

Veeneiken uit de polders bij Weesp

De landschapontwikkeling rondom Angstel en Vecht

Jos Bazelmans, Sjoerd van Daalen, Minko Houwman,
Esther Jansma, Jan-Willem de Kort en Harm Jan Pierik¹

In de afgelopen twee jaar zijn in Weesp bij grootschalige bouwwerkzaamheden in de Bloemendalerpolder en bij het ploegen van een akker in de Hondswijkerpolder² bijna 140 subfossiele eiken, ook wel ‘veeneiken’ genoemd, aan het licht gekomen (figuur 1). De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed heeft deze boomstammen bemonsterd en dendrochronologisch onderzocht.³

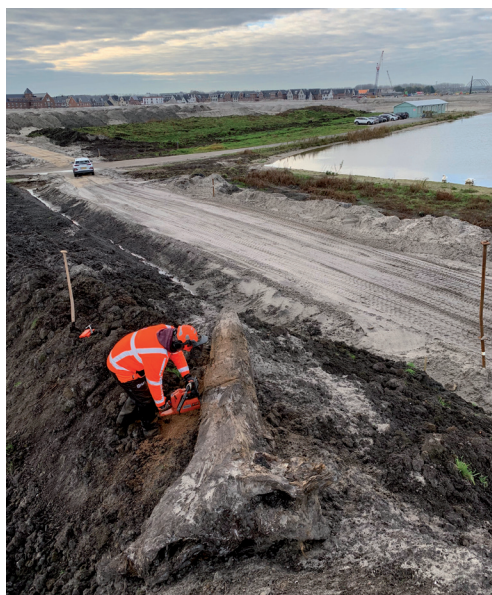
Vrijwel allemaal konden ze worden gedateerd. De 88 gedateerde eiken uit de Bloemendalerpolder groeiden daar in de periode van de dertiende eeuw BCE⁴ (voor Christus) tot in de vierde eeuw CE (na Christus) en de 42 gedateerde exemplaren uit de Hondswijkerpolder leefden van de tiende eeuw BCE tot in de tweede eeuw CE.

Samen met de analyse van meer dan 140 andere gedateerde veeneiken uit dezelfde pe-

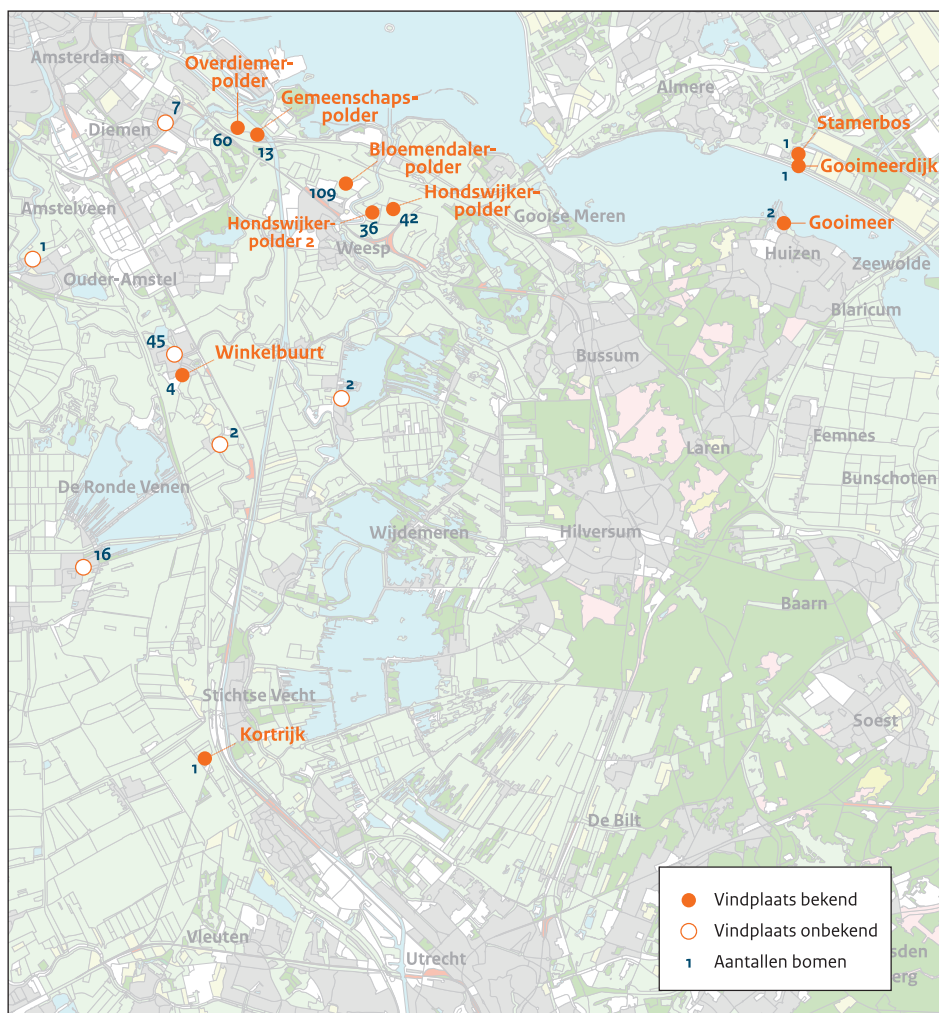
riode die tussen 1986 en 2020 in het gebied van Vecht en Angstel zijn gevonden (figuur 2), vormen de nieuwe gegevens een versterking van de voor West-Nederland beschikbare jaarringkalender.⁵ Tevens zullen ze een voor-aanstaande rol spelen in de studie van neerslag en overstromingen in de Nederlandse delta in het eerste millennium BCE en de eerste eeuwen van onze jaartelling.⁶ In dit artikel worden de twee hierboven genoemde vindplaatsen, het veldwerk en het laboratorium-onderzoek besproken. Daarnaast wordt een eerste overzicht gegeven van de uitkomsten van het onderzoek en wordt besproken hoe de lokale bosgeschiedