 na C.	14 ^C
Pompst. 103.990/507.752	Mogelijk bewerkte veenlaag	5- tot -30	-	-	Vroegmiddeleeuws****	14 ^C ?
Sec. 3 102.070/503.950	-					

4 Resultaten van de geologische en archeologische opnamen

In dit hoofdstuk wordt de geologische en archeologische resultaten, die uit het veldonderzoek voren zijn gekomen, beschreven. De opnameresultaten van de bouwputten en de steekboringen worden apart besproken.

4.1 Bouwputten

Van ieder bouwput worden van de onderscheiden lagen in de opgenomen profielwanden een lithologische beschrijving gegeven. De profieltekeningen bij de beschrijving geven de ruimtelijke samenhang van de lagen ('geologische sequentie'). De opnametekeningen en beschrijvingen worden geïllustreerd met foto's van de betreffende profielwanden. Ook worden de foto's van de lakprofielen afgebeeld waarop de sedimentaire structuren van de lagen goed te zien zijn (Afb. 10).

De volgorden van de bouwputten, waarvan de lagen lithologisch worden beschreven, is van noord naar zuid (Afb. 1 en 2).

4.1.1 Secundair L

Lithologie

De onderzochte profielwand betreft het westprofiel en een gedeelte van het aansluitende zuidprofiel (Foto's 18 t/m 23). Van het centrale deel van het westprofiel is een kolomopname met een sedimentbeschrijving gemaakt (Bijlage IIIa).

Schelhoudende strandafzettingen komen voor tot 0.9 m –NAP. Tussen 0.9 m –NAP en 0.6 m + NAP komen matig fijne zanden voor die horizontaal gelaagd zijn met grover schelhoudend materiaal. Deze afzettingen zijn grotendeels in een eolisch milieu gevormd. Van 0.6 m + NAP tot aan de bovenkant van de put op 4.0 m + NAP bestaat de duinsequentie uit duinzanden afgewisseld met organisch rijke bodemlagen (humeus tot sterk humeus zand). Het bodemniveau in het westprofiel op ca. 2.2 m + NAP zijn het meest organisch rijk (humeus). De bodemlagen in het westprofiel op ca. 1.0, 2.2 en 3.75 m + NAP zijn strak begrensd en zijn niet duidelijk verstoord door menselijke activiteiten. Archeologische indicatoren zijn niet gevonden in deze lagen.

Het sterk humeuze bodemniveau op 2.2 m + NAP loopt in het zuidprofiel omhoog tot een niveau van 3.75 m + NAP en wigt daar uit tegen het maaiveld. De oploop van de bodem laat dus een duidelijk Oud Duinreliëf zien. Het duinreliëf heeft minimaal 1.5 m bedragen. Waar deze bodem in het zuidprofiel hoger komt te liggen op het duin neemt de organische stof gehalte van de bodem af. Ook wordt de bodem daar minder gelaagd en de bodem is daar gehomogeniseerd (niet meer parallel gelaagd). De vermenging wordt toegeschreven aan antropogene activiteiten (cultuurlaag).

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Secundair L beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIa:

Laag 3.75m +NAP tot 4.00m +NAP: Geelgrijze matig fijne kalkhoudende zand

Laag 3.60m +NAP tot 3.75m +NAP: Donkergrijze zeer humeuze zand met organogene basis

Laag 2.30m +NAP tot 3.60m+NAP: Geelgrijze kalkhoudende zand (160µm) met onderin wat grover schelpgruis, bovenin geen schelpgruis en op ongeveer 2.60m +NAP en 2.75m +NAP een humeuze bruinigrijze band.

Laag 2.05m +NAP tot 2.30m +NAP: Geelgrijs zand met lagen van meer en minder humeus zand. De onderste laag is sterk organogeen.

Laag 1.90m +NAP tot 2.05m +NAP: Donkergrijs zand met geloogde korrels.

Laag 1.05m +NAP tot 1.90m +NAP: IJzerhoudend geelgrijs and (170µm) met een spoor van schelpgruis. Bovenin iets fijner (160µm) zand en iets humeuze inspoeling (profiel is iets versprongen).

Laag 0.80m +NAP tot 1.05m +NAP: Lagen van sterk en matig humeus zand.

Laag 0.90m –NAP tot 0.80m +NAP: Grijs kalkhoudend zand (160µm) met schelpfragmenten en hele fijne plantenresten. Geen ijzerhuiden. Gelaagd met wat grover schelphoudend materiaal. De top van de laag verloopt vrij horizontaal.

Laag 1.20m –NAP tot 0.90m –NAP: grijze kalkhoudende zand (180µm) met schelpgruis en detrituslaagjes. Bevat schelpen van *Cerastoderma éénkleppig* en juveniel en *Litarina*.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden in het westprofiel zijn 4 dateringen beschikbaar (Tabel 5). Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- De strandzanden op 1 m –NAP rond 950 v. Chr. gevormd werden (late bronstijd)
- De duinvorming onder het bodemniveau van ca. 1 m + NAP rond 293 v. Chr. plaatsvond (late ijzertijd)
- Het bodemniveau op 2.2 m + NAP rond 650 n. Chr. zich ontwikkelde (vroege middeleeuwen)
- De duinvorming boven het bodemniveau van 2.2 m + NAP rond 976 n. Chr. begint (eind van de vroege middeleeuwen)

Op grond van deze dateringen wordt het bodemniveau op ca. 1 m + NAP in de late ijzertijd / Romeinse tijd geplaatst. De duinafzettingen boven het bodemniveau van 2.2 m + NAP – en de bodem op ca. 3.75 m + NAP - worden op basis van de dateringen gerekend tot de Jonge Duinen.

Tabel 5: OSL en ¹⁴C-dateringen uit het westprofiel van Secundair L

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec L / OSL-1	NCL 303016	+ 2.40 m	976 ± 79 AD	1-S: 897-1055 AD	976 AD
Sec L / ¹⁴ C-O1	UtC 11882	+ 2.14 m	1420 ± 38 BP	1-S: 540-680 AD	650 AD
Sec L / OSL-3	NCL 303007	+ 0.70 m	239 ± 136 BC	1-S: 375-103 BC	239 BC
Sec L / ¹⁴ C-S1	UtC 11881	- 1.00 m	2778 ± 42 BP*	2-S: 1010-820 BC	950 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

In de bouwput van Secundair L is geen archeologisch materiaal gevonden. Wel is in het zuid- en westprofiel een vermengde humeuze laag waargenomen (Foto 20 en 23) waar de homogenisatie wordt toegeschreven aan spit-/ ploegactiviteit. Ook zijn in het hoogste deel van deze laag (vaag) regelmatig terugkerende insteken waargenomen, die eveneens als

antropogeen geïnterpreteerd zijn. Deze cultuurlaag gaat stratigrafisch over in het bodemniveau van 2.2 m + NAP. Dit niveau is gedateerd op ca. 650 n. Chr.

4.1.2 Secundair E

Lithologie

De onderzochte profielwanden betreffen het oostprofiel van de bouwput en een deel van het noordprofiel (Foto's 24 t/m 29). Van het centrale deel van het oostprofiel is net als bij Secundair L een kolomopname met een sedimentbeschrijving gemaakt (Bijlage IIIb).

De onderste afzettingen in het oostprofiel van 1.0 tot 0.5 m –NAP bestaan uit geelgrijs matig fijn zand met twee schelpenbankjes. Deze zanden tussen 0.5 en 1.0 m –NAP zijn geïnterpreteerd als strandafzettingen. Op 0.2 m –NAP komt een detrituslaagje voor met een los brok veen dat als verspoeld werd geïnterpreteerd. Tot 0 m NAP zijn in de wand en in het lakprofiel ook enkele golfribbels waargenomen. Boven de 0.5 m +NAP (en tot de donkere bodemlaag) zijn de afzettingen grootschalig scheef gelaagd wat wijst op duinafzetting. De laag tussen 0 en 0.5 m –NAP is voor het grootste deel door de wind afgezet maar incidenteel vond tijdens storm nog overstroming plaats en werden er ribbels gevormd en veendetritus afgezet.

In het oostprofiel komt een dikke humeuze zandlaag voor die in zuidelijke richting wegduikt. In de kolomopname ligt het niveau tussen de 1.5 en 1.0 m + NAP. In noordelijke richting loopt het niveau op tot ca. 2.0 m +NAP en neemt daar in dikte af. In het noordprofiel is op dit bodemniveau een vlak aangelegd (Foto 27) waar de bodem door antropogene activiteiten is omgewerkt (vermengd / gehomogeniseerd). Heel duidelijk zijn deze (ploeg / spit?)sporen niet, temeer omdat de bodem ook omgewerkt is door graafgangen van bodemdieren (Foto 28).

Aan de zuidzijde van het oostprofiel duikt de laag weg en heeft zich daar een depressie (duinvallei) gevormd. Aan de basis komt een donkere zwarte organische laag van ca. 10 cm dik voor. Deze laag kan worden beschreven als amorf veen (met zand). Boven deze laag bevindt zich donkergrijs humeus zand dat sterk antropogeen is omgewerkt. Ook zijn in deze laag aardewerkvondsten gedaan (zie paragraaf archeologie hieronder).

De zandlaag boven de bodem ligt in het noordprofiel deels erosief op de bodem. Deze erosie is veroorzaakt door uitblazing (abratie) van de wind. In de top van dit duinzand heeft zich op ca. 3.75 m + NAP weer een bodem gevormd. Deze bodemlaag wigt in het oost- en noordprofiel uit tegen het maaiveld (top van de bouwput).

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Secundair E beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIb:

Laag 3.75m +NAP tot 3.80m +NAP: donkergrijs tot zwarte bodem

Laag 3.65m +NAP tot 3.75m +NAP: bruin humeus zand

Laag 2.60m +NAP tot 3.65m +NAP: kalkhoudend zand (160µm) met meer schelpgruis op 3.50m +NAP bevindt zich de grens tussen kalkrijke (onder) en kalkarme zanden.

Laag 1.57m +NAP tot 2.60m +NAP: kalkhoudend zand (160µm).

Laag op ±1.20m +NAP tot 1.57m +NAP: donkergrijs tot zwart zand met geloogde zandkorrels (cultuurlaag).

Laag op ±1.20m +NAP: oude zwarte bodem. Dit is bijna een smeerlaag en bestaat uit amorf veen.

Laag 1.00m +NAP tot 1.20m +NAP: humeus zand, bruine bodem.

Laag 0.40m +NAP tot 1.00m +NAP: vrij homogeen duinzand (160µm).

Laag 1.00m –NAP tot 0.40m +NAP: lichtgrijs tot donkergrijs zand (170µm) met horizontale gelaagdheid, schelpenbankjes op 0.50m –NAP en 0.90m –NAP, en een humeus laagje (verspoeld veen) op 0.15m –NAP. De top van de laag bestaat uit een schelpenlaag.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden zijn voor het oostprofiel 4 dateringen beschikbaar (Tabel 6). Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- Het bovenste deel van de strandzanden op 0.9 m –NAP rond 800 v. Chr. werd gevormd (overgang late bronstijd / vroege ijzertijd)
- Het duinzand onder dikke bodemlaag (0.7 m + NAP in de kolomopname) rond 411 v. Chr. werd afgezet (late Romeinse tijd)
- Het zwarte amorfe veen aan de basis van de dikke bodem op 1.2 m + NAP is rond 500 n. Chr. gevormd (begin vroege middeleeuwen)
- Het duinzand op 3.6 m + NAP - boven de vroeg middeleeuwse bodemlaag en direct onder de bodem van 3.75 m + NAP – is rond 957 n. Chr. afgezet (overgang vroege naar late middeleeuwen). Op grond van deze datering wordt de vorming van de bodem op 3.75 m + NAP aan het begin van de late Middeleeuwen geplaatst.

Tabel 6: OSL en ¹⁴C-dateringen uit het oostprofiel van Secundair E

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec E / OSL-2	NCL 303009	+ 3.60 m	957 ± 60 AD	1-S: 897-1017 AD	957 AD
Sec E / ¹⁴ C-O1	UtC 11882	+ 1.20 m	1588 ± 35 BP	2-S: 390-570 AD	500 AD
Sec E / OSL-1	NCL 303008	+ 0.70 m	411 ± 145 BC	1-S: 266-556 AD	411 BC
Sec E / ¹⁴ C-S1	UtC 11881	- 0.90 m	2616 ± 35 BP*	2-S: 900-660 BC	800 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

In de bovenste helft van de zwarte, organisch rijke bodemlaag aan de zuidzijde van het oostprofiel komt in veel Mayen-ruwwandig aardewerk voor (Tabel 4; Afb. 9b). Dit materiaal dateert uit de 6^e, 7^e, en vroege 8^e eeuw. In het oostprofiel is tevens een klein fragment Terra Sigillata uit de Romeinse tijd aangetroffen, hetgeen niet ongevoelen is in Vroeg-Middeleeuwse context²⁷ Ook is de bodemlaag omgewerkt (spitsporen?) en zijn er koeienpootafdrukken in de top van de bodemlaag gevonden. De vorming van het organische bodemmateriaal - waar de archeologische sporen in aanwezig zijn - is rond 500 n. Chr. gedateerd; een datering die goed aansluit op deze latere vroeg middeleeuwse activiteiten.

In de nabij gelegen omgeving (op ca. 150 meter afstand van de bouwput) is tijdens graafwerk voor natuurontwikkeling (de 'Wei van Brasser') een waarneming gedaan²⁸ waarbij naast materiaal uit de midden- en late ijzertijd en Romeinse tijd (waaronder een fragment van een kleine witte Romeinse karaf, Stuart 107) veel ruwwandig, merovingisch aardewerkmateriaal gevonden is, alsmede twee fragmenten knikwand-aardewerk uit de 6^e/7^e eeuw. De aanwezigheid van dit oude materiaal wijst erop dat het gebied geschikt was voor bewoning

²⁷ o.a. Meffert, M.P.W., *Ruimtelijke relaties in het Oer-IJ estuarium in de Romeinse IJzertijd, met nadruk op de Assendelver Polders*, proefschrift UvA, 1998

²⁸ Beentjes & De Koning, 2000

en dat de duinvorming dus in dit gebied reeds vroeg begon (ijzertijd). De ouderdomsbepaling van de schelp *Spisula subtruncata* op 0.9 m –NAP rond 700 – 800 v. Chr. (Tabel 6) wijst erop dat het bovenste deel van de strandafzettingen hier tijdens de late bronstijd / ijzertijd werd gevormd; hetgeen in overeenstemming is met de vroege archeologische dateringen in de omgeving van de bouwput.

4.1.3 Secundair D

Lithologie

De opgenomen profielwanden betreffen het noordprofiel (3.2 m + NAP tot 1.3 m –NAP) en het zuidprofiel (1.0 m + NAP tot 2.6 m –NAP) van de bouwput (Bijlage IIIc; Foto's 30 t/m 37). Het oostprofiel is niet opgenomen maar een gedeelte is wel geschaafd en gefotografeerd (Foto's 31, 34 en 35). Sedimentbeschrijvingen zijn van de kolomopnamen van het noord- en het zuidprofiel gemaakt. Bij de sedimentbeschrijving van het noord- en zuidprofiel hebben de onderscheiden laageenheden laagcoden gekregen (van boven naar onder: laag 1 t/m 16; Bijlage IIIc).

De onderste afzettingen in het zuidprofiel van 2.6 tot 0 m –NAP (lagen 10 t/m 16) bestaan grijze en geelgrijze, matig fijn zanden waar verschillende dunne schelpenlagen in voorkomen (lagen 11, 15 en 16). De schelpen zijn enkel kleppig (verspoeld) en vaak gebroken. De lakprofielen D1 en D2 die genomen zijn in de zuidelijke bouwput, laten kleine ribbels zien tot een niveau van 0 m NAP (laag 10). Ook komt in laag 10 verslagen veenbrokjes en detritus voor (zowel in het noord- als het zuidprofiel).

Laag 15 op ca. 1.7 m –NAP bestaat uit kleiig zand (10 % lutum). Waarschijnlijk is deze kleiige laag nabij of net onder de toenmalige laagwaterlijn gevormd. De zanden tussen 1.0 en 0.5 m –NAP zijn geïnterpreteerd als strandafzettingen. De laag tussen 0.5 en 0 m –NAP is voor het grootste deel door de wind afgezet maar incidenteel vond tijdens storm nog overstroming plaats en werden de ribbels gevormd en de veendetritus afgezet. Boven de 0 m NAP worden geen aanwijzingen meer in het sediment gevonden die wijzen op overspoeling, en deze lagen (1 t/m 9) zijn gevormd in een duinmilieu. In de duinafzettingen zijn humeuze bodemlagen ontwikkeld (lagen 9a/b, 7, 6a/b, 4 en 2). De bodem van laag 6a/b is het meest humeus (zwart grijs) en overige bodems zijn bruingrijs. De afwisseling van humeuze bodem en stuifzandlagen in de duinsequentie van het noordprofiel, laat zien dat er in dit gebied herhaaldelijk perioden van zandverstuiving optraden en gevolgd door perioden van vastlegging van zand door vegetatieontwikkeling. Het reliëf van de stuifduintjes bedroeg meer dan 1.5 meter, hetgeen blijkt uit het verloop van de bodemlaag 6 in het oostprofiel.

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in de noord- en zuidwand van de bouwput Secundair D beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIc:

Noordwand:

- Laag 1: Geelgrijze kalkhoudende zand (160-170µm) met schelpgruis, stuiffase.
- Laag 2: Humeuze lichtbruine kalkhoudende zand (160-170µm). Cultuurlaag, 5 m ten oosten van het profiel zijn ploegsporen aanwezig.
- Laag 3: Als laag 2) maar korrelig met een spoor van schelpgruis.
- Laag 4: humeuze bruingrijze kalkhoudende korrelige zand (160-170µm), vegetatieniveau.
- Laag 5: Geelgrijze kalkhoudende zanden (160-170µm), stuiffase.
- Laag 6: Stuiffase

- 6a: Humeuze donkerbruine en zwarte zanden (160-170µm) met extreem humeuze zwarte vlekken.
 - 6b: Extreem humeus organogeen zwart zand met grijs geloogde zandkorrels
 - 6c: Humeuze bruigrijze zanden (160-170µm) die naar onder minder humeus worden: bruine bodem.
 - 6d: Geelgrijze zanden
- Laag 7: Humeuze lichtbruine zanden (160-170µm) met vegetatie.
- Laag 8: Geelgrijze zanden (160-170µm), afgezet tijdens een stuiffase.
- Laag 9 profiel noord:
- 9a: Bruigrijze wat humeuze gevlekte zanden (160-170µm).
 - 9b: Lichtbruine zanden met vlekken van wortels
 - 9c: Geelgrijze kalkhoudende humeuze zanden met wortelvlekken en schelpgruis.
 - 9d: Als laag 9c) maar niet meer humeus
- Laag 10: profiel noord: gele zanden, worden naar onder grijs (reductiezone). Semihorizontale gelaagdheid met semiparallelle laminatie. Rond de 0 m NAP meer schelpen (*Spisula*). Op 0.15 m –NAP is een schelpenbank aanwezig.

Zuidwand

- Laag 9: Geelgrijze kalkhoudende zanden (160-170 µm) met schelpgruis.
- Laag 10: Detrituslagen met zwarte veenbrokken. Geelgrijs kalkhoudend zand met schelpgruis en meest gebroken *Spisula*'s. Laag 10a is een detrituslaagje.
- Laag 11: Schelpenlaag met *Cerastoderma* en *Spisula*'s.
- Laag 12: Grijze tot geelgrijze zanden, waarschijnlijk parallel gelamineerd, met een verspreid voorkomen van, vrij veel hele, eenkleppige schelpen.
- Laag 13: Grover (180 µm) kalkhoudend zand met vrij veel schelpen (*Cardium* en *Spisula*).
- Laag 14: Grijze kalkhoudende zanden (170 µm) met minder schelpfragmenten.
- Laag 15: Zandige bruigrijze klei (10% lutum), humeus, met schelpgruis, detritus en schelpfragmenten. Aan de basis bioturbatie.
- Laag 16: Grijze kalkhoudende zanden (160-170 µm) met schelpfragmenten van éénkleppige schelpen.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden van bouwput D (noord- en zuidprofiel) zijn 5 dateringen beschikbaar (Tabel 7). Aan de dateringlijst van tabel 5 is de bovenste schelpdatering van de nabij liggende boring 19C946 toegevoegd als referentie van de onderste schelp datering in de bouwput D. Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- De schelpen in de strandzanden op 2.2 m –NAP hebben een ouderdom rond de 390 v. Chr. De schelpdatering in de nabij liggende boring 19C946 (op een diepte van 4.93 m –NAP) is iets ouder maar valt binnen dezelfde periode (midden ijzertijd). De schelpdatering op 1.85 m –NAP betreft een geremanieerde schelp en geeft een te 'hoge' ouderdom. Deze datering is namelijk ouder dan de onderliggende schelpdatering van 2.2 m -NAP.
- Het duinzand (laag 9c in het noordprofiel op 0.4 m + NAP) heeft ouderdom rond 202 n. Chr. (Romeinse tijd).
- De duinzandlagen op 2.25 en 2.7 m + NAP (noordprofiel, lagen 3 en 1) hebben respectievelijk een datering rond 620 en 811 n. Chr. Deze dateringen geven aan dat de zanden boven de sterk humeuze bodemlaag 6a/b tijdens de vroeg middeleeuwse is gevormd.
- Op grond van deze dateringen wordt de vorming van de humeuze bodemlaag 6a/b rond de overgang Romeinse tijd / vroege middeleeuwen geschat (periode rond 500 n. Chr).

Tabel 7: OSL en ¹⁴C-dateringen uit het noord- en zuidprofiel van Secundair D en de bovenste schelpdatering van boring 19C946

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec D / OSL-1	NCL 303010	+ 2.70 m	811 ± 70 AD	1-S: 741-881 AD	811 AD
Sec D / OSL-2	NCL 303015	+ 2.15 m	620 ± 78 AD	1-S: 542-698 AD	620 AD
Sec D / OSL-4	NCL 303001	+ 0.40 m	202 ± 114 AD	1-S: 88-228 AD	202 AD
B946 / ¹⁴ C-S1	UtC 12028	- 1.85 m	2365 ± 41 BP*	2-S: 760 – 360 BC	--
Sec D / ¹⁴ C-S2	UtC 11884	- 2.20 m	2300 ± 37 BP*	2-S: 410-200 BC	390 BC
B946 / ¹⁴ C-S2	UtC 12029	- 4.93 m	2373 ± 34 BP*	2-S: 760-380 BC	440 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

In geen van de lagen van bouwput Secundair D zijn artefacten gevonden hetgeen er op duidt dat er geen nederzetting in de directe omgeving van deze site aanwezig is geweest. Gelet echter op de afstand van deze locatie tot de hiervoor genoemde Secundair E en de 'Wei van Brasser', waar veel (met name vroeg-middeleeuws) aardewerk is aangetroffen, kunnen de waargenomen akkers wellicht in verband gebracht worden met huisplaatsen/nederzettingen die iets noordelijker moeten hebben gelegen. Drie bodemlagen zijn wel duidelijk door de mens bewerkt gezien de humeuze vlekkerigheid (menging) die in de lagen is opgetreden (lagen 9, 6 en 2). De bodem/cultuurlaag 9 dateert uit de Romeinse tijd (rond 200 na Christus), laag 6 moet tussen de 3^e en 7^e eeuw zijn gevormd en laag 2 ontwikkelde zich tijdens de vroege middeleeuwen (7^e-9^e eeuw).

4.1.4 Pompstation

Lithologie

De bouwput van het pompstation bestond uit brede grote ontgraving waarbij de randen van de put verstoord waren (Foto 38). Deze verstoorde putwanden zijn niet opgenomen. Alleen in het centrale deel van de bouwput is een waarneming gedaan; dit aan de hand van een speciaal gegraven verdiepingsput (Bijlage IIId; Foto's 39 t/m 45). De opgenomen wand betreft het zuidprofiel van de verdiepingsput. De verdiepingsput had een dieptebereik van 1.4 m + NAP tot 2.5 m –NAP. De omstandigheden voor het bestuderen van de lagen onder de 0.5 m –NAP waren zeer lastig vanwege de hoge grondwaterstand. Na het graven van de verdieping kon de wand maar zeer kort bekeken worden het grondwater uit de wand liep en vrij snel daarna instortte (Foto 39 t/m 41; Bijlage II). Tussen 1.4 en 1.1 m –NAP kwam een schelphoudend zandlaag voor, en daarboven op 1.1 en 0.55 m –NAP, een zandig niveau met schelpenbanken (dikke schelpen lagen). De schelpenlagen bevatten naast enkel kleppige schelpen veel schelpgruis. De hoofdsoort was *Spisula subtruncata*, en verder kwamen er ook soorten voor als *Cerastoderma edule* en *Donax vittatus*. De laag werd in het veld omschreven als het *Spisula* zand. Dit zand wordt geïnterpreteerd als washover-afzettingen (of 'overslaggronden'; Foto 6 en 84) die tijdens stormhoogwater in en achter een laagliggend strandwallengebied word gevormd.

Tussen de 0.55 en 0.45 m –NAP had zich een dunne bodemlaag ontwikkeld. De top van deze bodem was sterk humeus (zwarte A0-horizont). De bodem was fijn doorworteld vanuit het bovenliggende veenpakket (maar geen rietdoorworteling).

Tussen de 0.45 en 0.25 m –NAP kwam een zeer compacte en amorphe veenlaag voor (Foto 40 en 41). De enige plantenresten die macroscopisch herkenbaar waren, bestonden uit rietstengels. Het compacte veen was zandig. De bovenkant van de veenlaag was zeer onregelmatig. Zandstructuren ('zandballen') met diameter van 10 tot 30 cm waren vanuit het bovenliggende duinzandpakket als 'loading structuren' in het onderliggende veen weggezakt. Deze zakkingstructuren zijn ontstaan aan het begin van de overstuiving van de bovenliggende duinzandlaag toen het veen nog zeer slap was. Mogelijk zijn de zakkingstructuren ontstaan van uit een onregelmatig, verstoord veenoppervlak en dat deze verstoring veroorzaakt is door betreding. Dit zouden runderen kunnen zijn geweest maar ook betreding van wilde dieren valt niet uit te sluiten. Door latere zandinzakking zijn er echter geen duidelijke hoefafdrukken (in de vorm van een hartje) aangetroffen. Door het ontbreken van duidelijke pootafdrukken blijft de directe aanleiding van de zakking onduidelijk (Foto 42 en 43).

De afzettingen boven de amorphe veenlaag bestond uit 'schoon' duinzand waar – voor zover ontsloten - geen bodems in waren ontwikkeld.

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Pompgebouw beschreven en ingetekend, zie Bijlage III d:

Laag 0.90 m +NAP tot 1.40 m +NAP: gele matig fijne zanden

0.10 m +NAP tot 0.90 m +NAP: geoxideerde geelgrijze matig fijne zanden. De grens met de gereduceerde zanden wordt gevormd door een roestlaagje. Aan de basis is weinig schelpgruis aanwezig.

Laag 0.30 m –NAP tot 0.10 m +NAP: Gereduceerde grijze matig fijne zanden

Laag 0.50 m –NAP tot 0.30 m –NAP: Donkerbruin sterk venig (30%) zand met zandnesten, dunne *mud*laagjes en een enkele rietstengel. In het veen is ingestoven zand te herkennen. De top bevat schelpgruis en is onregelmatig.

Laag op ±0.50 m –NAP: donkerbruin doorworteld zand. De doorworteling is niet afkomstig van rietplanten. Deze laag is waarschijnlijk een bodemlaag. Ook is venig zwart zand aanwezig.

Laag 1.50 m –NAP tot 0.50 m –NAP: zand met schelpenbankjes (*Spisula* en spoor *Cerastoderma*).

Laag 2.50 m –NAP tot 1.50 m –NAP: Zand met kleiige niveau's. De bovenste 0.50 m is door riet doorworteld. Naar beneden neemt de hoeveelheid kleilaagjes toe. De kleiige niveau's bestaan uit licht humeuze klei met weinig of geen detritus.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden in de verdiepingsput van het pompstation zijn 3 dateringen beschikbaar (Tabel 8). Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- De basis van het *Spisula*-zand op 1.0 en 1.45 m –NAP gedateerd wordt rond de 375 v. Chr. De schelpdatering op in de nabij liggende boring 19C946 op een diepte van 4.93 m –NAP is iets ouder maar valt binnen dezelfde periode (midden ijzertijd). De schelpdatering op 1.85 m –NAP geeft een te 'oude' ouderdom (geremanieerde schelp). De datering is namelijk ouder dan de onderliggende schelpdatering van 2.2 m -NAP.

- De bovenliggende veenlaag op 0.5 m - NAP respectievelijk een datering rond de 675 n. Chr. Dit is een opmerkelijk late datering voor organisch rijk niveau dat zo diep ligt. De amorse veenlaag van het pompstation is het laagst liggende organische niveau dat tijdens de opnamen van de 8 bouwputten is aangetroffen.

Tabel 8: ¹⁴C-dateringen uit de zuidelijke verdiegingsput van het pompstation.

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Po / ¹⁴ C-V2	UtC 11887	- 0.5 m	1343 ± 36 BP	2-S: 640-780 AD	675 AD
Po / ¹⁴ C-S2	UtC 11886	- 1.00 m	2372 ± 42 BP*	2-S: 760-370 BC	375 BC
Po / ¹⁴ C-S1	UtC 11885	- 1.45 m	2276 ± 37 BP*	2-S: 400-200 BC	375 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

In de onderzochte lagen van de verdiegingsput van het pompgebouw zijn geen archeologische materialen aangetroffen. Het is niet uit te sluiten dat de vorming van de 'loading'structuren in eerste aanzet door koeienpoot afdrukken in het veen is veroorzaakt. Concrete aanwijzingen in de vorm van hartvormige poot afdrukken zijn niet gevonden. De doorgaande zakking van de 'zandballen' kan deze pootafdrukken hebben vervormd waardoor ze niet meer zichtbaar zijn.

4.1.5 Secundair G

Lithologie

De opgenomen profielwanden van de bouwput van Secundair G betrof een deel van het oostprofiel en het aansluitende deel van het noordprofiel (Foto's 46 t/m 55). Met de verdieping in het oostprofiel meegerekend was het maximale verticale waarnemingsbereik 2.7 m + NAP tot 1.4 m –NAP. Verder zijn van de antropogene sporen (ploegkrassen en koeienpoot afdruk) in het vlak opnamen gemaakt (oostprofiel laag 3, Foto 48 en 49; noordprofiel laag 6, Foto 52, 54 en 55).

Bij de sedimentbeschrijving van het oost- en noordprofiel hebben de onderscheiden laageenheden een laagcode gekregen (van onder naar boven: laag 1 t/m 12; Bijlage IIIe).

De onderste zandlaagafzettingen in het noordprofiel van 1.4 tot 0.75 m –NAP (laag 1) bestaan uit matig fijn zanden met dunne schelpenlagen waarin enkel kleppige *Spisula* en *Macoma* schelpen en schelpgruis in voorkomen. Deze laag wordt als strandzand geïnterpreteerd. Daarboven komt een zandlaag voor (laag 2 op 0.75 – 0.2 m –NAP). Daarin zijn enkele schelpfragmenten en schelpgruis aangetroffen. Het zand was macroscopisch vrij structuurloos. Verondersteld werd dat de afzettingen hoofdzakelijk door de wind zijn gevormd. Boven deze laag 2 is een humeuze bodemlaag ontwikkeld (laag 3 op 0.2 – 0 m –NAP). In de top van de bodem van laag 3 waren duidelijke keerploegsporen zichtbaar (Foto's 47 t/m 49). Het betreft hier het laagste ploegniveau dat tijdens de opnamen in de 8 bouwputten is waargenomen.

Op de laag 3 komt een duinzandlaag voor van ca. 0.70 m dik die overwegend horizontaal gelaagd is (laag 4 op 0 – 0.70 m +NAP). Daarboven bevindt zich een pakket van afwisselend bodemlagen en stuifzandlagen (laag 6 t/m 11). In de bodemlagen 6 en 7 zijn ploegsporen aangetroffen (Foto's 51 t/m 54). Ook waren er scherven in dit niveau aanwezig. Bodemlaag 9

ziet er vermengt (gevekt) uit en lijkt antropogeen verstoord (cultuurlaag). De bodem en duinlagen snijden elkaar deel erosief af (winderosie). Het meeste duinreliëf is zichtbaar aan de bovenkant van de bodem van laag 7. Die bedroeg meer dan 1 m voor de aftopping van de hoogste delen van het duin door winderosie.

Het pakket bodems en stuifzandlagen (laag 6 t/m 11) wordt op ca. 2 m +NAP afgedekt door een schone horizontaal gelaagde zandlaag 12. De top van dit zandpakket is verstoord. Bodems zijn in deze zandlaag niet aangetroffen.

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Secundair G beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIe:

- Laag 13: Licht humeuze bruingrijze zand, rommelig, met vlekkeniveau's, meer humeus, maar niet goed ontwikkeld, nauwelijks schelpgruis aanwezig.
- Laag 12: Geel zand met matig fijn schelpgruis, horizontaal gelaagd.
- Laag 11: Bruingrijs humeus zand met een aantal schonere stuiflagen. Laag 13 a, c en e: humeuze niveau's; en laag 13 b en d: schonere stuifzand niveau's.
- Laag 10: Als laag 8.
- Laag 9: Humeus bruingrijs zand met een spoor van schelpgruis. De bovenste twee cm is sterk humeus, gevlekt. Er zijn geen ploegsporen of scherven waargenomen. De laag lijkt wel sterk op een cultuurlaag. Misschien spitsporen.
- Laag 8: Geel zand met een spoor van schelpgruis.
- Laag 7: Licht humeus gevlekt zand. Vrij rommelig met humeuze en niet humeuze brokken. Aan de basis ploegsporen, nauwelijks schelpgruis.
- Laag 6: Humeus bruin grijs zand met op een niveau ploegsporen, met geel zand gevlekt.
- Laag 5: Donkerbruingrijs zeer humeus zand.
- Laag 4: Geel zand (170 µm) met matig veel schelpgruis en een parallelle gelaagdheid.
- Laag 3: Vuilbruingrijs zand met een spoor van schelpgruis en parallelle (NNO-ZZW georiënteerde) ploegsporen. Akkerlaag.
- Laag 2: Grijs kalkhoudend zand (170-180 µm) met matig tot veel fijn schelpgruis en enkele grove stukjes. Nat, gereduceerd en geen structuren zichtbaar.
- Laag 1: Laag 1a. zand met kleilaagjes en schelpen (*Macoma/Spisula*, heel, enkelkleppig en veel juveniel materiaal).
Laag 1b: zand met twee schelpenlagen. Verder zelfde schelpenassociatie als laag 1a.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden van bouwput Secundair G (oostprofiel) zijn 4 dateringen beschikbaar (Tabel 9). Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- De schelplaag op 0.94 m-NAP in de strandzandlaag 1 rond de 800 v. Chr. is gevormd.
- Het duinzand op 0.45 m - NAP van laag 2 heeft een ouderdom van ca 365 v. Chr, dat van laag 8 een ouderdom van ca. 375 n. Chr. en dat van laag 12 een ouderdom van ca. 998 n. Chr.

Op grond van deze tijdsequentie wordt de ouderdom van de bodemlaag 3 in de late ijzertijd / vroeg Romeinse tijd geplaatst. De ouderdom van het bodemlagen complex tussen de lagen 5 en 11 wordt geschat tussen de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen. Het begin van de vorming van de afdekkende zandlaag 12 wordt geschat vanaf het begin van de late middeleeuwen.

De overgang van de strandzanden (laag 1) naar de duinzanden (laag 2) wordt geschat rond 500 – 400 v. Chr. (midden ijzertijd).

Tabel 9: OSL en ^{14}C -dateringen uit het noordprofiel van Secundair G

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec G / OSL-3	NCL 303014	+ 2.05 m	998 ± 56 AD	1-S: 942-1054 AD	998 AD
Sec G / ^{14}C -O2	UtC 11896	+ 0.78 m	1679 ± 38 BP	2-S: 240-440 AD	375 AD
Sec G / OSL-1	NCL 303013	- 0.45 m	365 ± 163 BC	1-S: 528-202 AD	365 BC
Sec G / ^{14}C -S1	UtC 11897	- 0.94 m	2632 ± 29 BP*	2-S: 840-780 BC	800 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

In de bouwput van Secundair G zijn zowel archeologische resten als sporen gevonden. Bodemlaag 3 bevatte fraaie ploegsporen (Foto 47 t/m 49; en Foto's 51 t/m 54; Bijlage II) vermoedelijk uit de late ijzertijd / begin Romeinse tijd. Bodemlaag 6 en 7 bevatten ploegsporen en scherfmateriaal (Mayener bolpot / kogelpot), die dateren uit de vroege middeleeuwen (vermoedelijk 8^e / 9^e eeuw; Afb. 9b en Tabel 4).

Laag 9 (vroege middeleeuwen) ziet er 'cultuurlaag-achtig' uit (gevekt) en is waarschijnlijk omgewerkt door de mens.

4.1.6 WRK gebouw

Lithologie

De opgenomen profielwand van de bouwput van het waterverdeelstation WRK betrof het westelijk deel van het zuidprofiel (Foto's 56 t/m 59). Nadat het WRK gebouw was verwijderd is de zuidelijke profielwand en een deel van de aansluitende westelijke profielwand geschaafd en gefotografeerd (Foto's 62 t/m 73). Het maximale verticale waarnemingsbereik bedroeg 4.7 m + NAP tot 1.4 m –NAP. Bij de sedimentbeschrijving van het opgenomen deel van de zuidelijke profielwand (Bijlage III f) hebben de onderscheiden laageenheden een laagnummering gekregen. Van onder naar boven zijn dat de lagen 1 t/m 16.

Van de zuidelijke profielwand zijn twee keer een serie lakprofielen gemaakt. De eerste serie lakprofielen was gemaakt voor de verwijdering van het gebouw en betrof de lagen 1 t/m 10. Het tweede lakprofiel was gemaakt voor tentoonstellingsdoeleinden en besloeg de hele sequentie van de profielwand (lagen 1 t/m 16; Foto 64 t/m 67; Bijlage II).

De onderste zandlaagafzettingen van 1.2 tot 0.75 m –NAP (laag 1 en 2) bestaan uit matig fijne strandzanden (150 µm) met dunne schelpenlagen waarin enkel kleppige *Spisula*, *Cerastoderma* en *Macoma* schelpen en schelpgruis in voorkomen. In laag 1 komen ook enkele dubbel kleppige *Macoma* schelpen voor (verspoeld, niet in levenstand). In de strandafzettingen komen ook enkele dunne kleibandjes voor met daarop kleine ribbelstructuren. Het afzettingsmilieu van deze niveaus wordt geïnterpreteerd als laagten ('runnels') tussen de banken op het strand (Figuur 10).

Laag 3 vormt de overgang tussen stand zanden en de duinzanden. Tot 0.05 m +NAP komen nog schelpenlaagjes voor die hoofdzakelijk bestaan uit schelpgruis.

De lagen 4 t/m 16 bestaan uit duinzand met daarin humeuze bodems (lagen 5, 7, 13 en 16) en een venig laagniveau (laag 9).

De organisch rijke lagen 5 en 9 zijn onderverdeeld in meerdere laagniveaus op basis van verschillen in kleur / organische stofgehalte (lagen 5a t/m e, en 9 a t/m f). Deze verschillen zijn veroorzaakt door aanrijking van zand door kleine verstuingen.

In de onderste organische lagen 5 en 7 zijn archeologische sporen gevonden. In laag 5 bestonden die uit aardewerk, bot en (keer)ploegsporen. In de humeuze laag 7 – die sterk gehomogeniseerd was - zijn alleen ploegsporen waargenomen (akkerlaag).

Laag 9 bevatte het meeste organische stof en bestond plaatselijk zelfs uit een zandig veen met houtresten. Dit veen was donkerbruin tot zwart en zeer compact. De vorming van veen wijst erop dat de duinkom van laag 8 in die tijd sterk vernatte (stijging van het grondwater). Na de veenvorming overstroomde de duinkom weer. De bovenliggende bodems (laag 13 en 16) zijn relatief dun en licht humeus. Sporen van antropogene activiteit zijn in die bodems niet aangetroffen.

De zuidelijke profielwand (Foto 66; Bijlage II) laat het verloop van het duinreliëf zien. Aan de oostzijde is het laag 6 die het hoogteverschil bepaalt en de akkerlaag 7 volgt dit reliëf. Aan de westzijde van de profielwand loopt laag 8 omhoog en daar volgt de organisch rijke laag 9 het reliëf. In dat deel waar de bodem 9 hoger komt te liggen (zuidelijk deel Westelijke profielwand; Foto 56 en 62) neemt het organische stof gehalte sterk af en wordt de bodem bruin van kleur hetgeen er op duidt dat de bodem is gevormd onder drogere omstandigheden. Het waargenomen reliëfverschil in de duinzandlagen bedraagt 1 tot 2 m.

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput WRK gebouw beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIf:

Laag 16: Als laag 6

Laag 15: Lichtbruingrijs vegetatielaagje (wortelresten).

Laag 14: Als laag 6

Laag 13: Als laag 11 maar geen duidelijke antropogene kenmerken (wortelresten).

Laag 12: Als laag 6

Laag 11: Humeuze zand die naar het oosten overgaat in zandig veen (natte duinvallei).

Laag 10: Als lagen 6 en 8

Laag 9: Complex van vegetatielagen (bodems) en duinzand

- 9a: Bruin humeus zand
- 9b: Licht humeus zand
- 9c: Bruin humeus zand
- 9d: Licht humeus zand
- 9e: Zwartbruin zandig compact veen met houtresten (natte duinvallei)
- 9f: Humeuze bruingrijze zand

Laag 9e gaat naar het westen over in 9f. Lagen 9b en 9d behoren tot een stuifduinfase.

Laag 8: Als laag 6. Aan de top wat ijzer humus inspoeling.

Laag 7: Lichtbruin humeus zand met donkere humeus vlekken van plaggen en/of ploegen.

Laag 6: Geel zand met heel fijn schelpgruis, homogeen.

Laag 5

- 5a: Humeuze zandige basis, vrij homogeen, lijkt plagstructuren te bevatten.
- 5b: Bruinig gevlekt geel zand (150 µm) lijkt onverstoorde.
- 5c: Humeus bruin zand
- 5d: Humeus zand met ploegsporen en houtskoolvlekjes, bevat ook dunwandige slakken. Misschien een cultuurlaag.
- 5e: Geel zand met bruine gevlekte geploegde laag met een gekartelde onderkant.

- Laag 4: Geelgrijze zand (150 µm) met schelpgruis maar geen of nauwelijks hele schelpen. Bevat humeus vlekjes (wortels) en is duidelijk eolisch.
- Laag 3: Zand (150 µm) met schelpengruis (eenkleppig) en een aanreiking van schelpen (*Spisula* en *Cerastoderma*). De top is geelgrijs, de basis is grijs en nat door waterstagnatie op een kleilaagje. Deze laag behoort tot het aquatisch milieu.
- Laag 2: Zand (150 µm) met schelpgruis en eenkleppige *Macoma*'s en *Spisula*. De laagjes a en b zijn bruingrijze humeus kleilaagjes met stroomribbels.
- Laag 1: Sterk schelphoudende zand (150 µm) met schelpgruis en *Spisula*, *Macoma*, een juveniele mossel, *Cerastoderma edule*. Bijna alle schelpen in de laag zijn éénkleppig en staan niet in levenspositie. Enkele dubbelkleppige verspoelde *Macoma*'s.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden van bouwput WRK zijn 9 dateringen beschikbaar (3 OSL bepalingen en 6 ¹⁴C dateringen; tabel 10). De schelpdatering uit de top van de mariene zanden van de naastliggende boring 19C0944 is aan de lijst toegevoegd. Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- De schelpdatering van het strandzand van laag 1 is gedateerd rond 800 v. Chr.; een datering die in dezelfde range ligt als de bovenkant van de mariene zanden in boring 19C0944.
- De schelpdatering uit laag 3 is duidelijk te 'oud' (geremanieerd schelpmateriaal) gezien de ouderdom van de onder en bovenliggende dateringen.
- De OSL datering van laag 3 geeft aan dat deze laag rond 250 v. Chr. gevormd is, en de OSL datering uit laag 6 geeft een ouderdom van rond 146 n Chr.
- In de tussenliggende bodemlaag 5 is aardewerk gevonden. In de lagen 5a en 5b komt met schelpgruis gemagerd aardewerk voor dat dateert uit de midden – late ijzertijd. In de lagen 5d en 5^e betrof het aardewerk met een organische magering dat dateert uit de Romeinse tijd. Deze archeologische dateringen passen chronostratigrafisch in het tijdbeeld van de OSL dateringen.
- Organisch rijk zand van de akkerlaag 7 is ¹⁴C gedateerd en deze bepaling geeft een ouderdom van rond 610 n. Chr.
- De OSL datering van rond 850 n. Chr. van de bovenliggende laag 8 ligt in lijn met de genoemde datering van akkerzandlaag 7
- De vorming van de sterk humeus / venige bodemlaag 9 wordt op basis van de ouderdom van laag 8 en 13 in de 10^e eeuw geplaatst.
- Het organische zand van bodemlaag 13 is gedateerd rond 1000 n. Chr. Het zand uit laag 16 direct boven bodemlaag 15 is met OSL gedateerd en geeft een ouderdom van rond 1275 n. Chr. Op grond van deze dateringen kunnen de lagen 14 t/m 16 gerekend worden tot de Jonge Duinzanden.

Tabel 10: OSL en ¹⁴C-dateringen uit het zuidprofiel van het WRK gebouw, plus een datering uit de top van de mariene zanden uit de nabij liggende boring 19C944.

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
WRK / OSL-1	NCL 303004	+ 4.35 m	1275 ± 44 AD	1-S: 1231-1319 AD	1275 AD
WRK / ¹⁴ C-O9	UtC 11896	+ 2.85 m	1046 ± 39 BP	2-S: 890 -1040 AD	1000 AD
WRK / ¹⁴ C-O8	UtC 11897	+ 2.40 m	1226 ± 36 BP	2-S: 680-900 AD	850 AD
WRK / ¹⁴ C-O6	UtC 11898	+ 2.10 m	1454 ± 35 BP	2-S: 540-660 AD	610 AD
WRK / OSL-2	NCL 303005	+ 1.70 m	146 ± 128 AD	1-S: 18-274 AD	146 AD
WRK / ¹⁴ C-O2	UtC 11899	+ 0.70 m	2243 ± 43 BP	2-S: 400-200 BC	275 BC
WRK / ¹⁴ C-S2	UtC 11895	0 m	3458 ± 36 BP*	2-S: 1880-1680 BC	--
WRK / OSL-4	NCL 303006	- 0.10 m	250 ± 146 BC	1-S: 396-104 BC	300 BC
WRK / ¹⁴ C-S1	UtC 11894	- 1.30 m	2658 ± 38 BP*	2-S: 900-790 BC	800 BC
B 944 / ¹⁴ C-S2	UtC 12015	- 2.82 m	2614 ± 40 BP*	2-S: 900-550 BC	800 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

Laageenheid 5 is een meervoudige cultuurlaag waarin veel aardewerk en een benen priem is aangetroffen (Tabel 4; Afb. 9b). Verder is deze laageenheid intensief geploegd (Foto's 58, 59 65, 67, 68, 69, 71, en 73). Het aardewerk in de onderste lagen (laag 5a en 5b) was met schelpgruis gemagerd; het aardewerk in de bovenste delen, waaronder een speelschijfje (laag 5d en 5e) had een organische magering; hetgeen op respectievelijk midden- en late ijzertijd tot in Romeinse tijd duidt. Een randscherf uit de bovenste laag (5^e) vertoont kenmerken van Taaykes aardewerktype Gw4, dat in de Late IJzertijd, tot in de vroeg-Romeinse tijd wordt gedateerd.

Laag 7 stamt uit de midden-Romeinse tijd en laag 9 vertoont zo gauw deze zich boven het niveau van de natte duinvallei verheft, duidelijke ploegsporen. Deze laag wordt in de 7^e eeuw na Christus gedateerd.

De archeologische vondsten en OSL- en ¹⁴C-dateringen komen goed overeen met de in de jaren '50 bij graafwerkzaamheden gedane waarnemingen bij de bouw van Secundair H (op ca. 100 meter afstand van de WRK locatie). Ook daar kwamen diverse archeologische fenomenen voor, waaronder veel schelpgruis gemagerd aardewerk²⁹. Op de locatie van Secundair H werd verder ook veel Middeleeuws aardewerk aangetroffen³⁰.

4.1.7 Secundair 5

Lithologie

Van de bouwput van Secundair 5 is de westelijke profielwand opgenomen. Ook de aansluitende zuidelijke en noordelijke profielwanden zijn geschaafd en gefotografeerd (Foto's 74 t/m 81). Het maximale verticale waarnemingsbereik bedroeg 5.9 m + NAP tot 1.7 m –NAP (inclusief de verdiegingsput). Bij de sedimentbeschrijving van het opgenomen deel van de

²⁹ Van Deen, 1954 en 1962.

³⁰ Van Deelen, & Schermer, 1963

profielwand (Bijlage IIIg) onderscheiden laageenheden een laagcode gekregen (van onder naar boven: laag 1 t/m 12).

Van de westelijke profielwand zijn bij de verdiepingsput twee keer lakprofielen gemaakt van het onderste deel van de profielwand (1.7 m – NAP tot 2.2 m + NAP).

De overgang tussen de strand- en duinzanden ligt in de westelijke profielwand tussen laag 2 en 3; op het niveau van ca. 0.2 m – NAP. De strandzanden van laag 1 en 2 bestaan uit schelphoudende, matig fijne zanden (150 µm). In deze lagen zijn enkele schelprijke laagniveaus ontwikkeld met enkel kleppige schelpen als *Spisula*, *Cerastoderma* en *Macoma* schelpen en schelpgruis aanwezig. De schelprijke lagen werden in het veld als stormlagen geïnterpreteerd.

De lagen 3 t/m 12 bestaan uit duinzand waarin diverse humeus bodems zich ontwikkeld hebben. (lagen 4, 6, 10 en 12). De laag 8 is aan de zuidzijde sterk organisch en donker bruin tot zwart van kleur. Aan de noordzijde loopt de laag iets in hoogte op en bestaat de laag uit een geploegde cultuurlaag. Aan de basis van laag 8a zijn in het zuidelijk deel ook ploegsporen aangetroffen (Foto 79). Ploeg-/spit sporen - in de vorm van humeus vlekken - lijken ook aanwezig te zijn in delen van laag 5.

In bodemlaag 6 zijn - in het laagste deel (zuidelijk deel van de westelijke profielwand) - veel stuifzandlaagjes gevormd (laagniveaus 6a t/m 6j). Richting het noordelijk deel van de profielwand komen de bodemlagen bij elkaar en verdwijnen de stuifzandlagen (wiggen daar uit). De bovenste lagen 6i en 6j zijn geploegd (omgewerkt) en daarin is ook aardewerk aangetroffen.

De zuidelijke, westelijke en noordelijke profielwand van de bouwput (Foto 76 en 77; Bijlage II) laten reliëfrijke duintjes zien met zeer veel (kleine) verstuvingsfasen. Het reliëfverschil binnen de duintoppen bedraagt 1 tot 1.5 m. De lagen 5 t/m 9 vertonen het meeste reliëf. Van de opgenomen bouwputten is Secundair 5 wat betreft duinmorfologie (verstuvingsfasen) het meest dynamisch.

De lagen 10 t/m 12 lopen vrijwel horizontaal en de lagen vlakken plaatselijk de duintoppen van de onderliggende lagen 5 t/m 9 af ('egalisatie fase').

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Secundair 5 beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIg:

Laag 12: Oude bodem met daarboven verstoring.

Laag 11: Geel zand (150 µm) met weinig oranje roestniveau's en spoor schelpgruis

Laag 10: Zwartbruine sterk organische zand, weinig, geen antropogene sporen waargenomen.

Laag 9: Geelgrijze zand (150 µm) met een spoor van schelpgruis.

Laag 8: Sterk humeus zand, weinig, sterk organisch, akkerlaag, bot en houtresten (gemonsterd).

Laag 7:

- 7a Geelgrijze zand met een spoor van schelpgruis
- 7b: Humeus laagje van 0.5cm dik, oud oppervlak
- 7c: iets humeus geelgrijze zanden

Laag 6:

- 6a: Bruinzwarte, venige humeus zanden
- 6b: Lichtbruingrijze, licht humeus zanden
- 6c als 6a
- 6d: Geelgrijze zand met dunne (mm) humeus kronkelige laagjes.
- 6e: Humeuze bruingrijze zanden

- 6f als 6d, maar minder gelaagdheid
- 6g als 6 a
- 6h als 6f
- 6i als 6 a, en in laagste punt geploegd
- 6j: Humeuze, bruingrijze zanden, sterk geploegd maar minder humeus als lagen 6i en 6a.

Laag 5

- 5a: Geelgrijze zand (150 µm) met een spoor van schelpgruis, verder vrij homogeen en zonder veel structuur.
- 5b: Vlekkerig en humeus, er lijken ploegsporen in te zitten.
- 5c: Geelgrijze zand (150 µm) met schelpgruis en humeuze vlekken.

Laag 4: Humeuze bruingrijze zanden (150 µm). De bovenste 7 cm is sterk humeus, wat lager zijn er humeuze inspoelingen.

Laag 3: Geelgrijs zand (150 µm) met een spoor van schelpgruis. Moeilijk zichtbare horizontale gelaagdheid.

Laag 2: Geelgrijs zand met schelpgruis en enkele losse éénkleppige *Macoma*'s ed. Bevat een schelpenlaag (stormlaag). Geen kleilaagjes ontwikkelt.

Laag 1: Sterk schelphoudend (*Spisula* en *Macoma*) grijs zand. Bevat schelpgruis, geen dubbelkleppige schelpen. Korrelgrootte is ongeveer 150 µm.

Dateringen

Voor de ouderdomsbepaling van de laageenheden van Secundair 5 zijn 5 dateringen beschikbaar (2 OSL bepalingen en 3 ¹⁴C dateringen; Tabel 11). De schelpdatering uit de top van de mariene zanden van de naastliggende boring 19C0945 is aan de lijst toegevoegd.

Op grond van deze ouderdomsbepalingen kunnen de onderstaande lagen gedateerd worden:

- Het strandzand van laag 1 is met behulp van een mariene schelpdatering gedateerd rond 750 v. Chr. Een wat dieper liggende schelpdatering (een datering van mariene zanden uit boring 19C0946) heeft mogelijk een iets oudere ouderdom maar de dateringsranges zijn vrijwel vergelijkbaar (Tabel 11).
- De duinzandlaag 3 is gedateerd met behulp van een OSL-bepaling en deze geeft een ouderdom van ca. 477 v. Chr.
- De ouderdom van de bovenliggende organisch rijke bodemlaag 6a (basis verstuiwingscomplex) is bepaald met de ¹⁴C-methode en laat een ouderdom zien van ca. 350 v. Chr. De ¹⁴C-bepaling is in overeenstemming met het gevonden aardewerk dat op grond van de typologie in de midden ijzertijd te plaatsen is.
- De basis van de organisch rijke (venige) bodem van laag 8a is ¹⁴C gedateerd op ca. 980 n. Chr. Probleem is dat de bovenliggende OSLdatering uit laag 9 een jongere datering geeft van ca. 708 n. Chr. Voor de ouderdomsbepaling wordt aan de ¹⁴C-datering van bodemlaag 8a meer waarde gehecht (betrouwbaarder) omdat een vergelijkbare sterk organische bodem op het niveau van rond de 2 m + NAP uit de 10^e eeuw dateert (vernatting door stijgend grondwater in deze duinregio waardoor veenvorming optrad in de duinvaleien).
- De 'egalisatiefase' (lagen 10 t/m 12) worden in verband gebracht met de jonge duinvorming in het gebied.

Tabel 11: OSL en ¹⁴C-dateringen uit het westprofiel van Secundair 5, plus een datering uit de top van de mariene zanden uit de nabij liggende boring 19C945.

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec 5 / OSL-2	NCL 303012	+ 2.70 m	708 ± 73 AD	1-S: 630-781 AD	708 AD
Sec 5 / ¹⁴ C-O7	UtC 11893	+ 2.25 m	1067 ± 48 BP	2-S: 870-1040 AD	980 AD
Sec 5 / ¹⁴ C-O1	UtC 11892	+ 0.75 m	2296 ± 34 BP	2-S: 410-200 BC	350 BC
Sec 5 / OSL-1	NCL 303011	+ 0.30 m	477 ± 157 BC	1-S: 634-320 BC	477 BC
Sec 5 / ¹⁴ C-S1	UtC 11891	- 0.60 m	2628 ± 41 BP*	2-S: 900-660 BC	750 BC
B 945 / ¹⁴ C-S1	UtC 12021	- 5.12 m	2714 ± 36 BP*	2-S: 920-800 BC	850 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Archeologie

Laag 5 is de oudste bodemlaag die (waarschijnlijk) antropogene spit/ploegsporen vertoont. Artefacten zijn echter in dit laagniveau niet gevonden.

In laageenheid 6 (en vooral in de bovenste laagniveaus 6i en 6j) is schelpgruis-gemagerd aardewerk aangetroffen (Tabel 4; Afb. 9b). Dit materiaal past typologisch in de midden-ijzertijd, hetgeen in overeenstemming is met de ¹⁴C-datering van deze laag.

Ook in bodemlaag 8 is een forse cultuurlaag aangetroffen maar uit die laag zijn geen archeologische artefacten naar voren gekomen. De vorming van deze cultuurlaag wordt aan het einde van de vroege middeleeuwen geplaatst (10^e eeuw).

4.1.8 Secundair 3

Lithologie

Van de bouwput van Secundair 3 is de zuidelijke profielwand opgenomen (Foto 82 en 83). De aansluitende oostelijke profielwand is geschaafd en gefotografeerd. Het maximale verticale waarnemingsbereik bedroeg 5.3 m + NAP tot 1.2 m –NAP (inclusief de verdiegingsput). Het bovenste deel van de wand (ca. 3.0 tot 5.3 m +NAP) is volledig verstoord en niet opgenomen. Bij de sedimentbeschrijving van het opgenomen deel van de profielwand (Bijlage IIIh) hebben de onderscheiden laageenheden een laagnummering gekregen (van onder naar boven: laag 1 t/m 4).

Van de profielwand en de verdiegingsput zijn lakprofielen gemaakt 0.2 m – NAP tot 2.1 m +NAP).

De overgang tussen de strand- en duinzanden ligt in de zuidelijke profielwand tussen laag 3 en 4; op het niveau van ca. 0.5 m +NAP. De strandzanden van de lagen 1 t/m 3 bestaan uit schelphoudende, matig fijne zanden (150 µm). In deze lagen 1 en 3 zijn schelprijke laagniveaus ontwikkeld met enkel kleppige schelpen als *Spisula*, *Cerastoderma* en *Macoma* schelpen en schelpgruis aanwezig. Ook komen er fijne stroomribbelstructuren in de lagen voor. De schelprijke lagen worden als stormlagen geïnterpreteerd. In de top van laag 1 komt een detrituslaagje voor met grove detritus, houtblokjes en fijne zee-egelstekeltjes.

De laag 4 bestaat uit matig fijn duinzand. De zanden zijn grootschalig scheefgelaagd (Foto 83). Rond 2.0 m komt een dun schelpenbandje voor dat grotendeels bestaat uit schelpgruis en fijne gebroken schelpen. Het is de vraag of het hier om een stormlaagje gaat of dat het niveau ontstaan is door sterke uitblazing (winderosie) waarbij relatief fijn schelpmateriaal is verplaatst en afgezet.

Veldbeschrijving laageenheden

In het veld zijn (van boven naar onder) de volgende lagen in bouwput Secundair 3 beschreven en ingetekend, zie Bijlage IIIh:

Laag 4: Geelgrijs zand met grootschalige scheve gelaagdheid, duinzanden. De bovenkant van het profiel bestaat uit verstoorde afzettingen.

Laag 3: Kalkhoudend zand (korrelgrootte 150 µm) met schelpenlagen, voornamelijk *Spisula* en *Cerastoderma*. Er is een horizontale gelaagdheid zichtbaar.

Laag 2: Geelgrijs zand wat onder de reductie zone grijs is. De korrelgrootte is ongeveer 150 µm. Het zand bevat fijn schelpgruis en eenkleppige *Spisula*'s die in het pakket verspreid liggen. Op 0.85-NAP vormt fijn schelpgruis een horizontale gelaagdheid.

Laag 1: Grijs kalkhoudend zand met veel éénkleppige schelpen (*Macoma*), ook juveniele schelpen.

Aan de top vrij grof detritus met echinide stekeltjes en houtbrokjes.

Dateringen

De ouderdomsbepaling bestaan uit Secundair 3 twee OSL bepalingen van de duinzanden en een ¹⁴C dateringen van de schelpenlaag uit laag 1 (Tabel 12).

Op grond van deze dateringen kan geconcludeerd worden dat:

- Het strandzand van laag 1 gevormd is rond 250 v. Chr. (Late IJzertijd).
- De OSL dateringen van de duinzandlaag geven een ouderdom van ca. 338 n. Chr. (0.8 m +NAP) en ca. 374 n. Chr. (2.95 m +NAP). De dateringen liggen in tijd dicht bij elkaar (foutenmarges overlappen elkaar). Dit houdt in dat in relatief korte tijd meer dan 2 m duinzand is afgezet. Dit gebeurde in de 4^e eeuw n. Chr. (laat Romeinse tijd).

Tabel 12: OSL en ¹⁴C dateringen uit het zuidprofiel van Secundair 3.

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
OSL-2	NCL 303003	+2.95 m	374 ± 94 AD	1-S: 280-468 AD	374 AD
OSL-1	NCL 303002	+ 0.80 m	338 ± 107 AD	1-S: 231-445 AD	338 AD
¹⁴ C-S1	UtC 11881	- 1.15 m	2162 ± 38 BP*	2-S: 2340-2040 BC	250 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

* Gemeten midden in opgenomen profiel (waaruit ook ¹⁴C en OSL)

** Aardewerk betreft steeds klein aantal fragmenten (10-100 gram), alleen Secundair E ca. 300 gram.

*** Een cultuurlaag wordt akker genoemd als er weinig of geen aardewerk in zit, weinig humeus is en duidelijk spit-, of ploegsporen bevat.

**** Geen goede datering van. Onderkant veen is 675 AD, maar mogelijk graafwerk zit aan top van het veen, daar ca. 25 cm. boven.

Archeologie

Er zijn in deze bouwput geen archeologische resten of sporen gevonden.

4.2 Steekboringen

Om de dieperliggende mariene afzettingen van het voormalige zeegat van het Oer-IJ te kunnen bestuderen onder de strand- en duinzanden, zijn in een noord – zuid raai acht

steekboringen gezet (Afb. 1). De boringen hadden een diepte van 35 m – maaiveld. Eén boring had een einddiepte van 50m – maaiveld (19C947). De boringen zijn zoveel mogelijk in de nabijheid van de bouwputten gezet zodat op die locaties een doorlopende sedimentsequentie verkregen wordt tot in de top van de Pleistocene afzettingen.

In het laboratorium zijn de kernen (100 mm diameter) doormidden gesneden. De opengesneden kernen zijn vervolgens lithologisch beschreven, van stratigrafie voorzien, gefotografeerd en gelakt voor een lakprofielafdruk.

Om de ouderdom van de afzettingen in de gestoken boringen te kunnen bepalen zijn vijftig ¹⁴C monsters uit de boorkernen genomen (ca. 7 per boring). Van deze monsters waren er 48 mariene schelpmonsters (geselecteerd materiaal; overwegend juveniele *Spisula subtruncata* schelpen) en 2 monster bestonden uit plantenmateriaal (basis van het Basisveen en doorworteling top Laag van Velsen; boring 19C945).

In deze paragraaf wordt de lithologie per boring in een tabel samengevat (Tabellen 13 t/m 20) en wordt bij iedere laag eenheid de stratigrafische classificatie genoemd (met laagcode). Aansluitend worden in de Tabellen 21 t/m 28 de ¹⁴C dateringen gegeven per boring.

In de Bijlage I wordt de volledige boorbeschrijving gegeven. Van één boring (19C0945) worden ook de foto's van de boorkernen getoond (Foto's 17a t/m 17g; Bijlage II).

4.2.1 Stratigrafische classificatie

Het sedimentpakket van de bovenste 50 meter in het PWN duingebied bestaat uit Holocene en Pleistocene afzettingen. Op die plaatsen waar de Holocene afzettingen zich niet ingesneden hebben in de Pleistocene ondergrond ligt het grensvlak op ca. 20 m – NAP. Waar Holocene geulen zich hebben ingesneden kan dit grensvlak dieper liggen dan 30 m (Afb. 4).

Pleistocene afzettingen

De Pleistocene afzettingen die binnen 50 m onder maaiveld voorkomen, bestaan uit keileem (Formatie van Drenthe), grove rivierzanden (Formatie van Kreftenheye) en dekzand (Formatie van Boxtel), zie Afb. 4.

Formatie van Drenthe (KL)

Stugge blauwgrijze of bruingrijze leem met glaciaal grind en plaatselijk ook keien. De keileem is gevormd tijdens de één na laatste ijstijd - het Saalien – ca. 250 duizend jaar geleden.

Formatie van Kreftenheye (KR)

Deze formatie bestaat overwegend uit grove zanden die door de rivier de Rijn tijdens de laatste ijstijd – het Weichselien' – zijn afgezet (100 – 12 duizend jaar geleden). In de zanden komt grind voor en ook mariene schelpen die uit oudere Eem afzettingen geremanieerd zijn.

Formatie van Boxtel (BO)

Dit zijn matig fijne, eolische zanden die aan de bovenkant liggen van de Pleistocene afzettingen. Deze dekzanden zijn gevormd tijdens het Laat Glaciaal, ca. 20 – 11 duizend jaar geleden.

Holocene afzettingen

Basisveen en Laag van Velsen (BV)

Dit zijn de oudste Holocene afzettingen afgezet op een diepte van ca. 20 m -NAP. Het Basisveen vormt de basis laag op de Pleistocene ondergrond (indien niet geërodeerd door jongere mariene geulen). Het veen is amorf en sterk gecompacteerd. De Laag van Velsen is een lagunaire klei die op het Basisveen ligt. De klei is veelal humeus is en bevat plantenresten. Naar boven toe komen er silt en zandlaagjes in de klei voor. Ook kan de laag *Hydrobia* slakjes bevatten.

Zanden van Castricum (CA)

Vrij grove mariene zanden (matig fijn tot matig grof) gevormd aan de basis van grote mariene getijgeulen in de omgeving van Castricum³¹. Deze zanden maken deel uit van het Laagpakket van Wormer.

Laagpakket van Wormer (WO)

De overige fijnere mariene zanden in het onderste deel van het Holocene pakket worden gerekend tot het Laagpakket van Wormer (ongedifferentieerd). Het betreffen getijdenafzettingen die in de eerste helft van het Holoceen gevormd zijn.

Spisula zanden (SP)

Het sterk schelphoudende zandpakket tussen de duinzanden en de getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer worden in dit rapport de 'Spisula zanden' genoemd omdat deze laag zeer veel *Spisula subtruncata* schelpen bevat (waaronder veel juveniele exemplaren). Deze zanden hebben een eigen naam gekregen omdat de 'strandzanden' in dit rapport voor strandafzettingen worden gebruikt die tussen de hoog- en laagwaterlijn zijn afgezet (strandzanden sensu stricto). De 'strandzanden' (sensu lato) - die tot de Formatie van Zandvoort worden gerekend - omvatten ook de dieperliggende offshore zanden in de kustzone.

De *Spisula* zanden bestaan voor het grootste deel uit offshore afzettingen, alleen de top van dit pakket bestaat uit strandzanden sensu stricto. Een stratigrafisch onderscheid tussen de offshore- en strandafzettingen is niet gemaakt omdat de grens (paleo-laagwaterlijn) moeilijk uit de afzettingen van de boorkernen te bepalen is. De sedimentfacies zijn dus samengevoegd.

Laagpakket van Schoorl (DU)

De matig fijne duinzanden worden gerekend tot het Laagpakket van Schoorl. Binnen dit laagpakket wordt geen onderscheid gemaakt tussen Oude en Jonge Duinen.

4.2.2 Boorbeschrijving

Van de acht boorbeschrijvingen wordt in tabelvorm een korte samenvatting gegeven. Per laag eenheid wordt een stratigrafische laagcode toegevoegd. Deze stratigrafie is gebruikt in het lithostratigrafische profiel (Afb. 4). De volgorde van de korte boorbeschrijvingen is van noord naar zuid (locatie boringen zie Afb. 1 t/m 3).

³¹ Westerhoff, e.a., 1987

Tabel 13: Korte beschrijving van boring 19C0947. Maaiveld is 5.09 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-5.71	Geel tot bruingeel matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid. Op 1.75m is een dun humeus kleilaagje met ijzeroxide aanwezig.	DU
5.71-7.31	Matig fijn grijsgeel zand met enkele schelpen en detrituslaagjes.	SP
7.31-9.20	Matig fijn grijs zand met weinig schelpen, enkele detrituslagen en kleilagen, horizontaal gelaagd.	SP
9.20-11.81	Matig fijn grijs zand met aan de basis veel schelpen, laaggradige scheve gelaagdheid zichtbaar.	SP
11.81-16.16	Zeer fijn grijs zand met weinig schelpen, kleibrokjes en enkele kleilagen.	SP
16.16-16.71	Matig fijn grijs zand met veel schelpen, basis een schelpenlaag met zeer veel schelpfragmenten.	SP
16.71-17.76	Matig fijn grijs zand met weinig schelpen.	SP
17.76-20.0	Matig fijn grijs zand met weinig schelpen en kleilagen, horizontaal gelaagd, basis is schelprijk.	SP
20.0-25.6	Matig fijn grijs zand, aan de basis schelprijk, geen gelaagdheid zichtbaar.	WO
25.6-33.13	Matig fijn grijs zand met veel kleilagen en weinig schelpen (Macoma). Aan de basis is een groot veenbrok aanwezig.	WO
33.13-35.0	Grof zand met grind en schelpen, top veel omwerking.	KR

Tabel 14: Korte beschrijving van boring 19C0946. Maaiveld is 3.77 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-4.85	Geel tot bruingeel matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid.	DU
4.85-5.37	Geel tot grijs matig fijn zand met weinig schelpen.	SP
5.37-6.6	Matig fijn grijs zand met klei- en veenbrokjes, detritus, bioturbatie en aan de basis veel schelpen.	SP
6.6-8.49	Matig fijn grijs schelphoudend zand, veel schelpen aan de basis, horizontaal en laaggradig scheef gelaagd.	SP
8.49-11.0	Matig fijn grijs zand, top schelprijk, basis detritus en weinig kleilagen.	SP
11.0-13.64	Zeer fijn grijs zand met kleibrokjes, weinig schelpen (juvenile Spisula) en bioturbatie, top horizontaal gelaagd.	SP
13.64-14.86	Matig fijn tot zeer fijn grijs schelphoudend zand.	SP
14.86-16.49	Matig fijn tot zeer fijn grijs zand, fining upward, weinig schelpen, top duidelijke gelaagdheid met ribbelstructuren, basis zwak horizontaal gelaagd.	SP
16.49-20.7	Matig fijn tot zeer fijn grijs schelphoudend zand, voornamelijk kleine Spisula, geen duidelijke gelaagdheid, top enkele kleilagen.	SP
20.7-22.85	Matig grof tot matig fijn schelprijk zand met aan de top kleibrokjes.	WO
22.85-28.55	Matig fijn grijs zand met weinig schelpen en kleilagen.	WO
28.55-35.0	Grof zand met grind en schelpen.	KR

Tabel 15: Korte beschrijving van boring 19C0960. Maaiveld is ca. 4.00 m +NAP.

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Eenheid
0.0-4.85	Geel tot bruingeel matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid. Op 1.75 m is een dun humeus kleilaagje met ijzeroxide aanwezig.	DU
4.90-6.52	Matig fijn grijsgeel zand met enkele schelpen, schelpgruis, en kleibrokjes.	SP
6.52-23.48	Matig fijn grijs zand met in wisselende hoeveelheden schelpen, enkele detrituslagen en kleilagen.	SP
23.48-24.00	Matig fijn tot matig grof grijs zand, enkele schelpen, met kleibrokjes en kleilagen, zee-egelsekels aan de basis wat grind.	SP
24.00-26.70	Zeer fijn grijs zand met weinig schelpen, kleibrokjes en enkele kleilagen.	WO
26.70-29.00	Matig fijn tot zeer grof geelgrijs zand, zeer weinig schelpen.	CA
29.00-35.00	Matig grof en grof zand met grind en schelpen	KR

Tabel 16: Korte beschrijving van boring 19C0941. Maaiveld is 3.80 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-4.39- MV	Geel tot geelbruin matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid, de top bevat wortelresten.	DU
4.39-5.3	Lichtgrijs zand, onduidelijke gelaagdheid, weinig schelpen, spoor organisch materiaal en houtresten, aan de basis meer schelpen. Stuk hout (4cm) aanwezig.	SP
5.3-11	Matig fijne grijze schelphoudende zanden, afwisseling van schelprijke en horizontaal gelaagde schelparme zanden, de top (tot 7m-mv) vertoont een zwakke visgraatgelaagdheid, de basis is horizontaal gelaagd.	SP
11.0-15.46	Matig fijne tot matig groffe grijze schelphoudende zanden, geen duidelijke gelaagdheid, veel <i>Spisula</i> schelpen, enkel kleilaagje.	SP
15.46-15.6	Klei met zandlagen.	SP
15.6-16.0	Matig fijn grijs zand met veel schelpen en veen (15.78-16.0), met bioturbatie en zand met schelpresten tussen de veenbrokken.	SP
16.0-17.48	Zeer fijn tot matig fijn glimmerhoudend zand met kleilagen en weinig schelpmateriaal.	SP
17.48-21.36	Zeer fijn tot grof schelphoudend zand, aan de basis veel schelpen (<i>Spisula</i> , <i>Cerastoderma</i> , <i>Mytilus</i>). Grovere inschakeling (200-450µm) met meer schelpmateriaal zijn op verschillende diepten aanwezig. De dikte van deze lagen van enkele cm tot dm. Lichte fining upward zichtbaar.	WO
21.36-33.6	Matig fijn tot zeer grof geelgrijs zand, zeer weinig schelpen, zwakke scheve gelaagdheid zichtbaar. Aan de basis is een spoor kleilaagjes aanwezig met wat detritus en houtresten. De top van het pakket is grover (300µm) en bevat schelpgruis en een enkele <i>Spisula</i> .	CA
33.6-35.0	Zeer fijn licht geel tot lichtgrijs zand met aan de basis een onduidelijke scheve gelaagdheid.	BO

Tabel 17: Korte beschrijving van boring 19C0942. Maaiveld is 3.80 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-3.81	Geel tot geelbruin matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid.	DU
3.81-7.25	Matig fijn grijs zand met enkele veenlaagjes, ijzeroxide, plantenresten, rietresten, kleilaagjes en enkele <i>Scrobicularia</i> .	SP
7.25-12.58	Matig fijn grijs zand, horizontaal gelaagd, weinig schelpen, enkele kleilagen, enkele plantenresten en detritus, zwak kleilig.	SP
12.58-13.31	Matig grof (215 µm) grijs zand met veel schelpen.	SP
13.31-14.25	Matig fijn grijs zand, zeer weinig schelpen, weinig kleilagen, basis kleilig, spoor detritus.	SP
14.25-15.27	Matig fijn tot matig grof (215 µm) grijs schelphoudend zand, basis grof met veel schelpen.	SP
15.27-19.2	Matig fijn grijs zand, weinig schelpen, veel kleilagen, basis horizontaal gelaagd.	SP
19.2-20.85	Matig fijn grijs zand met veel schelpen en weinig kleibrokjes. Aan de basis een grovere laag (20 cm) met veel schelpmateriaal.	WO
20.85-27.31	Matig grof tot matig fijn grijs zand met zeer weinig schelpen en veel kleilagen. De hoeveelheid kleilagen neemt naar boven toe. Aan de top zijn vooral <i>Spisula</i> schelpen aanwezig, in de rest van het pakket komen ook <i>Mytilus</i> en <i>Cerastoderma</i> voor.	WO
27.31-34.25	Zeer fijn tot uiterst fijn grijs zand, aan de basis enkele schelpresten. Aan de basis een grove laag (305 µm).	BO
34.25-35.0	Grof zand met schelpen (<i>Cerastoderma</i> en <i>Ostrea</i> , schelpgruis en grind, kwartsiet, vuursteen).	KR

Tabel 18: Korte beschrijving van boring 19C0943. Maaiveld is 4.11 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-4.53	Geel tot geelbruin matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid, potscherf in humeus laag gevonden.	DU
4.53-5.11	Grijs tot geel matig fijn zand met aan de top kleilagen, zeer weinig schelpmateriaal.	SP
5.11-9.51	Zeer fijn tot matig fijn grijs zand, basis veel schelpen, enkele detrituslaagjes en kleilaagjes, horizontaal gelaagd, iets kleiiger dan onderliggende lagen.	SP
9.51-10.70	Matig fijn tot zeer fijn grijs zand, <i>fining upward</i> , weinig schelpen, weinig kleilagen.	SP
10.70-10.85	Zeer fijn zwak siltig grijs tot donkergrijs zand met kleibrokjes.	SP
10.85-12.88	Matig fijn grijs schelphoudend zand, top scheef gelaagd, verder geen gelaagdheid zichtbaar, basis veel schelpen	SP
12.88-16.92	Zeer fijn tot matig grof grijs zand, weinig schelpen, horizontale gelaagdheid, weinig kleilagen.	SP
16.92-20.36	Matig fijn grijs zand met veel schelpen aan de basis.	WO
20.36-25.0	Matig fijn tot zeer fijn grijs zand met veel kleilagen en zeer weinig schelpen.	WO
25.0-28.62	Matig fijn tot matig grof grijs zand, weinig schelpen, weinig kleilagen, soms steile scheve gelaagdheid zichtbaar.	CA
28.62-32.86	Uiterst fijn tot matig grof licht geelgrijs zand met aan de basis scheve gelaagdheid en enkele schelpresten.	BO
32.86-35.0	Grof zand met grind en schelpen.	KR

Tabel 19: Korte beschrijving van boring 19C0944. Maaiveld is 4.03 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-4.79	Geel tot bruingeel matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid.	DU
4.79-8.39	Matig fijn grijs zand met weinig schelpen (geen juveniel materiaal, vnl. <i>Spisula</i> , enkele <i>Donax</i> en <i>Scrobicularia</i>).	SP
8.39-11.0	Matig grof tot matig fijn grijs zand, <i>fining upward</i> , zeer weinig schelpen, basis veel kleilagen.	SP
11.0-12.59	Matig fijn grijs zand, weinig schelpen, veel schelpsoorten, basis veenbrokjes.	SP
12.59-16.27	Matig fijn grijs zand, <i>fining upward</i> , weinig schelpen, horizontaal gelaagd.	SP
16.27-20.24	Matig fijn zand, basis veel schelpen, weinig kleilagen.	WO
20.24-23.0	Zeer fijn tot matig fijn grijs zand met kleilagen en enkele veenbrokjes.	WO
23.0-34.29	Matig fijn tot matig grof grijs zand, zeer weinig schelpen, enkele kleilaagjes. Basis is matig fijn en bevat veel grind, <i>coarsening upward</i> zichtbaar.	CA
34.29-35	Grof zand met weinig grind, veenbrokjes, kleibrokjes en schelpen (<i>Ostrea</i> , <i>Cerastoderma</i> , enkele <i>Turritella</i> en <i>Planorbis</i>).	KR

Tabel 20: Korte beschrijving van boring 19C0945. Maaiveld is 3.78 m +NAP

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Laagcode
0.0-4.42	Geel tot bruingeel matig fijn zand met weinig schelpen en enkele humeus lagen, horizontale en scheve gelaagdheid.	DU
4.42-10.53	Matig fijn grijs zand, weinig schelpen, basis detrituslaagjes, top enkele plantenresten.	SP
10.53-13.34	Matig grof tot matig fijn grijs zand, <i>fining upward</i> , zeer weinig schelpen, top houtresten.	SP
13.34-15.25	Matig grof tot matig fijn grijs zand met zeer veel schelpmateriaal, enkele kleibrokjes, veenbrokjes en houtresten.	SP
15.25-18.78	Matig fijn tot zeer fijn grijs zand, afwisseling schelparme en schelprijke lagen, de schelparme lagen hebben een horizontale gelaagdheid.	SP
18.78-21.35	Matig fijn grijs schelphoudend zand met weinig kleilagen.	WO
21.35-25.41	Matig fijn tot zeer fijn grijs zand met kleilagen, veenbrokjes en detritus, zeer weinig schelpen.	WO
25.41-27.0	Klei met zand gelaagd, bevat houtresten.	BV
27.0-27.25	Compact amorf veen, aan de top kleilig met houtresten.	BV
27.25-32.72	Matig fijn tot matig grof licht grijs zand, onduidelijke scheve gelaagdheid, geen schelpen, enkele planten- en houtresten aanwezig. Top is lichtbruin en bevat iets meer organisch materiaal.	BO
32.72-35.0	Grof zand met grind, kleibrokjes, veenbrokjes en schelpen (<i>Cerastoderma</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Turritella</i> en <i>Spisula</i>).	KR

4.2.3 Dateringen uit de boorkernen

De ouderdomsbepalingen van de monsters uit de boorkernen worden per boring in tabelvorm samengevat. De volgorde is wederom van noord naar zuid. Op basis van deze dateringen en de ouderdomsgegevens uit de bouwputten is het chronostratigrafische profiel samengesteld (Afb. 5).

Tabel 21: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C947 en de onderste datering uit Secundair E

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec E / ¹⁴ C-S1	UtC 11881	- 0.90 m	2616 ± 35 BP*	2-S: 900-660 BC	800 BC
B947 / ¹⁴ C-S1	UtC 12094	- 1.61m	3181 ± 35 BP*	2-S: 1520-1390 BC	--
B947 / ¹⁴ C-S2	UtC 12095	- 5.58 m	3199 ± 40 BP*	2-S: 1600-1390 BC	--
B947 / ¹⁴ C-S3	UtC 12096	- 8.41 m	3056 ± 33 BP*	2-S: 1410-1210 BC	1300 BC
B947 / ¹⁴ C-S4	UtC 12097	- 11.54 m	3587 ± 38 BP*	2-S: 2040-1770 BC	1950 BC
B947 / ¹⁴ C-S5	UtC 12098	- 14.39 m	3905 ± 48 BP*	2-S: 2560-2220 BC	2350 BC
B947 / ¹⁴ C-S6	UtC 12099	- 18.41 m	4662 ± 45 BP*	2-S: 3650-3350 BC	3450 BC
B947 / ¹⁴ C-S7	UtC 12100	- 20.41 m	4882 ± 44 BP*	2-S: 3770-3530 BC	3675 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 22: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C946 en de onderste datering uit Secundair D

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
Sec D / OSL-4	NCL 303001	+ 0.40 m	202 ± 114 AD	1-S: 88-228 AD	202 AD
B946 / ¹⁴ C-S1	UtC 12028	- 1.85 m	2365 ± 41 BP*	2-S: 760 – 360 BC	--
Sec D / ¹⁴ C-S2	UtC 11884	- 2.20 m	2300 ± 37 BP*	2-S: 410-200 BC	390 BC
B944 / ¹⁴ C-S2	UtC 12029	- 4.93 m	2373 ± 34 BP*	2-S: 760-380 BC	440 BC
B946 / ¹⁴ C-S3	UtC 12030	- 7.83 m	3003± 35 BP*	2-S: 1360-1120 BC	1250 BC
B946 / ¹⁴ C-S4	UtC 12031	- 10.01m	3123 ± 34 BP*	2-S: 500-1260 BC	1400 BC
B946 / ¹⁴ C-S5	UtC 12032	- 15.77 m	4468 ± 40 BP*	2-S: 3350-3010 BC	3100 BC
B946 / ¹⁴ C-S6	UtC 12033	- 18.96 m	5020 ± 38 BP*	2-S: 3950-3700 BC	--
B946 / ¹⁴ C-S7	UtC 12034	- 19.61 m	4808± 37 BP*	2-S: 3660-3510 BC	3550 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 23: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C960

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
B960 / ¹⁴ C-S1	UtC 13055	- 0.75 m	2620 ± 30 BP*	2-S: 835-760 BC	--
B960 / ¹⁴ C-S2	UtC 13056	- 1.12 m	2226 ± 32 BP*	2-S: 390-200 BC	275 BC
B960 / ¹⁴ C-S3	UtC 13057	- 2.66 m	2386 ± 30 BP*	2-S: 760-390 BC	400 BC
B960 / ¹⁴ C-S4	UtC 13059	- 3.33 m	2379 ± 30 BP*	2-S: 760-390 BC	400 BC
B960 / ¹⁴ C-S5	UtC 13060	- 10.69 m	3399 ± 36 BP*	2-S: 1870-1530 BC	1700 BC
B960 / ¹⁴ C-S6	UtC 13061	- 20.14 m	5798 ± 35 BP*	2-S: 4690-4460 BC	4600 BC
B960 / ¹⁴ C-S7	UtC 13062	- 24.33 m	5720 ± 34 BP*	2-S: 4780-4540 BC	4600 BC
B960 / ¹⁴ C-S8	UtC 13063	- 29.49 m	6582 ± 38 BP*	2-S: 5620-5470 BC	5500 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 24: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C941

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
B941 / ¹⁴ C-S1	UtC 11993	- 0.61 m	2141 ± 35 BP*	2-S: 360-50 BC	150 BC
B941 / ¹⁴ C-S2	UtC 11994	- 4.07m	2208 ± 37 BP*	2-S: 390-170 BC	300 BC
B941 / ¹⁴ C-S3	UtC 11995	- 7.03 m	2516 ± 35 BP*	2-S: 800-510 BC	600 BC
B941 / ¹⁴ C-S4	UtC 11996	- 11.05 m	2648 ± 35 BP*	2-S: 900-780 BC	800 BC
B941 / ¹⁴ C-S5	UtC 11997	- 13.86 m	3997 ± 40 BP*	2-S: 2630-2400 BC	2550 BC
B941 / ¹⁴ C-S6	UtC 11998	- 16.05 m	4689 ± 46 BP*	2-S: 3630-3360 BC	3500 BC
B941 / ¹⁴ C-S7	UtC 11999	- 17.49 m	4842 ± 46 BP*	2-S: 3710-3510 BC	3650 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 25: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C942

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
B 942 / ¹⁴ C-V1	UtC 12000	- 0.80 m	1436 ± 32 BP	2-S: 550-670 AD	615 AD
B 942 / ¹⁴ C-S1	UtC 12001	- 4.08 m	2546 ± 34 BP*	2-S: 810-540 BC	725 BC
B 942 / ¹⁴ C-S2	UtC 12002	- 7.88 m	3173 ± 43 BP*	2-S: 1530-1310 BC	--
B 942 / ¹⁴ C-S3	UtC 12003	- 8.90 m	2737 ± 48 BP*	2-S: 1000-800 BC	850 BC
B 942 / ¹⁴ C-S4	UtC 12004	- 10.85 m	2685 ± 35 BP*	2-S: 900-795 BC	--
B 942 / ¹⁴ C-S5	UtC 12005	- 16.90 m	4674 ± 44 BP*	2-S: 3630-3360 BC	3450 BC
B 942 / ¹⁴ C-S6	UtC 12006	- 18.05 m	5310 ± 39 BP*	2-S: 4250-3990 BC	4100 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 26: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C943

Monster nr.	Lab. code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
B 943 / ¹⁴ C-S1	UtC 12007	- 1.34 m	2623 ± 42 BP*	2-S: 900-590 BC	800 BC
B 943 / ¹⁴ C-S2	UtC 12008	- 1.59 m	2692 ± 34 BP*	2-S: 910-790 BC	800 BC
B 943 / ¹⁴ C-S3	UtC 12009	- 2.39 m	2607 ± 33 BP*	2-S: 840-590 BC	800 BC
B 943 / ¹⁴ C-S4	UtC 12010	- 7.52 m	3129 ± 39 BP*	2-S: 1500-1260 BC	1400 BC
B 943 / ¹⁴ C-S5	UtC 12011	- 13.66 m	4348 ± 35 BP*	2-S: 3090-2880 BC	2950 BC
B 943 / ¹⁴ C-S6	UtC 12012	- 16.16 m	4932 ± 41 BP*	2-S: 3790-3640 BC	3700 BC
B 943 / ¹⁴ C-S7	UtC 12023	- 20.43 m	6920 ± 48 BP*	2-S: 5970-5710 BC	5775 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 27: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C944 en de onderste datering uit WRK gebouw

Monster nr.	Lab. Code	Diepte NAP	Datering	Foutmarge	Richtgetal
WRK / OSL-4	NCL 303006	- 0.10 m	250 ± 146 BC	1-S: 396-104 BC	300 BC
B 944 / ¹⁴ C-S1	UtC 12014	- 0.77 m	3089 ± 35 BP*	2-S: 1440-1260 BC	--
WRK / ¹⁴ C-S1	UtC 11894	- 1.30 m	2658 ± 38 BP*	2-S: 900-790 BC	800 BC
B 944 / ¹⁴ C-S2	UtC 12015	- 2.82 m	2614 ± 40 BP*	2-S: 900-550 BC	800 BC
B 944 / ¹⁴ C-S3	UtC 12016	- 5.40 m	2944 ± 35 BP*	2-S: 1270-1010 BC	1150 BC
B 944 / ¹⁴ C-S4	UtC 12017	-10.87 m	3194 ± 37 BP*	2-S: 1530-1390 BC	1450 BC
B 944 / ¹⁴ C-S5	UtC 12018	- 14.87 m	4424 ± 38 BP*	2-S: 3380-2910 BC	3050 BC
B 944 / ¹⁴ C-S6	UtC 12019	- 15.35 m	4687 ± 39 BP*	2-S: 3350-3030 BC	3250 BC
B 944 / ¹⁴ C-S7	UtC 12020	- 15.87 m	4698 ± 36 BP*	2-S: 3630-3360	3500 BC

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

Tabel 28: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C945 en de onderste datering uit Secundair 5

*: AMS datering mariene schelp, gecorrigeerd met 402 jaar reservoir ouderdom

4.2.4 Geologische profieldoorsnede

De noord-zuid profieldoorsneden over de boor- en bouwputlocaties (Afb. 4 en 5) vormen de stratigrafische synthese van het geologische onderzoek. Twee verschillende typen profielen zijn gemaakt:

- *Lithostratigrafische profiel (Afb. 4).* Deze doorsnede laat de laagopeenvolging zien tot in de top van de Pleistocene afzettingen zoals die van noord naar zuid in het PWN duingebied voorkomt. Dit profiel is gebaseerd op de sedimentbeschrijvingen van de steekboringen en bouwput profielwanden. Naast de nieuw gezette steekboringen is daarbij ook gebruik gemaakt van bestaande matig diepe boringen uit de DINO database van TNO die lagen binnen het traject van de noord-zuid raai.
- *Chronostratigrafische profiel (Afb. 5).* Dit tijdprofiel toont de opvullingsgeschiedenis van de Holocene afzettingen (tijdlijnen van wanneer de afzettingen zijn afgezet). Deze tijdlijnen zijn gebaseerd op de dateringen uit de boringen en de bouwputten.

Het lithostratigrafisch profiel laat zien dat de basis van het Holocene pakket in noordelijke ligging steeds dieper komt te liggen. Dit wordt veroorzaakt door Holocene geulerosie die in het profiel tot een diepte van 35 m reikt. De top van het Pleistocene oppervlak dat niet geërodeerd is en waarop ook de oud Holocene afzettingen (Basisveen en Laag van Velsen) deels bewaard zijn gebleven - ligt op een diepte van 20 – 22 m –NAP. Een groot Pleistoceen dalsysteem in de diepere ondergrond van Noord Holland en Flevoland is verantwoordelijk voor de lage ligging van het Pleistocene oppervlak (Afb. 8a). Het geologisch profiel bevindt zich aan de zuidzijde van het ondergrondse Pleistocene dalsysteem.

Dit dalsysteem heeft de Holocene kustontwikkeling voor centraal Noord Holland – en daarmee de geogenese van het PWN duingebied – bepaald. Met het stijgen van de zeespiegel vernatte het dalsysteem en begon de veengroei (het Basisveen). Als gevolg van de doorgaande stijging verdronk het gebied en werd een lagunaire klei gevormd (laag van Velsen). Deze vernatting en verdrinking vonden ter hoogte van het profiel plaats aan het einde van het Boreaal / begin Atlanticum. De verdrinking zette zich in het Atlanticum door en het Pleistocene dalsysteem veranderde daardoor in een getijdenbekken. De zanden van Castricum (getijdegeul afzettingen) en het Laagpakket van Wormer (getijdenafzettingen) zijn de afzettingen die in het Atlanticum in het getijdenbekken werden afgezet.

Doordat in het Atlanticum de doorgaande zeespiegelstijging groter was dan de sedimentatieophoging in het bekken kwam het dieperliggende centrale deel aan de kust permanent onderwater te staan en vormde zich een ondiepe binnenzee (Afb. 8b). In deze ondiepe binnenzee werden de *Spisula* zanden gevormd (offshore afzettingen).

Tijdens het Subboreaal nam de stijging van de relatieve zeespiegel af en werd de ophoging door sedimentatie (offshore afzetting) groter dan de rijzing van de zeespiegel. In het Subatlanticum verlandde binnenzee geheel en werden de strand- en duinafzettingen gevormd (Afb. 8c t/m 8f).

De tijdlijnen in het chronostratigrafisch profiel laten de opvullingsgeschiedenis van het getijdenbekken zien. Het Basisveen en de Laag van Velsen zijn ontstaan tussen ca. 7050 en 6300 v. Chr. en de getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer worden gevormd tussen ca. 6000 en 4000 v. Chr.

De opvulling van de binnenzee met *Spisula* zanden begint tussen ca. 4000 en 3000 v. Chr. Tot 2000 v. Chr. gaat de opvulling nog vrij gelijkmatig over het hele profiel. Na 2000 v. Chr. gaat de opvulling van de binnenzee in het zuidelijk en noordelijk deel veel sneller dan in het centrale deel.

De differentiële opvulling van de binnenzee creëerde vanaf ca. 1000 v. Chr. het zeegatsysteem van het Oer-IJ. De paleogeografische reconstructie van het Oer-IJ estuarium – die voor de kustzone voor een belangrijk deel gebaseerd zijn op de geologische gegevens van dit onderzoek – laat in kaartbeelden deze ontwikkeling van differentiële opvulling van de binnenzee tussen 2000 – 0 v. Chr. zien (Bijlage IV).

5 Paleobotanisch onderzoek

Het paleobotanisch onderzoek bestond uit stuifmeelkorrelonderzoek (pollen) en analyse van de grote plantenresten zoals zaden en hout (macroresten onderzoek). Het pollenonderzoek werd uitgevoerd door TNO BenO te Utrecht (dr. F. Bunnik). Het macrorestenonderzoek is verricht door Dr. O. Brinkkemper van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed in Amersfoort (voorheen ROB en RACM). Het geanalyseerde monstermateriaal is afkomstig uit de organisch rijke lagen (balans en cultuurlagen) van de bouwputten Sec G, WRK gebouw en Sec 5 (bodems en veenniveaus) aan de zuidkant van de Oer-IJ monding (Afb. 2). Voor meer informatie over de monsterlocaties wordt verwezen naar de monsterlijst (hoofdstuk 3.3) en de opnametekeningen (Bijlage IV).

5.1 Palynologie PWN duingebied

De analyseresultaten worden kort per onderzoekslocatie besproken in deze paragraaf. De resultaten van de pollentellingen zijn weergegeven in Tabel 29.

De vegetatie-ontwikkeling die zich tijdens de duinvorming in het PWN-gebied heeft voorgedaan wordt samengevat aan het slot van dit hoofdstuk. De duinflora die uit het pollenonderzoek naar voren komt, wordt daarbij vergeleken met hypothetische duinvegetaties waar de mens wel en geen rol gespeeld heeft. Deze vergelijking wordt gemaakt omdat het pollen in het PWN duingebied veelal niet goed gepreserveerd zijn en vaak alleen de meest resistente pollentypen bewaard zijn gebleven. Uit deze vergelijking komt de meest waarschijnlijke vegetatieontwikkeling naar voren die zich heeft voorgedaan in het PWN-duingebied. In deze discussie wordt ook gebruik gemaakt van het pollenonderzoek aan duinbodemplagen dat in de jaren '60 op het Hoogoverterrein is uitgevoerd³² en het paleolandschappelijk onderzoek dat onlangs is afgerond voor Middensluiseland (IJmuiden)³³.

³² *Jelgersma et al., 1970*

³³ *Vos e.a., 2008*

Tabel 29: Resultaten van de pollenscan van de PWN profielen.

Locatie Monster	Pomp V1	Pomp V2	Pomp V3	Pomp V4	Sec5 6A	Sec5 6C	Sec5 6E	Sec5 6G	Sec 5 6I	Sec 5 6J	Sec5 8A	Sec5 8B	Sec5 8C	Sec5 10	Sec G- 5
<i>Pinus</i>	7	2			2	2	1	2	5	9		3		2	
<i>Quercus</i>	1				2	2	6	4	1					2	
<i>Corylus</i>	1						1	1	2						
<i>Alnus</i>		1		4	1		1	1	1				2		
<i>Tilia</i>					1										
<i>Betula</i>								1							
<i>Salix</i>							1						2		
<i>Hippophae</i>	1				2	1	3	2	2						13
Cyperaceae	40	1	1	15	+	++	++	25	12	6	9	8	16	+++	4
Ast. Liguliflorae	7	1	1	9	+	+	+	4	7	33		4		+	16
Ast. Tubuliflorae				2			1				1				
Apiaceae	1														
<i>Centaurea jacea</i>	2							2							
<i>Ran. acris</i> type	1														
<i>Hordeum</i> type	10						1	1			3	7	2		
Cerealia												1			
Secale				1											

Locatie Monster	Pomp V1	Pomp V2	Pomp V3	Pomp V4	Sec5 6A	Sec5 6C	Sec5 6E	Sec5 6G	Sec 5 6I	Sec 5 6J	Sec5 8A	Sec5 8B	Sec5 8C	Sec5 10	Sec G- 5
Poaceae				5	+	+	+	18	2	3		1	2	+	
Brassicaceae					+	+		1		22					2
Chenopodiaceae				1	2	1				2				1	
<i>Galium</i> type												1			
<i>Ligustrum</i>												1			
<i>Lythrum</i>										1					
Rosaceae ind.												2			
<i>Calluna</i>				1						2					
<i>Polygonum aviculare</i>				1					1						
<i>Dryopteris</i>	4		3	3				5	1	5		1		1	
<i>Equisetum</i>									1						
<i>Ophioglossum</i>									1						
<i>Pteridium</i>						1	1		1						
<i>Sphagnum</i>		1		1						3					
<i>Riccia</i>										1					

0912-0242, 28 december 2009, concept

Locatie Monster	Pomp V1	Pomp V2	Pomp V3	Pomp V4	Sec5 6A	Sec5 6C	Sec5 6E	Sec5 6G	Sec 5 6I	Sec 5 6J	Sec5 8A	Sec5 8B	Sec5 8C	Sec5 10	Sec G- 5
<i>Succisa</i>										1					
<i>Galium</i> type							1			3					
<i>Thalictrum</i>						1									
<i>Potamogeton</i>													4		
<i>Polypodium</i>													2		

5.1.1 Palynologie Pompgebouw

De pollenmonsters van de locatie pompgebouw zijn genomen uit de venige laag tussen 0.50 en 0.35 m –NAP.

Pollenmonsters PO-1: 0.50 m –NAP; PO-2: 0.45 m –NAP; en PO-3: 0.40 m –NAP

Conservering: matig

Polleninhoud: Het niet-boompollen is in deze monsters dominant. Het betreft: Cyperaceae, Asteraceae Liguliflorae, *Dryopteris* type, *Sphagnum*, en Poaceae. Binnen de boompollenassemblage is *Pinus* de meest voorkomende pollensoort, daarnaast zijn aanwezig: *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, en *Hippophaë*. Verder is het *Hordeum* type aangetroffen, mogelijk afkomstig van gerst, maar enkele duingrassen (helm, strandkweek, zandhaver) vormen ook dit pollentype.

Pollenmonster PO-4: 0.35 m –NAP

Conservering: redelijk

Polleninhoud: idem PO-1 t/m 3, plus het niet-boompollen van: Chenopodiaceae, *Calluna*, *Polygonum aviculare*, Asteraceae Tubuliflorae (aster-achtigen), en één pollenkorrel van het cultuurgewas *Secale cereale* (rogge).

5.1.2 Palynologie Secundair G

Pollenmonster laag 3 (PE-1; 0 m NAP) en laag 5 (PE-2; 0.78 m +NAP) zijn volledig steriel (geen pollen aanwezig).

Pollenmonster: laag 6 (PE-3; 1.03 m +NAP) en laag 9 (PE-4; 1.54 m +NAP)

Conservering: slecht

Polleninhoud: Niet-boompollen is dominant, met name Asteraceae Liguliflorae, *Equisetum*, *Pteridium*, *Riccia* type (watervorkje, een levermos), *Anthoceros* (hauwmos, een levermos); alle zeer resistente pollentypes. Van de bomen zijn alleen korrels van *Pinus* aangetroffen, eveneens een zeer resistent pollentype.

Pollenmonster: laag 11e (PE-5; 1.75 m +NAP)

Conservering: matig

Polleninhoud: Ook in dit monster is het niet-boompollen dominant. Het betreft: Asteraceae Liguliflorae, Brassicaceae, Cyperaceae, *Calluna*, *Sagina procumbens* type (vetmuur). Het enige boompollen dat is aangetroffen – in relatief grote aantallen – is afkomstig van *Hippophaë* (duindoorn).

5.1.3 Palynologie WRK gebouw

Geanalyseerd zijn de pollenmonsters in de lagen 5A (0.50-0.60 m +NAP), 5C (0.70 m +NAP), 5D (0.80 m NAP), 7 (1.50+NAP), 9A/D (2.00 m +NAP), 9E (2.10 m +NAP), 11 (2.40 m +NAP) en 13 (2.85 m +NAP)

De conserveringstoestand van alle monsters was zeer slecht. Alleen de meest resistente pollentypen zijn nog deels herkenbaar in de monsters (proces van selectieve preservatie): Asteraceae Liguliflorae, *Dryopteris* type en een enkele *Pinus*. De rest van het oorspronkelijk aanwezige pollen is geoxideerd.

5.1.4 Palynologie Secundair 5

Pollenmonster laag 6A: 0.75m –NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: boompollen zijn dominant, bestaande uit *Pinus* (den), *Quercus* (eik), *Tilia* (linde), *Alnus* (els) en *Hippophaë* (duindoorn). Niet-boompollen: Poaceae (grassen), Cyperaceae (zeggen), Brassicaceae (kruisbloemigen), Chenopodiaceae (ganzevoetachtigen), Asteraceae Liguliflorae (paardebloemachtigen). Algen: *Botryococcus* (resistente groenalg). Er zijn geen pollenkorrels van cultuurgewassen aangetroffen.

Pollenmonster laag 6C: 0.10m +NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: idem als laag 6a, alleen de boomsoort *Tilia* ontbreekt.

Pollenmonster laag 6E: 0.90 m+ NAP

Conservering: matig

Polleninhoud: idem laag 6c, alleen meer boompollen soorten: *Corylus* (Hazelaar) en *Salix* (wilg) en verder is ook niet-boompollen aangetroffen: *Galium* (walstro) en *Pteridium* (adelaarsvaren). Het enige mogelijke cultuurgewas dat in het monster aanwezig was, is *Hordeum* type (gerst).

Pollenmonster laag 6G: 1.10 m +NAP

Conservering: redelijk

Polleninhoud: De niet-boompollenassemblage wordt belangrijker dan het boompollen, met name grassen (Poaceae); verder idem als laag 6e met als toevoegingen pollen van *Betula* (berk); en bij de kruidensoorten: *Thalictrum* (poelruit) en *Centaurea jacea* (grote centaurie). Verder komen ook varenssoorten voor (*Dryopteris* type). Uit het pollenbeeld verdwijnt het *Hordeum* type (gerst).

Pollenmonster laag 6I: 1.20 m + NAP

Conservering: redelijk

Polleninhoud: idem laag 6g; met bij de niet-boompollen nu ook *Polygonum aviculare* (varkensgras), *Ophioglossum vulgatum* (addertong) en *Equisetum* (paardenstaart).

Pollenmonster laag 6J: 1.50m +NAP

Conservering: redelijk

Polleninhoud: kruidensoorten worden sterk dominant. Als enige aangetroffen boompollensoort is *Pinus* aangetroffen. Bij de niet-boompollenassemblage komen grote hoeveelheden Asteraceae Liguliflorae en Brassicaceae voor en verder zijn aanwezig Poaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, *Centaurea jacea* (grote centaurie), *Succisa* (blauwe knoop), *Lythrum salicaria* (kattenstaart), *Dryopteris* type (varens), *Calluna vulgaris* (struikheide) en *Sphagnum* (veenmos).

Pollenmonster laag 8A: 2.25m + NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: Boompollen is praktisch afwezig; slechts enkele pollenkorrels van *Pinus*, *Salix* en *Alnus* zijn aangetroffen. De niet boompollenassemblage bestaat uit: Cyperaceae (dominant); verder zijn aanwezig: Asteraceae Liguliflorae en *Polypodium* (eikvaren). Ook komt het (*Hordeum* type) weer voor, mogelijk afkomstig van het cultuurgewas gerst.

Pollenmonster laag 8B: 2.40 m +NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: idem laag 8a

Pollenmonster laag 8C 2.50 m +NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: idem laag 8a en 8b; alleen pollen van Asteraceae Liguliflorae ontbreekt. Wel aanwezig is pollen van waterplanten: *Potamogeton* type (fonteinkruiden) en *Lemna* (kroos)

Pollenmonster laag 10: 2.50 m +NAP

Conservering: slecht

Polleninhoud: Enkele boompollenkorrels aanwezig: *Quercus* en *Pinus*, en verder niet-boompollen: Cyperaceae, Asteraceae Liguliflorae, Poaceae, Chenopodiaceae en *Dryopteris*.

5.2 Palynologie op het Hoogoverterrein (jaren '60)

De vegetatieontwikkeling vanaf 1.000 v. Chr. van het duingebied is in detail beschreven in Jelgersma et al. (1970). Een samenvatting van de vegetatieontwikkeling uit deze studie is weergegeven in Tabel 30. Ondanks ruimtelijke verschillen in lithologie en pollenzones is met deze studie aangetoond dat lithologische en palynologische zonering in het gebied goed te koppelen is aan een regionale chronostratigrafie.

Opmerkelijk is dat de pollenconservering in (bijna) alle gevallen zo goed was dat er geen aanwijzingen zijn voor oxidatie/degradatie. In de tijd dat deze monsters zijn genomen (jaren '60) moet dus de grondwaterstand zo hoog geweest zijn dat de organische lagen niet konden oxideren. Deze situatie is in schril contrast met de conserveringstoestand van het organisch materiaal (inclusief pollen) zoals dat in 2001 en 2002 bemonsterd is uit vergelijkbare afzettingen in de bouwputten van het PWN duingebied (deze studie).

Tabel 30. Vegetatieontwikkeling van het duingebied vanaf 1.000 BC (Jelgersma et al., 1970).

BC/AD	PAZ	Subzone	Duinvegetatie	lokale fenomenen
1950	V	V4	Open kruidenrijke vegetatie	Begin ontbossingen (niet synchroon)
1500				
1000		V3b	vooral tussen Haarlem en Zandvoort nog veel bos (eik, els en vooral beuk)	
500		V3a	Toename bebossing, wilgen struweel	In het westen nog Duinstruweel en elzenbos
0		V2	Open kruidenrijke vegetatie	V2c: kruidenrijk
				V2b: toename boompollen
				V2a: kruidenrijk
500		V1	Duinstruweel met Hippophae, Juniperus, hier en daar bos	In Velsen: 2 Juniperus maxima
1000	IV	IV	in ieder geval deels bebost	

5.3 Macroresten PWN duingebied

5.3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt het onderzoek aan botanische macroresten (zaden, vruchten en dergelijke). Dergelijk onderzoek wordt over het algemeen binnen de context van een archeologische opgraving uitgevoerd om een beeld te krijgen van het landschap waarin de vroegere bewoning plaatsvond, en van de voedselplanten die men verbouwde of in het wild verzamelde.

Naast deze klassieke archeobotanische onderzoeksvragen is bij het huidige onderzoek de nadruk sterk gelegd op de conservering van de aangetroffen resten. Plantaardige resten zijn door hun samenstelling uit organische verbindingen zeer gevoelig voor biologische afbraak. Dit proces, waarvoor vooral schimmels en bacteriën verantwoordelijk zijn, wordt door bepaalde bodemomstandigheden verhinderd of beperkt. De belangrijkste daarvan is wel de afwezigheid van zuurstof, waarvan sprake is onder de grondwaterspiegel. Organische resten blijven daar gevrijwaard van afbraak, terwijl in aanwezigheid van zuurstof op langere termijn (10 talen jaren) uitsluitend verkoold plantaardig materiaal de tand des tijds doorstaat. Ook velerlei andere aspecten, waaronder de zuurgraad en de redoxpotentiaal, bepalen of er plantaardige resten geconserveerd zijn gebleven. Bij de RCE (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) wordt momenteel onderzoek gedaan om de verschillende aspecten die een rol

spelen bij de conservering dan wel degradatie van botanische resten (naast andere archeologische vondstcategorieën) in kaart te brengen. Het onderzoek in de PWN-duinen, waarbij venige lagen ingeschakeld in duinzand aanwezig waren, bood een uitgelezen kans om ook in het duingebied inzicht te verwerven in de conserveringsmechanismen, temeer daar eerder onderzoek aan plantenresten in het duingebied nooit tot doel had gegevens over de conservering te achterhalen.

5.3.2 Materiaal en methoden

Tijdens het onderzoek van de verschillende profielen is een reeks monsters verzameld voor onderzoek aan botanische macroresten en pollen. Daarbij werd, van de organische lagen die in de verschillende putten zijn aangetroffen, een grondmonster van ca. 5 liter verzameld. Van alle monsters zijn deelmonsters voor pollenanalyse en drogestof-bepaling afgescheiden.

Het resterende volume stond ter beschikking voor onderzoek aan botanische macroresten. Om te bepalen hoeveel volume nodig is om de aanwezige informatie uit het monster te vergaren (waarna alleen "meer van hetzelfde" voorkomt), is voor een aantal monsters een verzadigingscurve gemaakt. Daartoe zijn deelmonsters van 50 ml gemaakt, waarbij per nieuw deelmonster werd genoteerd welke soorten daarin nieuw werden aangetroffen. Door het aantal soorten cumulatief uit te zetten, ontstaan zgn. verzadigingscurven, waarmee bepaald kan worden bij welk volume niet of nauwelijks meer nieuwe soorten worden aangetroffen. Dit is dan tevens het volume dat aangehouden kan worden als onderzoeksvolume voor de overige monsters. Uit eerdere ervaringen bleek dat over het algemeen kan worden volstaan met een volume van 500 ml. Bij het eerste monster werd daarom gestart met deelmonsters van 100 ml, maar al snel bleek dat de botanische samenstelling van de PWN-monsters dermate soortenarm is, dat met deelmonsters van 50 ml gewerkt moest worden voor een zinvol beeld. Ook in het relatief soortenrijke monster 6J van Secundair 5 blijkt een volume van 200 ml toereikend om de diversiteit van het monster te bepalen. Dit volume is dan ook aangehouden voor het onderzoek van alle overige beschikbare monsters.

Zowel bij de vaststelling van het te onderzoeken monstervolume als bij alle verdere monsters is gezeefd over een set van drie zeven met maaswijdten 1,0; 0,5 en 0,25 mm. Het te zeven monstervolume werd bepaald door een bekglas met 300 ml water te vullen en vervolgens met monster aan te vullen tot 500 ml (voor de deelmonstertjes van 50 ml werd 200 ml water aangevuld tot 250 ml in een nauwkeurigere maatbeker).

De zeefresiduen werden op botanische macroresten doorzocht met behulp van een Wild M-8 stereomicroscoop bij vergroting van 5-40 x. Van de twee grovere fracties werd steeds het gehele residu onderzocht, van de fijnste fractie (0,25 mm) werd een representatief deel onderzocht. De gevonden aantallen hiervan werden vervolgens teruggerekend naar het totale residu. Op deze wijze zijn monsters verwerkt van Secundair 5 (10 stuks), WRK (8 stuks), Secundair G (5 stuks) en een stratigrafisch bemonsterde veenlaag van de locatie pompstation (4 stuks).

De aanwezige botanische macroresten werden uit het residu geïsoleerd en gedetermineerd met behulp van de vergelijkingscollectie van het archeobotanisch laboratorium van de ROB en de daar aanwezige literatuur. Tevens werd van de afzonderlijke zaden per soort vastgesteld in welke van de vijf conserveringsklassen (Tabel 31) ze vielen.

Tabel 31: Conserveringsscore. Conserveringsklasseindeling op basis van determineerbare botanische macroresten³⁴

Klasse	Omschrijving indeling
--------	-----------------------

34. Vernimmen 2001, Brinkkemper, in voorbereiding

1	Er is geen zekere soortdeterminatie mogelijk, het materiaal is sterk aangetast.
2	Soortdeterminatie is mogelijk, maar de resten zijn sterk gefragmenteerd en/of de zaadwand is sterk aangetast.
3	Resten zijn goed te determineren, maar er is wel sprake van enige beschadiging of aantasting (anders dan halveren, dat al voor de depositie door kieming veroorzaakt kan zijn).
4	Resten zijn compleet en onbeschadigd, maar fijne elementen als haren of tere kafresten ontbreken.
5	Resten zijn compleet en onbeschadigd, en fijne elementen als tere kafresten zijn ook aanwezig.

Naast deze klasse-indeling kan een monster als geheel nog geklassificeerd worden op basis van het totaal aantal aanwezige taxa (soorten en andere taxonomische eenheden; Tabel 32). Daarbij worden hogere taxonomische eenheden alleen meegerekend indien er geen lagere taxonomische eenheden die daarbinnen vallen, aanwezig zijn (dus de familie *Chenopodiaceae* telt niet mee voor het aantal aanwezige taxa als er ook zaden van *Chenopodium* of *Atriplex* konden worden gedetermineerd, maar wel als deze genera of soorten daarbinnen niet konden worden aangetoond). Deze klasse-indeling is als in Tabel 32.

Tabel 32: Conserveringscore. Conserveringsklasse-indeling op basis van de totaal aanwezige onverkoolde taxa.

Klasse	Omschrijving indeling
1	Het monster bevat geen onverkoolde, determineerbare botanische macroresten, of alleen aantoonbaar door bioturbatie of andere oorzaken verplaatste, over algemeen subrecente resten, verkoolde macroresten kunnen wel aanwezig zijn.
2	Het monster bevat 1-5 soorten waar onverkoolde macroresten van aanwezig zijn, veelal zijn dit corrosieresistente soorten (ganzenvoeten, vogelmuur, brandnetel, duizendknopen).
3	Het monster bevat 6-10 soorten waar onverkoolde macroresten van aanwezig zijn.
4	Het monster bevat 11-40 soorten waarvan onverkoolde macroresten aanwezig zijn.
5	Het monster bevat meer dan 40 soorten waarvan onverkoolde macroresten aanwezig zijn.

5.3.3 Resultaten

De resultaten van de analyses zijn weergegeven in de Tabellen 33a-d en 34.

Per monster (Tabel 33) is in de bijlagen bij elke soort de laagste en de hoogste aangetroffen conserveringsklasse genoteerd in het geval er zaden in meerdere conserveringsstadia aanwezig waren. In tabel 34 zijn de resultaten per monster samengevat.

Van de op macroresten onderzochte bouwputlocaties zijn resultaten wat betreft conservering voor Secundair 5 nog relatief het beste. De resultaten van de tien monsters van Secundair 5 zijn weergegeven in Tabel 33a. In deze tabel staan de monsters op volgorde van diepteligging, met het ondiepste monster links. Bij veel van het eerder, elders in ons land uitgevoerde onderzoek naar de conservering van botanische resten kwam naar voren dat het aantal soorten en de conservering van de individuele zaden beter werd met toenemende diepte. Dit hangt direct samen met de gunstige omstandigheden voor conservering onder het grondwater. Hoe verder een monster dan boven het grondwater ligt, hoe slechter de conservering.

Een dergelijk rechtlijnig verband tussen betere conservering en toenemende diepte blijkt bij de onderzochte monsters van Secundair 5 geenszins het geval. Weliswaar vertonen de eerste drie monsters nog een toenemend aantal soorten, maar daarna treedt een afname op van het aantal soorten en eveneens van de gemiddeld aangetroffen conserveringsklasse (zie ook tabel 34).

Opvallend is de goede samenhang tussen de gemiddelde conserveringsscores en het aantal aanwezige taxa (c.q. de daaruit afgeleide klasse).

De gedetermineerde macroresten uit de bodem-/cultuurlagen van de bouwputlocaties WRK gebouw, Secundair G en Pompgebouw zijn weergegeven in de Tabellen 33b t/m 33d. Deze lijsten van met name Secundair G en Pompgebouw zijn erg soortenarm door de slechte conservering van het materiaal (klassen 1 en 2).

In de Tabellen 33a t/m 33d zijn de akkerplanten in de lijsten met geel gearceerd (vlas, gerst, bolderik).

Herkenbare waterplanten (lisdodde, waterranonkel) zijn in de lijsten met blauw aangegeven. De rest van het materiaal is voor het overgrote deel afkomstig van (ruderaal) onkruiden, tredplanten en planten van vochtige/natte poelen (drinkplaatsen voor het vee?). Dit (onvolledige) macrorestenbeeld wijst op een landschap dat sterk antropogeen is beïnvloed. Het duinlandschap werd gebruikt als weidegrond met hier en daar een akkertje (gerst, vlas). Dit is in de lijn van de verwachting als we de PWN-Oude Duinvegetaties vergelijken met die uit Oude Duin bodems van het Hoogoverterrein en Middensluiseland.

Tabel 33. Macroresten analyses voor monsters uit de lagen van de bouwputten Secundair 5 (Tabel 33a), WRK gebouw (Tabel 33b), Secundair G (Tabel 33c); en Pompgebouw (Tabel 33d); inclusief de verdeling van de conserveringsscore voor individuele zaden per monster.

Tabel 33a: PWN-Secundair 5																			
Monster/laag	6 A		6 C		6 E		6 G		6 I		6 J		8 A		8 B		8 C		10
Onderzocht volume (ml)	200		200		200		200		200		200		200		200		200		200
Atriplex patula/prostrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-
Brassica cf. rapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-
Carex acuta-type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 4	-	-	12
cf. Carex acuta-type	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex acutiformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 4	-	-	1	kl. 3	-	-	-
Carex cf. acutiformis fragm.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex cf. flacca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-
Carex disticha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-	-	-	-	-	-
Carex flacca	-	-	-	-	6	kl. 2-3	18	kl. 2-3	-	-	-	-	44	kl. 2-4	6	kl. 3-4	3	kl. 4	-
Carex hirta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-	-	-	-	-	-
Carex oederi	56	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	2	kl. 2-3	-	-	11	kl. 3	2	kl. 3-4	1	kl. 3	84
cf. Anagallis arvensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-
cf. Asteraceae indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 33a: PWN-Secundair 5 (vervolg)																			
Monster/laag	6 A		6 C		6 E		6 G		6 I		6 J		8 A		8 B		8 C		10
cf. Brassica/Galium spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Carex oederi	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Daucus carota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Mentha aquatica/arvensis	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Plantago major	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Ranunculus sceleratus	-	-	-	-	1	kl. 1	3	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Ranunculus subg. Batrachium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Rubus fruticosus s.l.	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	3	kl. 1	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Sisymbrium officinale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-
cf. Solanum dulcamara	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Stellaria media	4	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chenopodium album	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	kl. 2-4	-	-	-	-	-	-	-
Chenopodium ficifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	kl. 2-4	-	-	-	-	-	-	-
Eleocharis palustris/uniglumis	32	kl. 2-3	-	-	11	kl. 2-3	-	-	1	kl. 2	-	-	-	-	1	kl. 3	1	kl. 2	54
																			kl. 2-4

0912-0242, 28 december 2009, concept

Tabel 33a: PWN-Secundair 5 (vervolg)																				
Monster/laag	6 A		6 C		6 E		6 G		6 I		6 J		8 A		8 B		8 C		10	
cf. Eleocharis palustris/uniglumis	-	-	10	kl. 1	6	kl. 1	2	kl. 1	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Glyceria fluitans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 4	-	-	-	-	-	-
Hordeum vulgare rai. (verk.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hordeum vulgare var. vulgare (verk.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocotyle vulgaris	-	-	1	kl. 4	1	kl. 3	1	kl. 3	1	kl. 3	-	-	20	kl. 3-4	15	kl. 3-4	15	kl. 3-4	16	kl. 3-4
Indet.	-	-	-	-	-	-	24	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insektenrest	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juncus bufonius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Juncus spec.	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	156	kl. ?	-	-
Keverschild zwaar gecorrodeerd	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lemna spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Linum catharticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	kl. 2-4
Lythrum salicaria	-	-	1	kl. 4	2	kl. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mentha aquatica/arvensis	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-	-	-	-	-	4	kl. 3-4	9	kl. 3-4	8	kl. 3-4	12	kl. 3

Tabel 33a: PWN-Secundair 5 (vervolg)																			
Monster/laag	6 A		6 C		6 E		6 G		6 I		6 J		8 A		8 B		8 C		10
Onderzocht volume (ml)	200		200		200		200		200		200		200		200		200		200
Mollusca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-

Persicaria lapathifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	9	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae indet. (verk.)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potentilla anserine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 2-3
cf. Potentilla anserine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	1	kl. 1
Potentilla erecta-type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	kl. 3-4	6	kl. 2-3	42	kl. 3-4	1	kl. 3
Potentilla reptans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	kl. 3-5	23	kl. 3-5	6	kl. 3-4	75	kl. 3-4
cf. Potentilla erecta/reptans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	16	kl. 1
Ranunculus flammula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 4
Ranunculus repens-type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	kl. 3-4	20	kl. 3-4	6	kl. 3	9	kl. 2-3
Ranunculus sceleratus	-	-	-	-	-	12	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ranunculus subg. Batrachium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 4	-	-	-	-	-	-
Rubus fruticosus s.l.	-	-	-	-	-	1	kl. 2	56	kl. 2-3	12	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-

0912-0242, 28 december 2009, concept

Tabel 33a: PWN-Secundair 5 (vervolg)																				
Monster/laag	6 A		6 C		6 E		6 G		6 I		6 J		8 A		8 B		8 C		10	
Rumex spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 kl. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stellaria media	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 kl. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subrecente worteltjes	-	-	100-en	-	-	-	-	-	100-en	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolypella spec. Oospore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 kl. 4	-	-	-
Typha spec.	-	-	-	-	1 kl. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urtica dioica	-	-	-	-	1 kl. 3	1 kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wormenei	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	c. 5	-	1	-	-	-	c. 25	-
Zoetwatermollusk	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aantal taxa macroresten	4		6		9		8		5		21		9		11		10		11	
Klasse 1	1		4		2		4		3		6		0		1		0		2	
Klasse 2	1		0		1		3		2		2,67		0,33		0,5		1		2	
Klasse 3	1		0		6		2		2		7,67		3,67		5,33		4		6	
Klasse 4	0		2		0		0		0		1,67		4,67		3,83		4		3	
Klasse 5	0		0		0		0		0		0		0,33		0,33		0		0	
Gemiddelde klasse	2,00		2,00		2,44		1,78		1,86		2,28		3,56		3,18		3,33		2,77	

Tabel 33b: PWN-WRK								
Monster/laag	5 A	5 C	5 D	7	9 A/D	9 E	11	13
Onderzocht volume (ml)	200	200	200	200	200	100+100	200	200
Atriplex patula/prostrata	- -	- -	13 kl. 2	- -	- -	- -	- -	- -
cf. Atriplex spec. Inhoud	- -	- -	2 kl. 1	- -	- -	- -	- -	- -
Carex acutiformis	19 kl. 2-4	27 kl. 2-3	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Carex cf. caryophyllea	- -	2 kl. 2	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Carex disticha	1 kl. 3	1 kl. 3	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Carex flacca	6 kl. 2-3	6 kl. 2-3	9 kl. 2-3	4 kl. 2-3	1 kl. 3	1 kl. 4	1 kl. 4	4 kl. 2-3
Carex cf. flacca fragm.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3 kl. 1
Carex oederi	1 kl. 3	- -	9 kl. 2-3	- -	- -	- -	- -	2 kl. 3
Carex otrubae/vulpina	- -	- -	1 kl. 2	- -	- -	- -	- -	- -
Carex spec. Driekantig	- -	3 kl. 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Cenococcum geophilum	- -	- -	- -	- -	- -	ca. 100	- -	- -
Chara spec. Oospore	- -	- -	- -	- -	- -	- -	18 kl. 3	- -
Cirsium arvense	- -	- -	- -	- -	- -	2 kl. 3	- -	- -

0912-0242, 28 december 2009, concept

Tabel 33b: PWN-WRK								
Monster/laag	5 A	5 C	5 D	7	9 A/D	9 E	11	13
cf. Potentilla anserina	- -	1 kl. 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -
cf. Ranunculus repens-type	- -	3 kl. 1	- -	- -	- -	- -	1 kl. 1	- -
Eleocharis palustris/uniglumis	5 kl. 2-3	- -	5 kl. 2-3	1 kl. 3	- -	- -	1 kl. 3	- -
cf. Eleocharis palustris/uniglumis	- -	- -	- -	2 kl. 1	- -	- -	- -	2 kl. 1
Eupatorium cannabinum fragm.	- -	- -	- -	- -	- -	2 kl. 2	- -	- -
cf. Galeopsis spec. fragm.	1 kl. 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Glyceria fluitans	- -	- -	1 kl. 2	- -	- -	- -	- -	- -
Glyceria maxima	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1 kl. 3
Hydrocotyle vulgaris	15 kl. 3-4	9 kl. 2-3	1 kl. 3	- -	26 kl. 2	- -	11 kl. 3-4	2 kl. 3
Juncus gerardi	- -	1 kl. 3	- -	1 kl. 3	- -	- -	- -	- -
Juncus nog te det.	- -	- -	c. 100	- -	6 -	44 -	338 -	- -
Keverschild	- -	- -	3 -	- -	- -	- -	- -	- -
Linum catharticum	1 kl. 4	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Lychnis flos-cuculi	- -	- -	- -	- -	- -	1 kl. 2	- -	- -
Lycopus europaeus	- -	- -	- -	- -	- -	3 kl. 2-3	1 kl. 3	- -
Lythrum salicaria	7 kl. 2-4	- -	- -	- -	- -	2 kl. 3	27 kl. 2-3	1 kl. 3

Tabel 33b: PWN-WRK																
Monster/laag	5 A		5 C		5 D		7		9 A/D		9 E		11		13	
Mentha aquatica/arvensis	38	kl. 2-4	23	kl. 2-3	9	kl. 2-3	-	-	14	kl. 2-3	4	kl. 3	34	kl. 2-4	15	kl. 2-3
Mostak-topje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
cf Oenanthe spec.	-	-	-	-	3	kl. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Persicaria lapathifolia	-	-	-	-	12	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantago major	1	kl. 3	-	-	2	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potamogeton spec. klein, 1,4 mm lang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3	-	-
Potentilla anserina	8,5	kl. 2-4	1,5	kl. 2	6	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	5	kl. 2-3	5	kl. 2
Potentilla erecta-type	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	14	kl. 2-4	-	-	-	-
Potentilla cf. erecta-type	-	-	-	-	-	-	-	-	43	Kl. 1-2	-	-	-	-	19	kl. 2-3
Potentilla reptans	29	kl. 3-4	23	kl. 3	4	kl. 2-3	-	-	-	-	9	kl. 2-3	-	-	-	-
cf. Quercus knop/schub	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-
Ranunculus repens-type	11,5	kl. 2-4	12	kl. 2-3	1	kl. 2	-	-	-	-	12	kl. 2-3	-	-	-	-
Ranunculus cf. repens-type fragm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	kl. 1
Rubus fruticosus s.l.	1?	kl. 1	1	kl. 2	-	-	-	-	-	-	3	kl. 3-4	-	-	-	-
Schoenoplectus lacustris	1	kl. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solanum dulcamara	1	kl. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

0912-0242, 28 december 2009, concept

Tabel 33b: PWN-WRK								
Monster/laag	5 A	5 C	5 D	7	9 A/D	9 E	11	13
Sonchus asper	- -	- -	12 kl. 3	- -	- -	- -	- -	- -
cf. Stellaria media	2 kl. 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
cf Tolypella glomerata oospore	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8 kl. 3	- -
Urtica dioica	- -	- -	1 kl. 3	1 kl. 2	- -	- -	- -	- -
Urtica urens	1 kl. 3	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
cf. Juncus spec. Stengelepidermis	- -	- -	- -	- -	- -	- -	ca. 10	ca. 10
Wormenei	- -	ca. 20	ca. 20	- -	- -	4 -	4 -	3 -
Zeeschelp: Donax vitellina, zaagje	- -	1 fr. -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Zoetwater-/landmollusk	- -	3 -	30 -	- -	- -	- -	- -	- -
Aantal taxa macroresten	19	11	17	4	5	13	12	9
Klasse 1	3	3	2	1	0,5	0	1	4
Klasse 2	3,67	5,5	8	1,5	2	3,83	1,33	2,5
Klasse 3	7,67	5,5	7	2,5	1,5	5,33	6,83	5,5
Klasse 4	5,67	0	0	0	0	1,83	1,83	0
Klasse 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gemiddelde klasse	2,80	2,18	2,29	2,30	2,25	2,82	2,86	2,13

Tabel 33c: PWN-Secundair G

Monster/laag	PE 1, laag 3		PE 2, laag 5		PE 3, laag 6		PE 4, laag 9		PE 5, laag 11e	
Onderzocht volume (ml)	200		200		200		200		200	
Carex cf. acutiformis	7	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex cf. flacca	4	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	7	kl. 1
Carex flacca	-	-	-	-	-	-	-	-	26	kl. 2-3
cf. Potentilla erecta-type	75	kl. 1-2	-	-	-	-	-	-	-	-
Glomus spec. schimmelsporen	-	-		tiental kluitjes		tientallen kluitjes	-	-	-	-
Juncus nog det.	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
Juncus spec. (verk.)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Keverschild zwaar gecorrodeerd	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Potentilla cf. erecta type	9	kl. 2-3	-	-	-	-	-	-	-	-
Silene latifolia subsp. alba	-	-	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3
Subrecente worteltjes	10-tallen	-	enkele	-	-	-	100-en	-	-	-
Wormenei	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-

0912-0242, 28 december 2009, concept

Tabel 33c: PWN-Secundair G										
Zoetwatermollusk	-	-	-	-	-	-	enkele	-	3	-
Aantal taxa macroresten	3	0	1	0	3					
			verk.							
Klasse 1	0,5	0	0	0	0	1				
Klasse 2	2	0	0	0	0	0,5				
Klasse 3	1,5	0	0	0	0	1,5				
Klasse 4	0	0	0	0	0	0				
Klasse 5	0	0	0	0	0	0				
Gemiddelde klasse	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17				

Tabel 33d: PWN-pompstation, veenlaag									
Monster/laag	1, onder		2, middenonder		3, middenboven		4, boven		-
Onderzocht volume (ml)	100		100		100		100		-
Amorf organisch materiaal	veel		veel		veel		veel		-
cf. <i>Agrostemma githago</i> fragm.	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	
<i>Carex acuta</i> -type	-	-	-	-	-	-	4	kl. 2,3,4	
<i>Carex</i> cf. <i>caryophyllea</i>	-	-	-	-	-	-	1	kl. 3-4	
<i>Carex disticha</i>	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	
<i>Carex oederi</i>	-	-	-	-	2	kl. 2-3	-	-	
<i>Carex rostrata</i> in urntje	-	-	-	-	-	-	1	kl. 5	
<i>Carex rostrata</i>	-	-	-	-	-	-	4	kl. 3-4	
cf. <i>Chenopodiaceae</i> inhoud	-	-	-	-	1	kl. 1	-	-	
cf. <i>Myosotis</i> spec.	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	
cf. <i>Ranunculus</i> subg. <i>Batrachium</i>	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	
cf. <i>Stachys</i> spec.	-	-	-	-	-	-	1	kl. 1	
<i>Cirsium</i> cf. <i>palustre</i>	-	-	-	-	-	-	1	kl. 2	
cf. <i>Eleocharis palustris/uniglumis</i>	-	-	1	kl. 1	-	-	-	-	
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	-	-	-	-	1 fr.	kl. 2	-	-	
Indet. epidermissen	10-tallen	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Juncus</i> spec.	-	-	c. 40	-	35	-	-	-	
<i>Mentha aquatica/arvensis</i>	-	-	10	kl. 2-3	8	kl. 2-3	2	kl. 1	
cf. <i>Mentha aquatica/arvensis</i>	-	-	-	-	6	kl. 1	-	-	
<i>Potentilla anserina</i>	-	-	-	-	2	kl. 2	1	kl. 2	
<i>Ranunculus flammula</i>	-	-	1	kl. 2	-	-	5	kl. 2,3,4	
<i>Ranunculus repens</i> -type	-	-	-	-	-	-	2	kl. 2-3	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	-	-	-	-	2	kl. 2	-	-	
<i>Sphagnum</i> spec. blaadjes	-	-	-	-	3	-	-	-	
Wormenei	1	-	1	-	-	-	3	-	
<i>Lophopus crystallinus</i> statoblast	-	-	3	-	-	-	-	-	
Aantal taxa	0		3		7		9		
Klasse 1	0		1		3		4		
Klasse 2	0		2,5		4		4,17		
Klasse 3	0		0,5		1		2,17		
Klasse 4	0				0		1,67		

Tabel 33d: PWN-pompstation, veenlaag				
Monster/laag	1, onder	2, middenonder	3, middenboven	4, boven
Klasse 5	0		0	0
Gemiddelde klasse	0,00	1,88	1,75	2,13

Tabel 34. Gemiddelde conserveringsscore op basis van de frequentie van de vijf conserveringsklassen voor individuele zaden en aantal taxa per monster.

PWN-Secundair 5										
Monster	6 A	6 C	6 E	6 G	6 I	6 J	8 A	8 B	8 C	10
Cons. Score	2,00	2,00	2,44	1,78	1,86	2,28	3,56	3,18	3,33	2,77
Aantal taxa	4 (kl. 2)	6 (kl. 2)	9 (kl. 2)	8 (kl. 2)	5 (kl. 2)	21 (kl. 4)	9 (kl. 2)	11 (kl. 3)	10 (kl. 2)	11 (kl. 3)
Pollen	Slecht	Slecht	Matig	Redelijk	Redelijk	Redelijk	Slecht			

PWN-WRK								
Monster	5 A	5 C	5 D	7	9 A/D	9 E	11	13
Cons. score	2,80	2,18	2,29	2,30	2,25	2,82	2,86	2,13
Aantal taxa	19 (kl. 3)	11 (kl. 3)	17 (kl. 3)	4 (kl. 2)	5 (kl. 2)	13 (kl. 3)	12 (kl. 3)	9 (kl. 2)
Pollen	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht	Ze er slecht

PWN-Secundair G					
Monster	PE 1 lg 3	PE 2 lg 5	PE 3 lg 6	PE 4 lg 9	PE 5 lg 11E
Cons. Score	2,25	0,00	0,00	0,00	2,17
Aantal taxa	3 (kl. 2)	0 (kl. 1)	1 verk (kl. 1)	0 (kl. 1)	3 (kl. 2)
Pollen	Geen	Geen	Slecht	Slecht	Matig

PWN-pompstation, veenlaag				
Monster	1 onder	2 m. onder	3 m. boven	4 boven
Cons. Score	0,00	1,88	1,75	2,13
Aantal taxa	0 (kl. 1)	3 (kl. 2)	7 (kl. 2)	9 (kl. 2)
Pollen	Matig	Matig	Matig	Redelijk

5.3.4 Vergelijking macroresten en pollen

In tabel 34 zijn de resultaten wat betreft de conservering van de botanische macroresten samengevat en vergeleken met die van het pollenonderzoek.

Bij secundair 5 is de trend tussen beide botanische informatiebronnen min of meer vergelijkbaar, met verbeterende conservering van monster 6A naar monster 6J, maar de conserveringsscore en de score op basis van het aantal taxa binnen de macroresten loopt niet geheel parallel. Met name monster 6E heeft een betere conserveringsscore dan de score op basis van het aantal aanwezige taxa zou doen vermoeden. De pollenconservering in dit monster is ook minder goed dan in monster 6J. Opmerkelijk is verder dat monster 8A een hogere conserveringsscore heeft dan welk monster uit de reeks van 6A-6J dan ook, maar een beperkt aantal taxa en ook een slechte pollenconservering. De overeenkomsten tussen pollenconservering en aantal taxa van macroresten is dan ook groter dan met de conserveringsscore van de macroresten.

Bij WRK zijn de resultaten van het pollen- en macrorestenonderzoek veel meer verschillend. Waar de macroresten scores voor beide klasse-indelingen opleveren die beter zijn dan in secundair 5 is het pollen voor alle WRK-monsters als zeer slecht gekwalificeerd. Binnen de macroresten is de tendens tussen de onderzochte monsters beter vergelijkbaar voor de twee klasse-indelingen dan bij secundair 5.

Secundair G bevat in vergelijking met bovengenoemde locaties slechter geconserveerde macroresten, drie van de vijf monsters hebben zelfs in het geheel geen onverkoolde botanische macroresten opgeleverd. Ook twee pollenmonsters bleken steriel. Het als matig gewaardeerde pollenmonster van laag 11E is ook botanisch één van de twee minst slechte monsters van deze locatie, maar het andere monster met enige macroresten bleek geen pollen te bevatten.

De veenlaag van de locatie pompstation tenslotte vertoont de opmerkelijke verbetering van de conservering met afnemende diepte die ook al was geconstateerd binnen de monsterreeks van secundair 5. De pollenconservering en het aantal aangetroffen taxa van macroresten tonen dezelfde tendens, maar hier blijkt het qua macroresten steriele monster 1 wel pollen te bevatten. Het komt dus zowel voor dat monsters wel macroresten maar geen pollen (sec. G_{lg} 3) of zeer slecht pollen (WRK) bevatten, als dat macroresten ontbreken maar pollen wel geconserveerd zijn. Dit laatste is meer in overeenstemming met onderzoek elders, waar macroresten meestal eerder blijken te verdwijnen dan pollen.

Al met al levert de combinatie van beide botanische informatiebronnen wel een aanzienlijke hoeveelheid informatie op over het landschap en menselijke activiteiten in dat landschap, terwijl het duingebied als geheel door de zandige sedimenten in zijn algemeenheid niet als een gebied met gunstige conserveringsomstandigheden voor organisch materiaal wordt gezien. In dit licht heeft het huidige onderzoek dus belangrijke aanknopingspunten opgeleverd voor de waardering van archeologische vindplaatsen *in situ* in duingebieden, in het bijzonder die van de PWN.

5.4 De paleobotanische data van het PWN gebied vergeleken met hypothetische duinvegetaties in natuurlijke en antropogene context

De conserveringstoestand van het paleobotanische materiaal in het PWN duingebied varieert tussen redelijk en slecht. In de matig tot slecht geconserveerde pollen- en macrorestenmonsters worden alleen de resistentere soorten gevonden die relatief goed tegen bodemoxidatie bestand zijn. Het is dus een selectie uit het plantenmateriaal dat oorspronkelijk aanwezig is geweest.

Om toch een beeld te krijgen van de vegetatiegeschiedenis van het PWN duingebied worden eerst de mogelijk voorkomende duinvegetaties van natte standplaatsen (valleien) en droge locaties (duintoppen) besproken. Dit gebeurt zowel voor een zuiver natuurlijke duinvegetatie als voor een sterk antropogeen beïnvloede duinvegetatie (zie ook rapport Middensluiseland; Vos, e.a. 2008).

In de slotparagraaf van dit hoofdstuk worden deze hypothetische duinvegetaties vergeleken met het paleobotanische materiaal dat daadwerkelijk in de bodemlagen van het PWN duingebied is. Daaruit worden conclusies getrokken over de conserveringstoestand van de bodemlagen en de mogelijke vegetatie die er oorspronkelijk aanwezig is geweest.

5.4.1 Verwachte duinvegetatie in natuurlijke context

Zonder menselijke invloed zijn de duinvegetaties te beschrijven volgens het concept van de Potentieel Natuurlijke Vegetatie (PNV). De vegetaties in een transect over het duingebied zijn, naast de bodemontwikkeling, sterk afhankelijk van een aantal gradiënten:

- zout/ zoet
- nat/droog
- voedselrijk/voedselarm
- kalkrijk/kalkarm
- expositie (zon- of schaduwzijde; loef- of lijzijde)

Op basis van deze gradiënten zijn een drietal hoofd vegetatietypen te onderscheiden, namelijk zoutminnende vegetaties, vegetaties van natte drassige standplaatsen en het duinbos. De vegetatietypen – in een natuurlijke context – zullen hieronder kort besproken worden.

Zoutminnende vegetaties

De grootste zoutconcentraties in de bodem bevinden zich op plaatsen die onderhevig zijn aan zeewaterinvloed bij storm, dus aan de loefzijde van de duinenrij die dicht bij de zee zijn gelegen.

Vegetatietypes: zandhaver- en helmvegetaties aan de loefzijde van de duinen die binnen het bereik liggen van de 'saltspray'.

Aan de lijzijde van deze duinenrij ontstaan onder invloed van een voortdurende aanvoer van zand duinstruwelen waar de duindoorn (kalkminnend) de dominante soort is. Op plaatsen met hogere grondwaterstanden bevinden zich struwelen van kruipwilgen. In deze duinstruwelen komen ook soorten voor zoals vlier, liguster, braam en wilde roos.

Natte drassige standplaatsen

In de duinmeren groeien waterplanten zoals waterlelie, gele plomp, fonteinkruid en egelskop. Langs het open water een rietkraag met naast riet verschillende zeggesoorten. Na verloop van tijd komt het bij verdere verlanding tot de ontwikkeling van elzenbroekbos op een gyttja/laagveenpakket.

Het duinbos

Buiten het bereik van de 'saltspray' en de voortdurende aanvoer van nieuw duinzand komt het duinbos op de meer ontkalkte en met humus verrijkte, tot bosbodem ontwikkelde bodems tot volle ontwikkeling. In dit duinbos spelen eik, berk en hazelaar een belangrijke rol. Op de voedselrijkere standplaatsen komt het zelfs tot de ontwikkeling van dichte beukenbossen.

5.4.2 Verwachte duinvegetatie in antropogene context

Het menselijke handelen in het duingebied was afhankelijk van de behoefte van de mens en mogelijkheden die het duinlandschap bood. Activiteiten die de duinvegetatie beïnvloedden, waren onder meer landbouw, veeteelt / betreding en houtkap.

Zoutminnende vegetaties

De gronden op de kwelders (schorren) en de sterk door de zee beïnvloede duinhellingen zullen geschikt zijn voor beweiding (met name door schapen). Op delen van duinhellingen met een extensieve begrazing zal het duinstruweel (met duindoorn, vlier, liguster) geleidelijk teruggedrongen worden en kunnen zich in deze struwelen ook jeneverbesstruiken vestigen. Jeneverbes groeit op drogere, voedselarme standplaatsen met en zonder kalk, en speelt thans geen rol meer in de duinvegetaties. Pollenanalyses tonen aan dat deze soort in de duinen bij menselijke invloed (begrazing) een belangrijke rol kan spelen. In Scandinavië is deze soort kenmerkend in overgangssituaties van weide (heide) naar bos bij een extensieve begrenzing.

Akkers en weidegrond

De drogere op het zuiden geëxponeerde hellingen zullen geschikt zijn als weidegrond en zich tot duinheide ontwikkelen. De drogere duinkoppen zullen als woonplaats worden ingericht en als akkerland (met gerst, haver, tarwe, vlas/lijnzaad en in latere fases boekweit en rogge) kunnen worden benut.

Natte drassige standplaatsen

De nattere graslanden in de vochtige duinvalleien zullen als hooiland worden gebruikt met mogelijk wat visserij of jacht op waterwild (ganzen, eenden) in de diepere duinpannen met open water. Het elzenbroekbos, het eindstadium van verlanding op natte, venige bodems, zal worden gebruikt als elzenhakhout.

Het duinbos

De resterende loofbossen op de drogere binnenduinen zullen zich door gebruik als hakhoutbosjes ontwikkelen tot eikenhakhout en zullen geschikte biotopen zijn voor het vetmesten van varkens.

5.5 Conclusies en discussie vegetatie-ontwikkeling PWN duingebied

5.5.1 Conservering paleobotanisch materiaal

In het algemeen is de conserveringstoestand van pollen en macroresten, zoals boven beschreven, matig tot slecht. Betrouwbare vegetatiereconstructies, gebaseerd op pollen en macroresten van de onderzochte profielen in het PWN duingebied, zijn derhalve niet te geven. Een uitzondering hierop zijn de monsters afkomstig uit twee veenlagen van de opgraving Pompstation (V1 en V4) en enkele van de monsters afkomstig uit de profielen van Secundair 5 (zie Tabellen 31 en 32), waar redelijk geconserveerd pollen is aangetroffen, zij het met geringe concentraties. Waarschijnlijk is de betere conservering van deze monsters te

danken aan hun gunstige ligging ten opzichte van het grondwaterniveau. Het lijkt waarschijnlijk dat onttrekking van grondwater in de tweede helft van de 20e eeuw en de daarmee samenhangende grondwaterstandverlaging, de conservering van organisch materiaal sterk negatief heeft beïnvloed.

Er blijkt geen rechtlijnig verband tussen betere conservering en toenemende diepte te bestaand in de organische/venige bodems en cultuurlagen van het PWN duingebied (Secundair 5 en WRK gebouw). Mogelijk een betere conservering meer samen met het venige karakter van de lagen en dat in de compacte (gesloten) venige lagen de conservering relatief beter is.

Degradatie van het pollen- en macrorestenmateriaal kan zich niet alleen door subrecente grondwaterpeilverlagingen hebben voorgedaan maar ook reeds in de pre- en protohistorie; in de tijd dat de bodem- en cultuurlagen gevormd werden. Ook bestonden er contemporaine, laterale verschillen in conservering van het organisch bodemmateriaal. In de natte duinvalleien (venige bodems) is de conservering beter geweest dan op de flanken van de Oude Duinen. Op de Foto's 61, 75,76 is te zien dat donkere organisch rijke bodems uit de lagere gelegen duinvalleien lateraal op de flanken van de duinen overgaan in licht bruine, humeuze zanden. Ten tijde van de bodemvorming was de preservatie van het organische materiaal in de duinvalleien al veel beter dan op de hoger gelegen humeuze duinbodems.

Een opvallend verschil in pollenconservering is er wel geconstateerd tussen de onderzochte Oude Duin bodems in het PWN duingebied en die uit de bodemlagen van het Hoogoventerrein. Pollen uit de Hoogoventerrein bodems zijn in de jaren 60 palynologisch onderzocht³⁵. De betere conservering van pollen in de bodems van het Hoogoventerrein uit de jaren 60 zou erop kunnen duiden de conservering van pollen (en macroresten) in het PWN-duingebied de afgelopen decennia sterk is achteruitgegaan en dat dit degradatieproces veroorzaakt zou kunnen zijn door grondwateronttrekking ten behoeve van de waterwinning. Om hier zeker van te zijn is meer paleohydrologisch- en vergelijkend conserveringsonderzoek in de paleo-bodems van de duingebieden van West Nederland noodzakelijk.

5.5.2 Vegetatie- en landschapsreconstructie gebaseerd op de pollen- en macrorestanalyses

De pollenassemblages van de monsters uit de veenlaag van de locatie pompstation wijzen op een open landschap met kleine bosrestanten van den, eik en hazelaar en duindoorn. Het venige materiaal betaamt uit laagveen waar zeggensoorten (Cyperaceae) een belangrijke rol spelen. De bij de analyse van de macroresten aangetroffen zaden van het *Carex acuta* (scherpe zegge) type en *Carex rostrata* (snavelzegge), beide kenmerkende soorten van door grote zegge gedomineerde moerasvegetaties (MAGNOCARICION) wijst op een verlandingsfase van open water in natte duinvalleien. Ook de vondst van waterranonkel en fonteinkruiden (pollen), wijst op de aanwezigheid van poelen in de vochtige duinvalleien. De geringe bosbedekking en de relatief hoge percentages van de aangetroffen kruidenpollen wijst op gebruik van het duinlandschap als weidegrond. Vooral de vaak grote aantallen pollen korrels van het Asteraceae Liguliflorae type (paardebloemachtigen) wijst op beweiding van grazige boomloze vegetaties, maar ook door slechte conserveringsomstandigheden kan dit resistente pollentype oververtegenwoordigd zijn geraakt. Aanwijzingen voor akkerbouw zijn vrijwel afwezig. De regelmatig aangetroffen pollenkorrels van het *Hordeum* type (o.a. gerst) zijn, gezien het ontbreken van pollen van (graan)akkeronkruiden in de assemblages, waarschijnlijk afkomstig van wilde grassoorten. Wel is er in een monster van de locatie pompstation (veenlaag 4) een zaadje aangetroffen van cf. *Agrostemma githago* (bolderik), een

³⁵ Jelgersma, e.a. 1970

akkeronkruid uit wintergraanakkers, een praktijk die na de invoering van het drieslagstelsel, met name in de Volle Middeleeuwen, tot ontwikkeling kwam. De ¹⁴C dateringen van de onderzochte profieldelen uit de locatie pompstation en Secundair 5 wijzen op een datering van ca. 700 tot 1000 AD (subzone V3b in tabel 28). In deze periode was het duingebied in gebruik als weidegrond, met mogelijk hier en daar kleine akkertjes.

De slechte/matige conservering en geringe concentraties van pollen en macroresten in de PWN monsters laten gedetailleerde uitspraken over locale verschillen in vegetatieontwikkeling en de invloeden van de mens daarop niet toe. Hiervoor zijn we volledig afhankelijk van paleobotanisch onderzoek dat uitgevoerd is in duingebieden als het Hoogoverterrein en Middensluiseiland waar het pollenmateriaal in de bodem- en cultuurlagen in het algemeen beter bewaard is gebleven.

De aangetroffen pollenassemblages in de PWN-monsters wijzen er wel op dat de vegetatie in het PWN-duingebied tijdens de pre- en protohistorie antropogeen was beïnvloed en dat de toenmalige duinvegetaties vergeleken kunnen worden met die in de genoemde duinstudies van Hoogoverterrein en Middensluiseiland.

6 Synthese: landschap- en bewoningsgeschiedenis in het mondingsgebied van het Oer-IJ estuarium

Het geologisch en archeologisch onderzoek dat uitgevoerd is in acht bouwputten en acht nabijgelegen steekboringen binnen het PWN duingebied bij Castricum heeft belangrijke nieuwe gegevens opgeleverd over de kustontwikkeling van dit gebied en hoe de mens daar op ingespeeld heeft. In de landschaps- en bewoningssynthese van het PWN duingebied worden de gegevens van dit onderzoek geïntegreerd met de geologische en archeologische gegevens uit de regio. Van oud naar jong wordt de landschapsgeschiedenis beschreven (begin Holocene tot de Moderne tijd). De landschapsgeschiedenis wordt onderverdeeld in drie perioden, namelijk de Holocene periode voor het ontstaan van het Oer-IJ estuarium, de periode dat het estuarium actief was en de periode dat het estuarium definitief afgesloten werd van de Noordzee.

6.1 Landschapsontwikkeling voor het ontstaan van het Oer-IJ (9000 – 3000 v. Chr)

Terrestrische periode aan het begin van het Holocene (9000 – 7000 v. Chr)

Aan het begin van het Holocene stond de zeespiegel nog laag (beneden 30 m –NAP) en lag het Pleistocene oppervlak nog permanent droog. In het PWN duingebied lag dit oude oppervlak op een diepte tussen de 22 en 20 m –NAP. De lage ligging van dit oppervlak hangt samen met de aanwezigheid van een groot Pleistocene dalsysteem dat in de ondergrond van centraal Noord-Holland en Flevoland aanwezig is (Pleistocene dalsysteem van de Overijsselse Vecht; Afb. 8a).

Het toenmalige terrestrische landschap was geschikt voor bewoning. De mensen uit die tijd (Laat-Paleolithicum en Mesolithicum) waren jagers en verzamelaars en het is zeker niet uit te sluiten dat de mens in die tijd zijn kampementen op de diepere Pleistocene ondergrond van het PWN duingebied hadden opgeslagen. Eventuele resten van deze menselijke aanwezigheid zijn aan te treffen in de top van de Pleistocene afzettingen die niet geërodeerd zijn tijdens jongere mariene geulerosie.

Begin van de mariene verdrinking (7000 – 6250 v. Chr)

Als gevolg van de snelle zeespiegelstijging aan het begin van het Holocene plaatsvond, vernatte de laagste delen van het dalsysteem van de Overijsselse Vecht en begon daar de (Basis)veenvorming. In de ondergrond van het PWN duingebied begon de veenvorming op ca. 21 m –NAP rond 7050 v. Chr. Als gevolg van de doorgaande stijging van de zeespiegel verdronk het gebied en vormde zich lagunes het kustmoeras. In dit lagunaire milieu werden de humeuze gelaagde kleien van de Laag van Velsen gevormd. De kleisedimentatie van de Laag van Velsen ging in het PWN duingebied zeker door tot ca. 6300 v. Chr.

De lagunes en het kustmoeras waren ongeschikt voor bewoning (kampementen) maar in deze gebieden kon in principe wel gevist en gejaagd worden door de steentijd mens. Archeologische bewijzen voor menselijke aanwezigheid aan het begin van het Holocene zijn in Noord-Holland tot nu toe nooit gevonden. In het Maasvlakte gebied in Zuid-Holland (Rijn-Maas delta) zijn wel artefacten uit de diepe ondergrond naar boven gehaald die menselijke aanwezigheid daar in het Vroeg Holocene aantonen.

Ontstaan van het getijdenbekken (6250 – 5000 v. Chr)

De verdrinking van het Pleistocene dalsysteem door de zeespiegelstijging zette zich in het Atlanticum door. Het gevolg was dat het gebied na 6250 v. Chr. veranderde in een groot getijdenbekken. De zanden van Castricum (getijdegeul afzettingen) en het Laagpakket van Wormer (getijdenafzettingen) zijn de afzettingen die in het Atlanticum in het getijdenbekken werden afgezet.

Het actieve getijdengebied (geulen, zandplaten en slikken) waren ongeschikt voor bewoning. Archeologische vondsten zijn uit deze hoog-energetische getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer niet te verwachten.

Vorming van de binnenzee in het centrale deel van het Overijsselse Vechtsysteem (5000 – 3000 v. Chr)

Doordat in het Atlanticum het effect van de doorgaande zeespiegelstijging groter werd dan die van de sedimentatieophoging in het bekkensysteem kwam in de laatste helft van het Atlanticum het dieperliggende, kustwaartse deel van bekken permanent onderwater te staan (Afb. 8b). Tussen IJmuiden en Schoorl ontwikkelde zich in het gebied van het oude Pleistocene dalsysteem een ondiepe binnenzee. In deze ondiepe binnenzee werden offshore afzettingen gevormd. Deze afzettingen worden in dit rapport de “*Spisula* zanden” genoemd vanwege de grote hoeveelheid mariene schelpen die in deze afzettingen voorkomen.

Omdat het onderwaterafzettingen betreft, zijn in deze afzettingen geen archeologische bewoningsporen te verwachten. Hooguit verspoelde archeologische resten zijn mogelijk aanwezig in deze afzettingen; de kans die aan te treffen in boringen of ontsluitingen is erg klein.

6.2 Periode dat het Oer-IJ estuarium een actief getijdegebied was (3000 – 0 v. Chr)

Het ontstaan van het Oer-IJ (3000 – 2000 v. Chr)

De voorloper van het Oer-IJ estuarium was het zeegatsysteem dat aanvankelijk bij Haarlem lag (5000 v. Chr). In de periode tussen 5000 en 3000 v. Chr. schoof dit zeegat naar het noorden op richting Velsersbroek³⁶. Na 3000 v. Chr. zandde het toenmalige zeegat, ten hoogte van de Velsersbroek – Velsen lag, dicht. Het veenachterland bij Amsterdam, dat via het zeegat afwaterde naar zee, vond tussen 3000 en 2500 v. Chr. in het gebied tussen Beverwijk en Heemskerk een nieuwe noordelijke uitweg. In dat gebied vormde zich een nieuw zeegat. Het achterliggende getijsysteem dat bij dit nieuwe zeegat hoorde, wordt het Oer-IJ estuarium genoemd. Dit zeegatsysteem van het Oer-IJ schoof in de daarop volgende periode verder in noordwestelijke richting op. In Afb. 12 is het uitbouwende strandwallen-en duingebied tussen 3500 v. Chr. en 500 n. Chr. in een serie kaartreconstructies weergegeven.

In de tijd dat de nieuwe zee-opening van het Oer-IJ zich vormde (3000 -2500 v. Chr.) maakte het huidige PWN duingebied nog onderdeel uit van de toenmalige binnenzee (Bijlage IVa).

Het oudst bewaard gebleven strandwallen- en duinenlandschap (ondergrond van de Velsersbroek en Velsen; en Dorregeest – Alkmaar) is direct na de vorming ervan (Laat Neolithicum) bewoond geweest door de mens. Het duin- en strandwallengebied dat zich tijdens de Bronstijd en IJzertijd in het gebied van de gemeenten Beverwijk en Heemskerk vormde, en verder noordelijk in het gebied tussen Limmen en Heiloo, is ook vanaf vrijwel het begin van duinvorming bewoond geweest door de mens.

³⁶ Van de Valk, 1992 en 1996

Gesteld kan worden dat zodra duinen en strandwallen zich in het gebied ontwikkelen, deze betreden en bewoond werden door de mens. Ook het oude kweldergebied ter hoogte van de Wijkerbroek – gelegen tussen het strandwallengebied en het voormalige Oer-IJ getijdegebied – werd vanaf de Bronstijd bewerkt en later ook bewoond door de mens³⁷.

Periode van de differentiële kustuitbouw: vorming van het Oer-IJ zeegat bij Castricum (2000 – 650 v. Chr)

Tot 2000 v. Chr. ging de dichtslibbing over het hele traject van de geologische profielraai nog vrij gelijkmatig (Afb. 4 en 5). Vanaf 1500 n. Chr. gaat de binnenzee opvulling van het onderwatergebied in het noordelijke deel van de profielraai (bij Secundair L) sneller dan de rest van de raai. De snellere opslibbing in het noordelijk deel van de raai hangt samen met de uitbouw van strandwalcomplexen die in het gebied tussen Dorregeest – Alkmaar, Limmen en Heiloo, en Bakkum-Noord en Egmond-Binnen had plaatsgevonden (Bijlage IVa en IVb). Dit snelle aanzandingsproces zet zich in de periode tussen 1500 en 500 v. Chr. door. Rond 500 n. Chr. ligt het noordelijk deel van de profielraai boven het toenmalige GHW niveau en was daar de Oude Duinvorming begonnen.

In het zuidelijke deel van de raai tussen Secundair 5 en WRK gebouw is rond 1500 v. Chr. nog geen sprake van een versnelde opslibbing door uitbouwende strandwallen merkbaar. In dat gebied begint de versnelde aanzanding door strandwalvorming iets later, maar ook hier vond tussen 1500 en 500 v. Chr. relatief snelle sedimentatie plaats tot het niveau van GHW.

Tussen 1500 en 500 v. Chr. ging in het centrale deel van de profielraai de aanzanding veel minder snel. Door de differentiële opvulling van de binnenzee ontstond er in het centrale deel een laagte. Dit lage deel tussen Secundair G en E vormde rond 500 v. Chr. het mondingsgebied (zeegat) van het Oer-IJ. In het gebied tussen de profielraai en Uitgeest vormde zich een getijdegebied met getijgeulen, wadden, slikken en kwelders (Bijlage IVe). Het zeegat van het Oer-IJ aan het begin van de IJzertijd (500 v. Chr) is dus niet ontstaan door erosieve insnijding van een marien inbraaksysteem, wat in het verleden vaak gedacht werd³⁸, maar het gevolg van de differentiële opvulling van de oude binnenzee die in het midden Holoceen in centraal Noord Holland lag (Afb. 8a t/m 8e). Deze binnenzee was weer een relict ('overerving') van het laaggelegen dalsysteem van de Overijsselse Vecht uit het begin van het Holoceen (Afb. 8a). In feite is de dichtzanding van het Oer-IJ de laatste fase in het opvullingsproces van het Pleistocene dalsysteem van de Overijsselse Vecht.

Transgressieve ontwikkeling in het Oer-IJ estuarium (650-500 v. Chr)

Op de overgang van Bronstijd naar de IJzertijd vond er in het veenachterland van het Oer-IJ overstromingen plaats (Uitgeesterbroekpolder, Assum en de Assendelverpolders).³⁹ In die overstroomde gebieden vormde zich nieuwe kwelders met kwelderkreken. De kreken sneden zich daar in tot in de top van de afzettingen van het Laagpakket van Wormer (Oer-IJ fase 6; hoofdstuk 2).

Ook in het getijdegebied dat zich had gevormd tussen Castricum en Uitgeest was de transgressieve ontwikkeling tussen 650 en 500 v. Chr. duidelijk merkbaar. Daar vergrootten de getijgeulen zich en ontwikkelde zich een getijgebied met grote geulen en platen.⁴⁰ Een

³⁷ Therkorn 2009

³⁸ Pons, Van Oosten, 1974

³⁹ Resp. Therkorn 1989, De Koning 2008 en Vos 1983.

⁴⁰ Zie bijvoorbeeld de geul waarin een boomstamkano uit circa 550 na Chr. werd gevonden in de tunnelput onder het spoor van Uitgeest naar Haarlem vlak bij Assum (De Koning & Vos 2005).

heel grote getijgeul (de Dye) ontstond aan de noordzijde dit getijdegebied. Deze geul erodeerde in de transgressieve periode de oudere getijafzettingen aan de west-zuidwestzijde van Assum, Uitgeest, Limmerkoog en Limmen (vergelijk de kaartreconstructies van Bijlage IVd en IVe).

De transgressieve ontwikkeling (erosie), die zich tussen 650 en 500 v. Chr. in het Oer-IJ achterland voordeed, is echter niet geregistreerd in het mondingsgebied (afzettingen van de profielraai). Op basis van de dateringen van de mondingsafzettingen ('Spisula zanden') lijkt daar de sedimentatie (opvulling) gewoon door te gaan. Ook de strandwallen- en duinen aan de noord- en zuidzijde van de monding werden in die periode niet opgeruimd maar namen daar juist in omvang toe.

De verklaring hiervoor is dat de profielraai nog zo ver zeewaarts lag en dat de natte doorsnede van de monding rond 650 – 500 v. Chr. nog groot genoeg was voor de toegenomen waterverplaatsing van de eb- en vloedstromen naar het getijdegebied van het Oer-IJ.

Wat de oorzaak is geweest voor het optreden van de transgressieve ontwikkeling tussen 650 en 500 v. Chr. is onduidelijk. Een mogelijke oorzaak is dat het Oer-IJ veel meer drainagewater vanuit het achterland ging afvoeren (bijvoorbeeld doordat de Rijnafvoer via de Utrechtse Vecht groter werd). Gevolg van een grotere waterafvoer is dat de hoofdafvoergeul van het Oer-IJ daardoor groter werd. Indien dit het geval was is, kan de volgende redenering opgezet worden: doordat de hoofdgeul groter werd, ondervond het getij - dat het Oer-IJ estuarium binnen kwam - minder weerstand. Daardoor kon de getijgolf verder naar het achterland van het estuarium binnendringen. Gevolg was dat daar de getijrange - en daarmee het getijvolume - toenam. Ook de stormvloedhoogte nam toe in het achterland door de verminderde weerstand van het 'stormwater' in de geul en er dus meer water naar het achterland verplaatst kon worden. Het gevolg van de waterstandverhoging was dat de kwelders zich over het veenrandgebied konden uitbreiden. Daardoor werd er een kleilaag afgezet op het (slappe) veen. Omdat de veenlaag zettingsgevoelig was, kon het proces van autocompactie optreden: inzakking van het veen onder de druk van de nieuw gevormde kleilaag. Ook veenontginningsactiviteiten in de Assendelverpolders⁴¹ – voorafgaande aan de kwelderkleioverslibbing – kunnen bijgedragen hebben bij der daling van het veenopervlak⁴². De bodemdaling en de toename van de getijslag leidden tot een vergroting van het getijvolume⁴³ in het estuarium. Omdat het getijvolume een lineaire relatie heeft met de natte doorsneden (omvang) van de geulen, werden daardoor ook de geulen weer groter. Op deze wijze ontstond er een zichzelf versterkend transgressief proces. Dit proces ging door tot dat zich een nieuwe evenwichtssituatie had ingesteld in het gebied.

Een vergelijkbare redenering zou ook opgehangen kunnen worden in het geval van een versnelde stijging van de (gemiddelde) zeespiegelstand voor de kust (snelle toename zeespiegelstijging). Ook in die situatie zou het getijvolume toenemen in het estuarium en zouden geulen zich vergroten. Probleem bij deze redenering is dat daarvoor een grote versnelling van de zeespiegelstijging noodzakelijk is en dat is gezien de gereconstrueerde zeespiegelcurve voor de Nederlandse kust (Afb. 7) niet waarschijnlijk.

⁴¹ Huis Q; Therkorn, 1987

⁴² Vos, 1983

⁴³ Het getijvolume is de hoeveelheid water die tijdens ieder getijcyclus in en uit het estuarium stroomde.

Periode van de dichtzanding van het Oer-IJ zeegat (500 – 0 v. Chr)

De mariene activiteit in het Oer-IJ estuarium nam na 500 v. Chr. geleidelijk af. In die periode was het zichzelf versterkende verdrinkingsproces van het Oer-IJ gestopt en begon geleidelijk de omgekeerde ontwikkeling. De ophoging door sedimentatie in het Oer-IJ estuarium werd belangrijker dan de bodemdaling en de relatieve zeespiegelstijging. Door een netto sedimentatie-overschot nam het getijvolume van het getijsysteem af en daarmee werden de getijstromingen en de grootte van de getijgeulen geleidelijk kleiner. Door de verlanding nam in het achterland van het Oer-IJ estuarium de getijslag en de maximale stormvloedhoogten af. Door de waterstandverlagingen was het in de Late IJzertijd mogelijk om op de kwelderafzettingen te wonen (Uitgeesterbroekpolder, Assendelverpolders en Wijkerbroekpolder)⁴⁴. Deze gebieden werden dus in de Late IJzertijd dus niet meer overstroomd.

Tussen 500 en 250 v. Chr. werd het zeegat in het mondingsgebied (ter hoogte van de profielraai) voor een groot deel opgevuld met sediment. Na 250 v. Chr. zette dit opslibbingsproces zich verder door zodat rond de geboorte van Christus vrijwel het hele zeegat was dichtgezaand. Alleen in de nabijheid van het Pompgebouw bevond zich waarschijnlijk nog een kleine opening.

Het verlandingsproces in het Oer-IJ estuarium is ook sterk bevorderd doordat het Oer-IJ zijn rol als afwateringsysteem van het achterland ging verliezen; een functie waaraan het estuarium zijn ontstaan dankte. Uit de geschreven Romeinse bronnen kan afgeleid worden (Hoofdstuk 7; Tabel 33) dat het in de Vroeg Romeinse tijd mogelijk was via de Utrechtse Vecht en de Flevomeren naar de Waddenzee te varen. Er was dus in die tijd een nieuwe zeeverbinding ontstaan waarop de Flevomeren en de Utrechtse Vecht - via de Waddenzee - naar de Noordzee konden afwateren. Het sterke verlandingsproces - dat rond 400 v. Chr. in het Oer-IJ begon⁴⁵ - vormt een aanwijzing dat deze zeedoorbraak in het IJsselmeergebied in de Midden-IJzertijd is ontstaan.

Met de vorming van deze zeeverbinding naar het noorden verloor het Oer-IJ estuarium zijn afwateringsfunctie voor het gebied oostelijk van Amsterdam. Door het wegvallen van de waterdruk vanuit het achterland werden de hoofdgeul en zeegat door dit afwateringsproces niet meer opengehouden en kon naar verloop van tijd het hele mondingsgebied dichtzanden.

Door het dichtzanden van het zeegat breidde de strandwallen en duinen zich tussen 500 v. Chr. en het begin van de jaartelling verder uit over de mondingafzettingen⁴⁶ van het Oer-IJ uit. Tussen lage duinen ('Oude Duinen') met een maximale hoogte van ca. 0.5 à 1.5 m +NAP. Het reliëf was gering en bedroeg veelal niet meer dan 1 m.

De oudste archeologische resten, die in de bouwputten (binnen de profielraai) gevonden zijn, dateren uit de Midden – Late-IJzertijd (Secundair 5, Secundair G, het WRK gebouw en Secundair E). De archeologische dateringen op deze sites zijn in overeenstemming met de absolute dateringen van het duinzand (OSL) en de organische bodemlagen (¹⁴C-methode) uit de bouwputten.

Het gegeven dat op een aantal locaties in cultuurlagen uit de Midden- en Late IJzertijd scherven zijn gevonden, wijst erop dat in de omgeving van deze locaties nederzettingen moeten zijn geweest, ook al zijn geen concrete nederzettingssporen gevonden. (Secundair's

⁴⁴ De bewoning vond direct op de kwelderplaats ('vlaknederzettingen'); referenties

⁴⁵ Oer-IJ fase 8; hoofdstuk 2.2

⁴⁶ Onderdeel van de 'Spisula zanden' (hoofdstuk 4.2.1)

5, G, E en WRK gebouw). De beperkte archeologische waarnemingen die in de 50er en 60er jaren bij Secundair H en het Watervlak gedaan zijn⁴⁷, wijzen daar ook op.

De gevonden ploegsporen en het scherfmateriaal tonen aan dat de mens in de IJzertijd gewoond en gewerkt heeft op het nieuwgevormde duin- en strandwallengebied ten noorden en ten zuiden van de kleine zeegatopening (die zich bevond nabij het Pompgebouw).

6.3 Definitieve sluiting van het Oer-IJ zeegat door duinvorming (0 – 2000 n. Chr)

Periode van de washover-afzettingen (0-250 n. Chr)

Aan het begin van de Romeinse tijd was het zeegat vrijwel volledig dichtgezand. Mariene invloed in het achterliggende en verlande Oer-IJ estuarium vond alleen nog plaats achter de strandwal bij Castricum; en dat alleen tijdens grote stormen. Tijdens deze stormen sloeg de zee – via de restgeul ter hoogte van het Pompgebouw - over de nieuwgevormde strandwallen en werden schelprijke zanden achter de strandwal gedeponneerd (washovers). Bij Castricum – Zanderij (Bijlage III) zijn schelprijke washoverafzettingen gedateerd met behulp van de OSL-techniek⁴⁸. Daaruit blijkt dat daar nog tot in de 3^e eeuw stormafzettingen (Foto 84) achter de strandwal werden gevormd. Vanaf ca. 250 -300 n. Chr. werden deze stormafzettingen overstoven en werden duinzanden over de stormlagen afgezet⁴⁹.

Een groot discussiepunt is of er rond 50 n. Chr. nog een bevaarbare waterbinding bestond tussen de Noordzee en het Oer-IJ estuarium (Hoofdstuk 7). Deze vraag is relevant omdat bij Velsen zich een Romeins castellum bevond met een grote haven, waarvan de functie in de Romeinse militaire strategie onduidelijk is⁵⁰. Deze haven lag aan de zuidzijde van de hoofdgeul van het Oer-IJ. De archeologische vraag is of de Romeinen met hun schepen – via het Oer-IJ hoofdgeul – nog naar zee konden varen.

Een definitief antwoord is daar (nog) niet op te geven omdat er mogelijk nog een kleine opening was in de strandwal nabij het Pompgebouw. Daar is een laagte in de strandwal gevonden. Of daar in de directe nabijheid een restgeul voorkwam, of deze bevaarbaar was (continu of alleen tijdens hoogwater), is moeilijk te zeggen omdat de beschikbare geologische gegevens daar geen uitsluitsel over geven (niet gedetailleerd genoeg). Groot is de opening in de strandwal zeker niet geweest omdat de getijwerking in de Romeinse tijd vrijwel was weggefallen in het Oer-IJ estuarium. Ook ter hoogte van de Broekpolder was de hoofdgeul erg ondiep geworden⁵¹. Daar is in de restgeulopvulling een rituele offerplaats gevonden uit die tijd⁵². Het wegvallen van de getijdewerking is een belangrijke verklaring voor de grote dichtheid aan nederzettingen vanaf de Late IJzertijd tot in de Midden-Romeinse tijd; een veilig gebied met uitstekend voor landbouw en met name veeteelt geschikte bodems.

Op basis van de huidige gegevens is een bevaarbare zeeverbinding naar de Noordzee - via de Dye - dus niet geheel uit te sluiten. Zeker is het wel dat er een goede bevaarbare waterverbinding bestond - via de IJ geul en het Utrechtse Vechtsysteem - naar de Romeinse limes (Oude Rijn); en dat vanuit het fort Flevum de Noord Nederlandse kust bereikt kon worden via de Flevomeren en de Waddenzee.

⁴⁷ Hoofdstuk 2.3

⁴⁸ Vos, 2007

⁴⁹ Zie ook opgraving Castricum-Oosterbuurt (Hagers & Sier 1999).

⁵⁰ Morel, 1986

⁵¹ Vos, 2000

⁵² Therkorn, e.a., 2009; Kok, 2008.

De duinvorming in het PWN gebied zorgde ervoor dat in de loop van de 3^e eeuw na Chr. het Oer-IJ estuariumgebied volledig was afgesloten van de zee. In die tijd bevond de kustlijn (strand) zich westelijk van de profielraai ter hoogte van de locatie van In het gebied vond (Oude) Duinvorming plaats.

Het duinoppervlak in de bouwputten lag in die tijd veelal rond de 1.5 m en het duinreliëf in de putten kwam veelal niet boven de 1.5 m uit. Ook in de Romeinse tijd zijn er in de bouwputten Secundair G en WRK gebouw archeologische resten gevonden die er op wijzen dat de mens actief was in dat gebied (ploegsporen) en dat er nederzettingen in de omgeving aanwezig waren voorkomen scherfmateriaal.

Doorgaande duinvorming over de oudere duinen- en strandwallen (250 – 1000 n. Chr)

De duinprofielen in de bouwputten (Secundair's L, E, D, G, en 5 en het WRK gebouw) bevatten meerdere organisch rijke lagen afgewisseld met 'schone' duinzanden. De organische lagen bestonden uit humeuze bodems, donkere, sterk humeuze tot venige bodems, en cultuurlagen (omgewerkte bodems).

Alleen bij de meest westelijk gelegen Secundair 3 zijn geen bodems of organisch rijke lagen gevonden, hetgeen samenhangt met de snelle en relatief grootschalige duinvorming (grootschalige scheve gelaagdheid) die daar vanaf de Romeinse tijd plaatsvond.

Bij het Pompgebouw was slechts één veenlaag aanwezig die qua tijd-diepte verhouding (ca. 650 n. Chr. op 0.5 m –NAP) duidelijk afweek van de organische bodems en veenlagen uit de andere bouwputten. De afwijkende situatie bij het Pompgebouw hangt samen met het voorkomen van een depressie (poel) in het duinlandschap die pas in de vroege middeleeuwen werd opgevuld met organisch materiaal.

Vooraf bij de Secundair's 5 en G, en het WRK gebouw werd een sterke afwisseling gevonden van grotere en kleinere duinzandlagen en organisch rijke bodems. Deze afwisseling wijst erop dat op die plaatsen herhaaldelijk verstuiwing plaatsvond en dat in een volgende periode het zand weer werd vastgelegd door de vegetatie (en bodemvorming optrad). De opnamen in de bouwputten laten zien dat het kleine lokale verstuiwingen waren. Het is zeker niet uit te sluiten dat de mens een rol heeft gespeeld bij het optreden van deze lokale verstuiwingen. Door het verstoren van de vegetatie (ploegen en betreding) kan de beschermende vegetatielaag plaatselijk verstoord zijn en die locaties zijn gevoelig voor zandverstuiwingen.

Bij de Secundair L, WRK gebouw en Secundair 5 komen op een hoger niveau (boven de 2m + NAP) donkere, relatief dikke en compacte, venige bodems voor die gevormd zijn in een relatief natte omgeving. De natte omgeving bestond uit een duinvallei met een hoge grondwaterstand, waar ophoping van organische stof plaatsvond in een natte bodem of een poel met ondiep water.

De tijd – diepterelatie bij deze sites is:

Secundair L: onderkant venige bodem op 2.05 m +NAP en ouderdom ca. 650 n. Chr

WRK gebouw: onderkant venige bodem op 2.1 m +NAP en ouderdom ca. 700 -800 n. Chr

Secundair 5: onderkant venige bodem (geploegd) op 2.25 m +NAP en ouderdom ca. 980 n. Chr.

Ook in de bouwput van Secundair E komt een dunnere venige bodemlaag voor op een diepte van 1.2 m + NAP; de ouderdom daarvan is ca. 500 n. Chr

Het voorkomen van venige bodems op een hoger duinniveau (> 2 m + NAP) betekent dat na de Romeinse tijd het grondwaterniveau in de duinen is gestegen. Deze grondwaterstijging hing samen met de zeewaartse uitbreiding van de kustduinen in westelijke richting, hetgeen de geologische opbouw / dateringen van Secundair 3 ook laat zien. Door de verbreding van

het kustduingebied steeg het grondwater in het centrale gebied van het duingebied ('opbollingseffect' van het grondwaterniveau). Deze grondwaterstijging leidde tot de vernatting en veenvorming in relatief lager gelegen de duinvalleien.

Een vergelijkbaar verschijnsel is ook waargenomen bij het Middensluiseiland onderzoek (sluizen bij IJmuiden)⁵³ waar de oude duinafzettingen in het havenhoofd zijn bestudeerd.

Op basis van de hoogte van de veenlagen in de duinvalleien werden daar de onderstaande paleogroundwaterstanden tussen 0 en 900 n. Chr. gereconstrueerd.

- Grondwater rond 450 n. Chr. op ca. 2.2 m +NAP
- Grondwater rond 550 n. Chr. op ca. 2.5 m +NAP
- Grondwater rond 700 n. Chr. op ca. 3.2 m +NAP
- Grondwater rond 900 n. Chr. op ca. 3.5 m +NAP (basis windabratieniveau Jonge Duinen)

De grondwaterstandhoogte betreffen 'orde grootte getallen' voor de gemiddelde grondwaterstand. Onderscheid in gemiddeld laag grondwater (GLG) en gemiddeld hoog grondwater (GHG) wordt niet gemaakt.

Vergelijken we de ruwe grondwaterstandgegevens van Middensluiseiland met de waarden van Secundair E, Secundair L, WRK gebouw en Secundair 5 dan valt op dat de paleogroundwaterstanden in het PWN (basis van de natte duinvalleibodems) voor de Vroege Middeleeuwen wat lager liggen dan bij Middensluiseiland. Een verklaring voor de lagere waarden in het PWN duingebied is de geringere breedte van het kustduinprofiel in de vroege middeleeuwen waardoor in het centrale deel van het duingebied een minder sterke opbolling van het grondwater plaatsvond.

Voor de mens was een relatief hoge grondwaterstand alleen maar gunstig. Het duinlandschap was daardoor gevarieerd met hogere en droge duingedeelte en lagere natte duinvalleien. Drinkwater was ondiep en in voldoende mate beschikbaar. Getuige de ploegsporen die bij Secundair 5 in de venige bodemlaag zijn gevonden waren deze relatief natte gronden ook geschikt voor de landbouw.

Aardewerk uit de vroege middeleeuwen is in een aantal bouwputten gevonden: Secundair E, Secundair D, Secundair G, en Secundair 5 (alleen ploeglaag). Het is aannemelijk dat in de omgeving van deze sites bewoning heeft plaatsgevonden; bewoningslagen die zijn overstoven (of geërodeerd) tijdens de later Jonge Duinvorming.

Periode van Jonge Duinvorming (1000 – 1800 n. Chr)

Rond 950 en 1000 n. Chr. veranderde de duinvorming aan de kust van West Nederland. Grote hoeveelheden zand op drift kwamen en dit had tot gevolg dat vanaf die tijd de reliëfrijke 'Jonge Duinen' gevormd werden. Deze paraboolduinen bereikten in het PWN duingebied veel hoge maximale niveaus NAP dan de Oude Duinen die in de voorafgaande perioden waren gevormd. De Oude Duinen haalde in de opgenomen bouwputten een hoogte van 4 tot maximaal 5 m +NAP. De Jonge Duinen in de kustzone van het PWN duingebied kunnen hoogten bereiken van 15 tot 25 m +NAP. In het gebied van de profielraai en de bouwputten komen geen hoge paraboolduinen voor (Afb. 3.). De hoge duinen liggen westelijk (o.a. Zuidernollen) en oostelijk (Papenberg) van de raai.

Aan de basis van de paraboolduinen komen veelal horizontaal gelaagde duinafzettingen voor die het Oude Duinreliëf afdekken. Bij de migratie van het paraboolduin (ook wel 'loopduin' genoemd) werden de toppen van de oude duinen door winderosie opgeruimd ('afgeschoren') en de tussenliggende duinvalleien met duinzand opgevuld. De afvlakking van de top van de

⁵³ Vos, 2008

oude duinen is in de bouwputten WRK gebouw waargenomen en Secundair 5 (Foto 76 en 77; Bijlage IV). Deze afvlakking wordt ook wel de 'egalisatiefasen' genoemd⁵⁴. In de overwegend horizontaal gelaagde afzettingen van de egalisatiefasen komen bodems voor. Deze zijn gevormd in de grote, brede vlakten tussen de paraboolduinen. Bij Secundair 5 en bij het WRK gebouw is een dergelijke vlakke bodem gedateerd tussen ca. 950 en 1000 n. Chr.

Uit het AHN kaartbeeld (Afb. 3) kan opgemaakt worden dat de verplaatsing van de paraboolduinen een zuidwest – noordoostelijke richting had. Uit deze oriëntatie kan de conclusie worden getrokken dat de Papenberg tijdens de overgang vroege – late middeleeuwen over de bouwputten Secundair 5, WRH gebouw en Secundair G gelopen heeft en de egalisatie van het Oude Duinreliëf daar veroorzaakt heeft. Het grote patroon van de paraboolduinen - zoals we die nu kennen in het PWN duingebied – is voor het grootste deel ontstaan voor de 16^e eeuw. Daarna hebben er nog wel lokaal zandverstuivingen plaatsgevonden, maar het grote duinmorfologie, zoals zichtbaar in Afb. 3, is vanaf die tijd niet meer gewijzigd.

Archeologische sporen of materialen zijn in de afzettingen van egalisatiefasen niet gevonden. Omdat de top van het bodemprofiel in de bouwputten verstoord of vergraven was, konden de bovenste Jonge Duin afzettingen in de bouwputten niet bestudeerd worden. In de Jonge Duinafzettingen komt over het algemeen weinig of geen archeologische resten voor.

In Afb. 11 is voor het Breesaap gebied een schematische weergaven gegeven van de laagopbouw van de paraboolduinafzettingen op de Oude Duinen. Een vergelijkbare ontwikkeling als geschetst in deze afbeelding heeft zich ook voorgedaan in het PWN duingebied.

De geolandschappelijke onderzoeksresultaten van dit rapport sluiten goed aan bij de bevindingen die beschreven voor het Middensluiseland, het Hoogovengebied en de Breesaap⁵⁵. De onderzoeksresultaten van deze studie ondersteunen de visie op het ontstaan van het Jonge Duinlandschap in deze regio, namelijk de 'egalisatie' van de Oude Duinen door de 'loopduinfase' (migreren) van een groot paraboolduin voor 1000 n. Chr.

De geologische literatuur⁵⁶ geeft aan dat diverse factoren een rol hebben gespeeld bij de Oude en Jonge duinvorming. Genoemd worden klimaat (verdroging en toename stormfrequenties), de mens (overbeweiding, akkeren, zandwinning en houtkap) en kusterosie (vrijkomen van zand). Echter hoe groot de rol van deze afzonderlijke factoren was en wat uiteindelijk de sturende (beslissende) factor was in het duinvormingsproces is onzeker.

In het kustduinonderzoek kan je wel aantonen dat verschillende factoren een rol gespeeld kunnen hebben bij de zandverstuivingen en duinvorming. Bijvoorbeeld kan je met behulp van pollenonderzoek aantonen dat de mens de vegetatieontwikkeling in het duingebied heeft beïnvloed, maar in welke mate dat is gebeurd en of dat de beslissende factor was voor de zandverstuivingen en dat andere factoren geen of een ondergeschikte rol hebben gespeeld, blijft onzeker. Het ontbreken van voldoende en adequate proxies om dit te meten is in dit type onderzoek een groot probleem.

⁵⁴ Jelgersma, 1970; Pruissers e.a., 1991

⁵⁵ Jelgersma e.a. (1970) en Pruissers e.a. (1991)

⁵⁶ o.a. Jelgersma e.a., 1970; Van der Valk, 1992; Pruissers e.a., 1991

Periode van de vorming van de 'zanddijk' (1800 n. Chr. - heden)

Gedurende de 19^e en 20^e eeuw worden ten behoeve van de kustverdediging de duinen aan de zeereep vastgelegd met windschermen en de aanplant van helm. Laagten tussen de paraboolduinen (Afb. 15) aan de zeezijde stoven daardoor dicht en op deze wijze ontstond aan de zeereep één langgerekt kustduin. Vanwege de antropogene genese kan dit langgerekte kustduin ook wel de 'zanddijk' wordt genoemd; zie ook Afb. 14 en Foto 1.

7 Sluiting van het Oer-IJ zeegat in relatie met de bevaarbaarheid van de havens van de Romeinse forten Velsen 1 en 2 (Flevum); discussie

De resultaten van dit geo-archeologische onderzoek kunnen gebruikt worden voor een beter begrip van andere vindplaatsen in het Oer-IJ estuarium. Zo bestaat er een interessante relatie tussen (de sluiting van) de monding van het Oer-IJ en de situatie in het estuariene achterland en de functie van de Romeinse forten Velsen 1 en 2 (Flevum) in de 1e helft van de 1e eeuw n. Chr. Al sinds de ontdekking van de Velsense forten is nagedacht over de functie van de forten binnen de Romeinse strategie. Men heeft voorlopig steeds geconcludeerd⁵⁷ dat het castellum gelegen was aan een geul, die verbinding had met de Noordzee. De aangetroffen havenwerken moeten in de bestaande visie te maken hebben met Romeinse expansie - via scheepvaart op de Noordzee - naar noordelijk Duitsland en Engeland. Gedacht wordt aan forse schepen die met troepen en/of bevoorrading via het IJ naar de Noordzee en vervolgens bijvoorbeeld naar de monding van de Elbe of de Wezer zouden varen, of naar Groot-Brittannië. Dit impliceert tevens dat een belangrijk deel van het bestaansrecht van het fort Flevum niet ligt in de aanwezigheid van een forse concentratie inheemse bewoning in het betreffende gebied (vanwege de economische en/of militaire betekenis van het gebied van de Friezen) maar dat het bestaansrecht met name ligt in Romeinse aspiraties ver weg van het Oer-IJ gebied.

Uit de geologische gegevens in de onderhavige studie blijkt dat de dichtzanding van de monding van het Oer-IJ (een proces dat vele eeuwen besloeg) ten tijde van de bouw en het gebruik van de Velsense forten al dermate ver was voortgeschreden, dat het varen met grotere schepen vanaf het fort naar de Noordzee nauwelijks meer mogelijk lijkt. Het is denkbaar dat er in de 1e helft van de 1e eeuw met een kano of platbodem bij hoogwater door een restgeul in de strandwal gevaren zou kunnen worden, maar er lijkt zeker geen sprake meer te zijn van ideale condities voor grootschalige scheepvaart omdat de restgeul – indien aanwezig – een beperkte opening had. Ook het geoarcheologisch onderzoek in de Broekpolder, gelegen aan de oude hoofdgeul van het Oer-IJ, laat zien dat de hoofdgeul door voor het grootste deel is dichtgeslibd⁵⁸.

De suggestie kan worden gedaan dat de Romeinen het laatste, meest verzande deel van de route naar zee door middel van de aanleg van een kanaal open hebben kunnen houden. Dit zou dan moeten zijn vanaf de hoogte van Beverwijk-Wijkerbroek - tussen Uitgeest en Heemskerk door - richting Castricum en verder in westelijke richting naar zee. Deze mogelijkheid lijkt onwaarschijnlijk (totale lengte bedraagt ca. 8-10 km). Niet alleen zou er al lang iets van zo'n kanaal en/of de bijbehorende grootschalige activiteiten in de bodem moeten zijn teruggevonden, de Romeinen zullen kennis hebben gehad van de geweldige dynamiek die de water- en zandtransporten in het mondingsgebied met zich mee moet hebben gebracht en daarom deze riskante investering in mensen en materieel niet hebben willen doen indien het hen enkel en alleen om troepentransport per schip naar de Noordzee te doen was geweest.

Uitgaande van de aanname dat het fort wel met het doel van grootschalige scheepvaart naar de Noordzee is gebouwd, kan omgekeerd geredeneerd worden dat de hier gepresenteerde

⁵⁷ Morel, 1986

⁵⁸ Therkorn, e.a. 2009

geologische (daterings)gegevens niet kunnen kloppen, of dat er een belangrijke factor over het hoofd wordt gezien.

Echter, een andere mogelijkheid is het heroverwegen van het bestaansrecht van het fort. De stelling is dan: De Romeinen hadden andere redenen om bij Velsen een fort te bouwen, dan naar de Noordzee te varen.

De volgende argumenten zijn daarvoor aan te dragen:

- a. De Romeinen kunnen zich niet 'vergist' hebben; niet waarschijnlijk want daar hadden ze te veel locale kennis voor.
- b. Er waren alternatieve routes voor scheepvaart naar Engeland en/of Elbe- en Wezergebied (via Rijn naar Noordzee en via Almere en Vlie).
- c. Het Oer-IJ gebied was economisch/militair van belang voor de Romeinen.

Ad. a. Uit andere gebieden/landen is bekend dat de Romeinen bijzonder goede weg- en waterbouwers waren, die zich goed op de hoogte stelden van de terreinomstandigheden voordat ze met de bouw van een fort begonnen. Bovendien maakte het gebied tussen Rijn en Elbe in die bewuste periode (en zeker het gebied van de Friezen) destijds deel uit van een nieuw verworven stuk Romeinse rijk (ook al was nog niet alles op orde en tot rust gekomen), maar men zal uitgebreide toegang hebben gehad tot gebiedskennis, locale inlichtingenbronnen, enz. Het zou naïef zijn te denken dat de Romeinen er kort na de bouw van het fort achter zijn gekomen dat men het op de verkeerde plek aangelegd had.

Ad. b. Bekend is dat de (Oude) Rijn goed voor grotere schepen bevaarbaar was in die tijd en dat ook de route via de Utrechtse Vecht en de binnenmeren, recht naar het noorden ondanks de drijvende veeneilanden, relatief veilig was.

De dichtzanding en verlanding van het Oer-IJ, die rond 400 v. Chr. begon (zie hoofdstuk 2.2), vormt een aanwijzing dat in die periode een zeeopening van het Vechtsysteem via de Flevomeren naar de Waddenzee ontstaat. Door deze nieuwe zeeverbinding (vergelijk de kaarten in Afb. 8d en 8e) verloor het Oer-IJ zijn afwateringsfunctie van het achterland. Doordat de waterlast van het achterland was weggevallen, zandde het zeegat van het Oer-IJ bij Castricum geleidelijk dicht zich en werd vanaf de Romeinse tijd het estuarium door de vorming van een lage strandwal definitief afgesloten van de zee (Afb. 8e en 8d; Bijlage IV).

Ad. c. Interessant is het om de betreffende tekst van Tacitus' Annalen nauwkeurig te bestuderen, gelet op de nieuwe inzichten die uit dit onderzoek voortkomen. Bijvoorbeeld:

Wordt met het aestuaria in "Igitur proxima aestuaria aggeribus et pontibus traducendo graviore agmini firmat" (zie Tabel 33) in het Latijn echt een getijdesysteem bedoeld? Of (zoals in de hier gegeven vertaling) 'moeras'? En: kan/zal het woord in die tijd niet best gebruikt zijn voor een gebied zo dicht bij zee, waarvan de krekensstructuur nog prima zichtbaar moet zijn geweest, voor een reeds sterk verzoet systeem? Het verlande Oer-IJ getijgebied gebied tussen Castricum, Uitgeest, Beverwijk-Wijkerbroek en Assendelft was juist vanwege het wegvallen van instromend getijwater voor de Romeinen een belangrijk en interessant gebied geworden. Het gebied was 'droog' en gunstiger voor bewoning en menselijke activiteiten (o.a. landbouw). Alleen tijdens uitzonderlijke stormen kon de lage strandwal bij Castricum in het mondingsgebied nog overstromen (wash-over afzettingen doen zich bij Castricum Zanderij voor tot in de tot in de 3^e eeuw n. Chr.).

Verder is de mogelijke reden voor de bouw van Flevum wellicht te lezen in de tekst "et haud spernenda illic civium sociorumque manus litora Oceani praesidebat." ("Daar bewaakte een niet onaanzienlijke menigte burgers en bondgenoten de kust van de Oceaan.") Het ging dus om het 'bewaken' van de kust. Voor wie? En tegen wie? De Chauken, die af en toe invallen deden? En wie waren die bondgenoten dan? De Friezen, (of alleen een aantal Rome-welgezinde Friese families), of juist de ingehuurde Cananefaatse en/of Bataafse hulptroepen? Kortom, het is goed mogelijk dat er in het Oer-IJ gebied zaken speelden die

niets met een (directe) scheepvaartroute naar de Noordzee te maken hadden, maar eerder met militaire of economische belangen die met de grote bevolkingsdichtheid en de relatie met de Friezen te maken had.

Tabel 35: Tekst van Tacitus' Annalen die betrekking heeft op de bevolking en het kustgebied van west en noordwest Nederland.

Caput LXXII	Hoofdstuk 72
4.72.1. <i>Eodem anno Frisii, transrhenanus populus, pacem exuere, nostra magis avaritia quam obsequii impatientes. Tributum iis Drusus iusserat modicum pro angustia rerum, ut in usus militaris coria boum penderent, non intenta cuiusquam cura quae firmitudo, quae mensura, donec Olennius e primipilaribus regendis Frisiis impositus terga urorum delegit quorum ad formam acciperentur.</i>	4.72.1. In hetzelfde jaar zijn de Friezen, een volk aan de overkant van de Rijn, in opstand gekomen, meer als gevolg van onze eigen inheligheid dan uit misnoegen over hun onderwerping. Drusus had hen een matige belasting opgedragen met het oog op hun beperkte middelen, namelijk om voor militair gebruik runderhuiden in te brengen, zonder dat iemand zich er ooit druk om had gemaakt welke kwaliteit en welke afmeting zij moesten hebben, totdat Olennius, een van de primipili, aangesteld om de Friezen te regeren, huiden van oerossen uitkoos, naar het formaat waarvan hij ze wenste te ontvangen.
4.72.2. <i>Id aliis quoque nationibus arduum apud Germanos difficiliter tolerabatur, quis ingentium beluarum feraces saltus, modica domi armenta sunt. Ac primo boves ipsos, mox agros, postremo corpora coniugum aut liberorum servitio tradebant.</i>	4.72.2. Deze belasting, ook voor andere volken al een zware opgave, werd bij de Germanen des te moeilijker verdragen omdat zij wel wouden hebben, rijk aan kolossale wilde dieren, maar stalvee van slechts bescheiden omvang. En aanvankelijk leverden zij de runderen zelf in, daarna hun akkers, tenslotte stonden zij hun vrouwen of kinderen als slaven af.
4.72.3. <i>Hinc ira et questus et postquam non subveniebatur remedium ex bello. Rapti qui tributo aderant milites et patibulo adfixi: Olennius infensos fuga praevenit receptus castello cui nomen Flevum; et haud spernenda illic civium sociorumque manus litora Oceani praesidebat.</i>	4.72.3. Hieruit kwam wrok voort en geklaag en toen er geen verlichting kwam probeerden ze een oplossing te forceren door middel van oorlog. De soldaten die voor de inning van de belasting aanwezig waren werden gegrepen en aan de galg geknoopt: Olennius wist door een vlucht zijn vijanden te vlug af te zijn en trok zich terug in een versterking dat de naam 'Flevum' droeg. Daar bewaakte een niet onaanzienlijke menigte burgers en bondgenoten de kust van de Oceaan.
Caput LXXIII	Hoofdstuk 73
4.73.1. <i>Quod ubi L. Apronio inferioris Germaniae pro praetore cognitum, vexilla legionum e superiore provincia peditumque et equitum auxilium delectos accivit ac simul utrumque exercitum Rheno devectum Frisiis intulit, soluto iam castelli obsidio et ad sua tutanda degressis rebellibus. Igitur proxima aestuaria aggeribus et pontibus traducendo graviori agmini firmat.</i>	4.73.1. Zodra dit bij Lucius Apronius, de pro-praetor van Beneden-Germanië, bekend was geworden, ontbood hij de eenheden van de legioenen uit de Boven-Provincie alsmede uitgelezen infanterie en cavalerie van de hulptroepen en voerde beide legereenheden de Rijn af naar de Friezen. Het beleg van het fort was toen al opgeheven en de opstandelingen waren weggetrokken om hun eigendommen te verdedigen. Derhalve verstevigde hij de moerassen in de buurt met dijken en veenbruggen om daar de zwaardere leger troos overheen te voeren.

4.73.2. <i>Atque interim repertis vadis alam Canninefatem et quod peditum Germanorum inter nostros merebat circumgredi terga hostium iubet, qui iam acie compositi pellunt turmas socialis equitesque legionum subsidio missos. Tum tres leves cohortes ac rursus duae, dein tempore interiecto alarius eques immissus: satis validi si simul incubuissent, per intervallum adventantes neque constantiam addiderant turbatis et pavore fugientium auferebantur.</i>	4.73.2. En na intussen doorwaadbare plaatsen gevonden te hebben gaf hij een ruiterafdeling van de Canninefaten en wat er aan Germaanse ruiters tussen de onzen diende de opdracht om met een omtrekkende beweging in de rug te komen van de vijanden, die, al voor een veldslag opgesteld, de cavalerie van de bondgenoten en de te hulp gezonden ruiterij van de legioenen onder zware druk zetten. Toen zijn drie lichtgewapende cohorten en daarna weer twee en, nadat er vervolgens enige tijd tussen verlopen was, de ruiterij van de bondgenoten opafgestuurd. Hoewel die sterk genoeg zouden zijn geweest als zij tegelijk aangevallen hadden, hebben zij nu, omdat ze bij tussenpozen gearriveerd waren, enerzijds niets bijgedragen aan het moreel bij de soldaten die al in verwarring gebracht waren en anderzijds werden zij door de schrik van de vluchtenden meegesleurd.
4.73.3. <i>Cethego Labeoni legato quintae legionis quod reliquum auxiliorum tradit. Atque ille dubia suorum re in anceps tractus missis nuntiis vim legionum implorabat. Prorumpunt quintani ante alios et acri pugna hoste pulso recipiunt cohortis alasque fessas vulneribus. Neque dux Romanus ultum iit aut corpora humavit, quamquam multi tribunorum praefectorumque et insignes centuriones cecidissent.</i>	4.73.3. Toen stelde Apronius aan Cethegus Labeo, onderbevelhebber van het vijfde legioen, alles ter beschikking wat hij nog aan hulptroepen had. En ook hij, door de hachelijke omstandigheden van de zijnen in een gevaarlijke positie gebracht, verzocht dringend om de hoofdmacht van de legioenen door het zenden van boden. Toen stormden de mannen van het vijfde legioen vóór de anderen naar voren en, door de vijand in een verbeten gevecht op de vlucht te drijven, ontzetten zij de cohorten en eskadrons die uitgeput waren door verwondingen. En de Romeinse aanvoerder trok niet op wraak uit noch begroef hij de gesneuvelden, ofschoon er veel tribunen en praefecten en aanzienlijke centurio's gesneuveld waren.
4.73.4. <i>Mox compertum a transfugis nongentos Romanorum apud lucum quem Baduhennae vocant pugna in posterum extracta confectos, et aliam quadringentorum manum occupata Cruptorigis quondam stipendiari villa, postquam proditio metuebatur, mutuis ictibus procubuisse.</i>	4.73.4. Naderhand is men van overlopers te weten gekomen dat 900 Romeinen afgemaakt zijn in het zogenoemde Baduhennawoud nadat zij de strijd tot de volgende dag hadden weten te rekken, en dat een andere afdeling van 400 eerst de villa bezet hadden van Cruptorix, die ooit als soldaat gediend had, en elkaar neergestoken hadden toen men verraad vreesde.
Caput LXIV	Hoofdstuk 74
4.74.1. <i>Clarum inde inter Germanos Frisium nomen, dissimulante Tiberio damna ne cui bellum permetteret. Neque senatus in eo cura an imperii extrema dehonestarentur: pavor internus occupaverat animos cui remedium adulatione quaerebatur.</i>	4.74.1. Hierna was onder de Germanen de naam van de Friezen beroemd, terwijl Tiberius de verliezen geheim hield om niet aan een ander de oorlog te hoeven op te dragen. En ook de senaat maakte zich hierover geen zorgen, of de zoom van het rijk te schande gemaakt werd. Schrik over wat zich vlakbij afspeelde had zich van hen meester gemaakt; hiervoor zochten zij een oplossing door vleierij.

Het is uiteraard niet mogelijk om in het kader van dit onderzoek nader in te gaan op de mogelijke overwegingen van de Romeinen om het fort Flevum op dit bewuste tijdstip (begin van de 1^e eeuw) op deze plek te bouwen. Hiervoor is veel meer specialistische expertise en studie nodig. De in dit onderzoek gegenereerde kennis kan wel dienen voor een beter begrip van de redenen voor de bouw en het gebruik van het fort Flevum en mogelijk ook bijdragen aan een verklaring voor de vrij spoedige teloorgang daarvan. Enkele hier in het midden gelaten vraagstukken kunnen vise versa wellicht met behulp van nadere archeologische gegevens uit de forten (denk o.a. aan de studies in het kader van het Odyssee-project) door een integrale aanpak mogelijk beantwoord worden.

8 Antwoord op de gestelde geo- en archeolandschappelijke vragen

Aan de geoarcheologische studie in het PWN-duingebied van Castricum zijn een aantal onderzoeksvragen gesteld (Hoofdstuk 1) die op basis van de verzamelde kennis uit de voorgaande hoofdstukken 2 t/m 7 zullen worden beantwoord. De antwoorden op deze vragen vormen tevens de conclusie van dit onderzoek.

Geolandschappelijke vragen

Vraag: Waar lag het zeegat van het Oer-IJ bij Castricum tijdens de verschillende archeologische perioden (noordelijke en zuidelijke begrenzing met het strandwallengebied).

Antwoord: Het zeegat van de Oer-IJ monding is een 'laatste relict' (overblijfsel) van een geologische uitgangssituatie die zich voordeed aan het begin van het Holoceen. In centraal Noord Holland lag in die tijd en groot rivierdal, het dalsysteem van de Overijsselse Vecht. Als gevolg van de Holocene zeespiegelstijging werd dit dalsysteem overstromd door de zee en vormde zich daar een getijdebekken. Tijdens het Midden Holoceen ontwikkelde zich in het (latere) gebied van het Oer-IJ een binnenzee. Droogvallende getijdengebieden van het getijdenbekken van Noord Holland lagen oostelijk van de lijn Uitgeest – Alkmaar. Op die lijn ontwikkelde zich ca. 3500 v. Chr. strandwallen die in de daaropvolgende periode in westelijke richting uitbouwden. De strandwal uitbouw ging in het gebied bij Beverwijk – Heemskerk en in het gebied bij Limmen – Heiloo sneller dan in het gebied tussen Castricum en Uitgeest. Het gevolg van deze differentiële kustuitbouw was dat zich in de Bronstijd en IJzertijd tussen Castricum en Heiloo een getijdegebied ontstond dat via een rivierloop (tussen Velsen en Amsterdam) verbinding had met de Utrechtse Vecht. Dit getijdensysteem wordt het Oer-IJ estuarium genoemd.

Het zeegat van het Oer-IJ estuarium bij Castricum was tijdens de IJzertijd - Bronstijd dus niet ontstaan door een erosieve inbraak van de zee maar door differentiële kustuitbouw van de strandwallen (zie kaartreconstructies Afb. 8; en Bijlage IV).

Vraag: Is het zuidelijk deel van het zeegat van het Oer-IJ eerder dichtgezaand dan het noordelijk deel.

Antwoord: Nee, de laatste restgeul van het zeegat lag in de nabijheid van het Pompgebouw, vrij centraal gelegen in het mondingsgebied van het Oer-IJ tijdens de IJzertijd.

Vraag: Was het zeegat van het Oer-IJ 'dicht' in de Romeinse tijd.

Antwoord: Het zeegat van het Oer-IJ was grotendeels dicht geslibd aan het begin van de Romeinse tijd. Waarschijnlijk bestond er nog een kleine opening in de strandwal bij het Pompgebouw. De beschikbare geologisch onderzoeksgegevens zijn niet gedetailleerd genoeg om uitspraken te doen over de omvang van de restgeul in die tijd. Groot is deze zeker niet geweest omdat in de Romeinse tijd gewoond werd op de verlande intergetijde en kwelderafzettingen van het Oer-IJ. De getijwerking was dus in die tijd vrijwel volledig weggefallen in het Oer-IJ estuarium.

Vraag: Heeft er, voorafgaand aan de duinvorming, een fase bestaan waarin 'wash-overs' (overslaggronden) en 'sluffers' werden gevormd in het mondingsgebied van het Oer-IJ.

Antwoord: Ja, washover-afzettingen zijn gevonden bij Castricum – Zanderij (Bijlage III); het gebied oostelijk van het Pompgebouw. Deze washover-afzettingen hebben zich daar

gevormd tot ca. 250 n. Chr. daarna startte daar de duinvorming en was het Oer-IJ estuarium definitief afgesloten van de zee.

Vraag: Wanneer begint de oude duinvorming in de verschillende delen van het duingebied. Zijn de verschillende fasen van duinvorming te koppelen aan verstuiwingsfasen die in oudere duinstudies in de regio onderscheiden zijn?

Antwoord: Er bestaan duidelijke overeenkomsten. Net als in het Hoogovengebied en op Middensluiseland bevatten de Oude Duinen in het PWN duingebied meerdere bodem en duinzandlagen en is het duinreliëf beperkt (ca. 1 tot maximaal 2 m). De verstuiwingen zijn zeer lokaal en qua tijd voor ieder locatie –in detail – verschillend.

Vraag: Wanneer begint de Jonge Duinontwikkeling en welke factoren hebben deze ontwikkeling bepaald (natuurlijk en/of antropogeen).

Antwoord: De 'egaliseringsfase' van de Jonge Duinvorming begin ca 950 – 1000 n. Chr. in het PWN duingebied. Dat is in overeenstemming met de duinontwikkeling op het Hoogoventerrein en op Middensluiseland / Breesaap gebied. Ook de vorming en migratie van paraboolduinen ('loopduinen') is vergelijkbaar. De mens zal zeker een rol hebben gespeeld bij de duinvorming. Harde bewijzen dat de mens de sturende factor was in de Jonge Duinvorming ontbreken.

Archeo-landschappelijke vragen

De archeologische vondsten en waarnemingen die gedaan zijn in de bouwputten bevestigen dat de mens vanaf de Midden-IJzertijd op de strandwallen- en duinen aan de noord- en zuidzijde van de Oer-IJ monding heeft gewoond en gewerkt. Het feit dat in vijf van de zeven bouwputontsluitingen antropogene sporen en/of artefacten zijn aangetroffen uit de periode IJzertijd - Vroege Middeleeuwen, maken dat het PWN duingebied van groot archeologisch belang moet worden geacht. Het belang wordt nog versterkt als we in acht genomen wordt dat dit voor andere gebieden in Kennemerland niet een algemeen verschijnsel is⁵⁹.

Het gevonden scherfmateriaal in de bouwputten Secundair 5, WRK gebouw en Secundair E wijst erop dat er zich daar in de omliggende duinondergrond nederzettingen bevonden. De aangetroffen ploegsporen tonen aan dat er op deze duinlocaties geakkerd is vanaf de Midden-IJzertijd. Bij het Pompstation zijn onregelmatige structuren in de veenlaag gevonden die kunnen duiden op betreding. De enige bouwputlocatie waar geen archeologische sporen zijn gevonden betreft Secundair 3. Deze locatie ligt westelijk van de andere sites en de strandwal- en duinvorming is daar aanzienlijk jonger. De jongere kustafzettingen op deze locatie hangen samen met het sluiten van het Oer-IJ zeegat (Afb. 8, 12, Bijlage IV).

De beperkte waarnemingen – en de geringe archeologische gegevens uit het verleden – staan niet toe om gedetailleerde archeologische vragen over de relatie mens en (duin)leefgebied te antwoorden. Daar is het bestaande archeologisch materiaal onvoldoende voor. Echter, in combinatie met ander onderzoek, zoals onder andere de recente opgravingen in een vergelijkbaar milieu (door Jonge Duinen bedekt Oud Duin) nabij Bloemendaal (een locatie genaamd Groot Olmen), geeft deze studie een bijzonder belangrijke aanwijzing voor de archeologische potentie van de Hollandse duinen. Dat geldt met name voor de lastig grijpbare periode van de volksverhuizingstijd en de (rest van de) Vroege Middeleeuwen.⁶⁰ Deze periode staat bij archeologen vooral in de belangstelling vanwege diverse vragen die betrekking hebben op de etnische genese van het Hollandse kustgebied.

Bazelmans noemt Noord-Holland, en dan met name Midden-Kennemerland (de regio Uitgeest-Castricum), als mogelijke unieke locatie binnen het 'Friese' gebied waar (een zekere

⁵⁹ De Koning, in voorbereiding

⁶⁰ Heidinga, H.A. 'Frisia in the first millenium'; Matrijs, Utrecht, 1998

mate van) bewoningscontinuïteit (in de periode tussen de Romeinse tijd en de Vroege Middeleeuwen, met name de 4^e en 5^e eeuw) kan hebben geleid tot het voortleven van prehistorische culturele elementen tot in de Middeleeuwen.⁶¹ Informatie over deze periode én de daaropvolgende Vroege Middeleeuwen, zal hoogstwaarschijnlijk onder het zand van onze huidige duinen verborgen liggen.

Zoals hierboven is vastgesteld, toont het onderzoek in de bouwputten aan dat het duingebied van PWN een grote 'archeologische potentie' heeft. Door de afdekking met Jong Duinzand is een Oude Duinlandschap met veel archeologische resten en sporen in de ondergrond bewaard gebleven. Dat er tot nu toe nog weinig archeologische waarnemingen zijn gedaan, hangt samen met:

- het beperkte aantal (recente) infrastructurele ingrepen in het gebied,
- het feit dat er in het verleden geen professioneel archeologisch onderzoek is uitgevoerd ten tijde van het leggen van de waterwin-infrastructuur in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw, en
- dat de archeologische vondstlagen relatief diep liggen (afgedekt zijn door een relatief dik pakket Jonge Duinzand) en daardoor moeilijk toegankelijk.

Het gebied van de profielraai (met de bouwputten) zou een hoge archeologische verwachting moeten hebben. Op de huidige Indicatie Kaart Archeologische Waarden (IKAW) heeft dit gebied echter een 'midden hoge trefkans', terwijl het westelijk gelegen paraboolduin gebied langs de kust als 'hoge trefkans' is gekarteerd. Omdat het ontstaan van de kustzone bij Castricum relatief jong is (opvulling van de Oer-IJ monding: kustduinontwikkeling vanaf de Vroege Middeleeuwen) heeft dit gebied eerder een lage tot middelhoge trefkans dan een hoge trefkans.

De IKAW kaart zou dus voor het PWN duingebied aangepast moeten worden. Geo- en archeolandschappelijke kennis (landschapsgenese), opgedaan in dit onderzoek, is daarbij van grote waarde.

Archeo-botanische vragen:

Vraag: Zijn pollen en macroresten in de organisch rijke cultuur-, bodem- en veenlagen goed gepreserveerd of is het organisch materiaal sterk aan corrosie onderhevig geweest?

Antwoord: De conservering van de pollen en macroresten uit de bodems/cultuurlagen van het PWN duingebied waren in het algemeen matig tot slecht (macroresten klassen 1 en 2; Tabellen 31 en 32). Slechts enkele bodemmonsters waren redelijk van kwaliteit (klasse 3). Toch bieden de plantenresten belangrijke informatie over het landschap en de rol die de mens daarin speelde.

Vraag: Kan aan de hand van dit materiaal een beeld gereconstrueerd worden van de vegetatie tijdens de Oude Duinvorming in het PWN gebied?

Antwoord: Door matige tot slechte conservering van de pollen en macroresten uit de bodem van het PWN duingebied is een gedetailleerde vegetatiereconstructie niet mogelijk. Het paleobotanische materiaal dat in de bodems- en cultuurlagen van het PWN duingebied bewaard is gebleven, wijst er wel op dat de duinvegetaties in het PWN duingebied tijdens de Oude Duinvorming wel grote gelijkenis vertoonden met voormalige duinvegetaties uit bodemmonsters uit het Hoogoventerrein en Middensluiseland⁶².

⁶¹ Bazelmans, 2009.

⁶² Jelgersma, e.a., 1970; Vos, e.a. 2008

Vraag: Zijn er aanwijzingen dat de mens de vegetatie in het duingebied heeft beïnvloed?

Antwoord: De geanalyseerde pollen en macroresten monsters laten – ondanks de matige tot slechte – conservering – zien dat er beweiding van het duingebied heeft plaats gevonden en dat er lokaal geakkerd werd.

Vraag: Zijn er aanwijzingen dat er in het duingebied landbouw en veeteelt werd bedreven.

Antwoord: Ja, pollen, macroresten en de ploegsporen die in de bodem-/cultuurlagen van Secundairs E, D, G, 5 en WRK gebouw zijn gevonden (Foto's 28, 34, 35, 47 t/m 49, 51 t/m 55, 58, 59, 65, 67, 68, 69, 71, 73 en 79) bevestigen dat dit het geval was. De Oude Duinvegetatie werd door de menselijke activiteiten in het gebied beïnvloed.

9 Referenties

Bazelmans, J.G.A., 2009. The early-medieval use of ethnic names from classical Antiquity: the case of the Frisians. In T. Derks & N. Roymans (eds.): *Ethnic constructs in Antiquity. The role of power and tradition*, Amsterdam, p. 321-338.

Beentjes, R.A. & J. de Koning, 2000. Nabij de monding van het voormalige Oer-IJ. *Westerheem* 49, p. 46-52.

Brandt, R.W., G.J. van der Horst & J.J. Stolp (red.), 1983. *De Zaanstreek, Archeologisch Bekeken. Speciale uitgave in de Westerheem-reeks.*

Brandt, R.W., W. Groenman-van Waateringe, & S.E. van der Leeuw (eds.), 1987. *Assendelver Polder Papers 1. Cingula*, Universiteit Amsterdam.

Beets, D.J., L. van der Valk, & M.J.F., Stive, 1992. Holocene evolution of the coast of Holland, *Mar. Geol.* Vol. 103, p. 423-443.

Beets, D.J., Th. B. Roep & W.E. Westerhoff, 1996. The Holocene Bergen Inlet: closing history and related barrier progradation. In D.J. Beets, e.a. (eds): *Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Coastal studies on the Holocene of the Netherlands*, nr. 57, p. 97-113.

Beets, D.J., & A.F. van der Spek, 2000. The holocene evolution of the barrier and back barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of relative sea level rise, late Weichselian morphology and sediment supply. *Neth. Journal of Geosciences*, Vol.79, p. 3-16.

Bosch, J.H.A., 1999. *Standaard Boor Beschrijvingsmethode, versie 5. Intern Rapport TNO-NITG*, 88p.

Deelen, D. van, 1954. Bij de oude nederzetting te Castricum. *Westerheem* 3, p. 26-28.

Deelen, D. van, 1962. Middeleeuws akkerland onder de Castricum duinen, *Westerheem* 11.

Deelen, D. van & A. Schermer. 1963. Middeleeuws akkerland onder de Castricum duinen. *Westerheem* 12., p.136-144.

Dijkstra, M.F.P., J. de Koning & S. Lange, 2006. *Limmen – De Krocht. De opgraving van een middeleeuwse plattelandsnederzetting in Kennemerland. Publicatie Projectbureau AAC*, 41. 256 pp.

Duinker, P.L., 1955, *Het watervlak. (typescript). Dienst der Terreinen, Intern verslag PWN*, november 1955.

Gijn, A.L. van, 1987. Site N, Assendelver Polders (hoofdstuk 7). In R.W. Brandt, e.a. (red.), *Assendelver Polder Papers 1, Cingula*, Universiteit Amsterdam, p. 91-113.

Güray, A.R., 1952. De bodemgesteldheid van de IJ-polders, *Boor en Spade* 5, p 1-28.

Hagers, J.K. & M.M. Sier, 1999. Castricum-Oosterbuurt, bewoningssporen uit de Romeinse tijd en middeleeuwen. RAM 53, Amersfoort.

Heteren, S. van, M. Bakker, A. Cunningham, J. Wallinga, A. Oost, A. van der Spek & B. van der Valk (2008). Superstormvloedlagen in de zeereep bij Heemskerk. Grondboor & Hamer, Vol. 62, pp. 82-85.

Heidinga, H.A., 1998. 'Frisia in the first millenium'. Matrijs, Utrecht.

Jelgersma S., J. de Jong, W.H. Zagwijn en J.F. van Regteren Altena, 1970. The coastal dunes of the western Netherlands; geology, vegetational history and archaeology. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie 21, p.93-167.

Kok, M.S.M, 2008. The homecoming of religious practice. An analysis of offering sites in the wet low-lying parts of the landscape in the Oer-IJ area (2500 BC- AD450), Thesis, Universiteit van Amsterdam.

Koning, J. de & P.Vos, 2005. De opgraving van een prehistorische boomstamkano in Uitgeest, N-H. Hollandia reeks 45, Zaandijk.

Koning, J. de, 2008. 3000 jaar bewoning bij Assum, Nederzettingssporen uit de late Bronstijd/vroege IJzertijd, midden IJzertijd, Romeinse tijd en late Middeleeuwen bij Uitgeest Waldijk en de Assummervaart. Met bijdragen van: P. Vos (Geologie), T. Vernimmen (Archeobotanie) en L. De Vries (Archeozoölogie) Zaandijk, 320 pp.

Lange, S., 2004, E.A. Besselsen, & H. van Londen, 2004. Het Oer-IJ estuarium. Archeologische KennisInventarisatie (AKI). Publicatie Projectbureau AAC, 12. 124 pp.

Lenseling, G., & R. Koopstra, 1994. Ontwikkeling in het Zuiderzeegebied; van Meer Flevo, via de Almere-lagune, tot Zuiderzee. In M. Rapport & C.M. Soonius (red.): In de bodem van Noord-Holland, Lingua Terrae, p. 129- 140.

Meffert, M. 1998. Ruimtelijke relaties in het Oer-IJ-estuarium in de Romeinse IJzertijd met nadruk op de Assendelver polders. Thesis, Universiteit van Amsterdam.

Mulder, De, E.F.J., M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff, & T.E. Wong, 2003. De ondergrond van Nederland, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht, 379 pp.

Morel, J.M.A.W., 1986. The Early Roman defended harbours at Velsen, North Holland. In C. Unz (red.) Studien zu den Militärgrenzen Roms 3, 13. International Congress of Roman Frontier Studies, Oxford (British Archeological Reports Int. Ser. 71), p. 475 – 494.

Morel, J.M.A.W., 1988. De vroeg-Romeinse versterking te Velsen. Fort en haven. Thesis, Universiteit van Amsterdam.

Mulder, E.F.J., & J.H.A. Bosch, 1982, Holocene stratigraphy, radiocarbon datings and paleogeography of central and northern North Holland (the Netherlands), Med. Rijks Geol. Dienst, Vol. 36-3, p. 135-148.

Pons, L.J., & A.J. Wiggers, 1959-60. De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijksk. Gen., Tweede Reeks, 76 en 77.

Pons, L.J., & M.F. van Oosten, 1974. De bodem van Noord-Holland. Toelichting bij blad 5 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200.000. Stiboka, Wageningen, 193 pp.

Provincie Noord Holland, 2004. Nota 'Cultuur verbindt', Cultuurnota 2005-2008, Haarlem.

Regteren Altena, J.F. van, 1970. The coastal dunes of the western Netherlands; geology, vegetational history and archaeology, Chapter V, Archeology. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie 21, p.133-167.

Pruissers, A.P., H.H. Vos, & L. Van der Valk, 1991. De geologische en landschappelijke ontwikkeling van het Breesaapduingebied. Holland, jaargang 23 -3, pp. 117-138.

Roep, Th. B., & D.J. Beets, 1988. Sealevel rise and paleotidal levels from sedimentary structures in the coastal barriers in the western Netherlands since 5600 BP. Geologie & Mijnbouw 67, p. 53-60.

Roep, Th. B., L. van der Valk, & D.J. Beets, 1991. Strandwallen en zeegaten langs de Hollandse kust. Grondboor & Hamer, vol. 45, p. 115-124.

Roo, H.C. de, 1953. De bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. De kartering van Nederland, deel XIV, Verslagen van Landbouwkundige onderzoeken, no 59.3, 's-Gravenhage. P. 1-202.

Spek, A. van der, 1994. Large-scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands, proefschrift Universiteit Utrecht, 191 p.

Springer, M., 2003. Het Oer-IJ estuarium. Een sedimentologisch onderzoek naar de verzanding van het mondingsgebied van een Holoceen getijde-systeem. Een afstudeeronderzoek bij TNO-NITG te Utrecht. Intern rapport Faculteit Aardwetenschappen Universiteit Utrecht, 84 pp.

Therkorn, L.L., 1987. The structures, mechanics and some aspects of inhabitant behaviour, Assendelver Polders (hoofdstuk 10). In R.W. Brandt, e.a. (red.), Assendelver Polder Papers 1, Cingula, Universiteit Amsterdam, p. 177-224.

Therkorn, L.L., 1989, Uitgeest: Uitgeesterbroekpolder, Archeologische kroniek van Holland over 1988. I. Noord-Holland. In: Holland 21, p. 290-294.

Therkorn, L., E.A. Besselsen & J.F.S. Oversteegen, 1997. Assendelver Polders Revisited: excavations 1997. Faculty for Environmental Sciences, Universiteit van Amsterdam, p 1-59.

Therkorn, L.L., E. Besselsen, M. Diepeveen-Jansen, S. Gerritsen, J. Kaarsemaker, M. Kok, L. Kubiak-Martens, J. Slopsma & P. Vos, 2009. Landscapes in the Broekpolder, Excavations around a monument with aspects of Bronze Age to the Modern (Beverwijk & Heemskerk, N-H), vol. 1, AAC/Projectenbureau, University of Amsterdam, 228 pp.

Valk, L. van der, 1992. Mid- and Late Holocene coastal evolution in the beach-barrier area of the Western Netherlands. Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, 235 pp.

Valk, L. 2006. Coastal barrier deposits in the central Dutch coastal plain. In D.J. Beets, e.a. (eds): Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Coastal studies on the Holocene of the Netherlands, nr. 57, p. 133-199.

Valk, L. 2007. Environmentally controlled, transgressive 'younger' coastal dunes along the Dutch coast. R&D 2007, Annual Report, Deltares, Delft, p. 2-8 / 2-29.

Vos, P.C., 1983. De relatie tussen de geologische ontwikkeling en de bewoningsgeschiedenis in de Assendelver polders vanaf 1000 voor Chr.. In: R.W. Brandt, G.J. van der Horst en J.J. Stolp (red.): De Zaanstreek archeologisch bekeken. Zaanstad. p. 6-32.

Vos, P.C., 1998. 10 Profiel reconstructies door de Zaanstreek tussen Groenedijk en Twiske (3000 v. Chr.- heden) t.b.v. de tentoonstelling 'De dubbele bodem' van het Zaanse museum, Aanvullende geologische informatie. TNO-rapport NITG 98-136-B, 37 pp.

Vos, P.C., 2000. Geo-archeologisch profiel Broekpolder 1999. TNO rapport NITG 00-113-B.

Vos, P.C., & P. Kiden, 2005. De landschapsvorming tijdens de Steentijd. In: J. Deeßen e.a.(red), De Steentijd van Nederland, Archeologie 11/12, p. 7-37.

Vos P.C., 2007. Geo-archeologische rapportage van de vondstmeldingen Castricum Zanderij en Klein Dorregeest. TNO-rapport 2007-U-R0327/B. 25 pp.

Vos P.C., 2008. Geo- en archeoloandschappelijk onderzoek bij het archeologisch proefsleufonderzoek op Middensluisland. Tweeduizend jaar duingehiedenis van het voormalige havenhoofd tussen de Midden- en Noordersluis in IJmuiden. TNO-rapport 2008-U-R1200/B. 77 pp.

Westerhoff, W.E., E.F.J. Mulder & W. de Gans, 1987. Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, kaartbladen 19 W en 19 O (Alkmaar west en Alkmaar oost).

Zagwijn, W.H., 1971. De ontwikkelingen van het 'Oer-IJ' estuarium en zijn omgeving. Westerheem 20, p. 11-18.

Zagwijn W.H., 1984: The formation of The Younger Dunes on the west coast of The Netherlands (AD 1000-1600). In: Geologie en Mijnbouw 63, p. 225-336.

Zagwijn, W.H., 1997: Een landschap in beweging; De duinen van Holland sinds het Neolithicum. In D.P. Hallewas, G.H. Scheepstra & P.J. Woltering (red.): Dynamisch Landschap; Archeologie en geologie van het Nederlandse kustgebied, p. 93-129. Amersfoort.

Zagwijn, W.H. & C.J. van Straalduinen, 1975. Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem, p. 1- 134.

10 Overzichtslijst van de tabellen

- Tabel 1: Locatiegegevens van de opgenomen bouwputten (locatiekaart; zie Fig. 1 en 2).
- Tabel 2: Locatiegegevens van de steekboringen (locatiekaart, zie Afb. 1).
- Tabel 3: Overzichtslijst van de paleoecologische en dateringsmonsters uit de bouwputten van het PWN duingebied.
- Tabel 4: Context-, hoogte- en dateringsgegevens per vindplaats- PWN Duinonderzoek binnen de gemeente Castricum (zie Afb. 9).
- Tabel 5: OSL en ^{14}C -dateringen uit het westprofiel van Secundair L
- Tabel 6: OSL en ^{14}C -dateringen uit het oostprofiel van Secundair E
- Tabel 7: OSL en ^{14}C -dateringen uit het noord- en zuidprofiel van Secundair D en de bovenste schelpdatering van boring 19C946
- Tabel 8: ^{14}C -dateringen uit de zuidelijke verdiepingsput van het pompstation.
- Tabel 9: OSL en ^{14}C -dateringen uit het noordprofiel van Secundair G
- Tabel 10: OSL en ^{14}C -dateringen uit het zuidprofiel van het WRK gebouw, plus een datering uit de top van de mariene zanden uit de nabij liggende boring 19C944.
- Tabel 11: OSL en ^{14}C -dateringen uit het westprofiel van Secundair 5, plus een datering uit de top van de mariene zanden uit de nabij liggende boring 19C945.
- Tabel 12: OSL en ^{14}C -dateringen uit het zuidprofiel van Secundair 3.
- Tabel 13: Korte beschrijving van boring 19C0947. Maaiveld is 5.09 m +NAP
- Tabel 14: Korte beschrijving van boring 19C0946. Maaiveld is 3.77 m +NAP
- Tabel 15: Korte beschrijving van boring 19C0960. Maaiveld is ca. 4.00 m +NAP.
- Tabel 16: Korte beschrijving van boring 19C0941. Maaiveld is 3.80 m +NAP
- Tabel 17: Korte beschrijving van boring 19C0942. Maaiveld is 3.80 m +NAP
- Tabel 18: Korte beschrijving van boring 19C0943. Maaiveld is 4.11 m +NAP
- Tabel 19: Korte beschrijving van boring 19C0944. Maaiveld is 4.03 m +NAP
- Tabel 20: Korte beschrijving van boring 19C0945. Maaiveld is 3.78 m +NAP
- Tabel 21: ^{14}C -dateringen uit boring 19C947 en de onderste datering uit Secundair E

- Tabel 22: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C946 en de onderste datering uit Secundair D
- Tabel 23: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C960
- Tabel 24: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C941
- Tabel 25: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C942
- Tabel 26: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C943
- Tabel 27: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C944 en de onderste datering uit WRK gebouw
- Tabel 28: ¹⁴C-dateringen uit boring 19C945 en de onderste datering uit Secundair 5
- Tabel 29: Resultaten van de pollenscan van de PWN profielen.
- Tabel 30: Vegetatieontwikkeling van het duingebied vanaf 1.000 BC (Jelgersma et al., 1970).
- Tabel 31: Conserveringscore. Conserveringsklasse-indeling op basis van determineerbare botanische macroresten.
- Tabel 32: Conserveringscore. Conserveringsklasse-indeling op basis van de totaal aanwezige onverkoolde taxa.
- Tabel 33: Gemiddelde conserveringsscore op basis van de frequentie van de vijf conserveringsklassen voor individuele zaden en aantal taxa per monster.
- Tabel 34: Macroresten analyses voor monsters uit de lagen van de bouwputten Secundair 5 (Tabel 34a), WRK gebouw (Tabel 34b), Secundair G (Tabel 34c); en Pompgebouw (Tabel 34d); inclusief de verdeling van de conserveringsscore voor individuele zaden per monster.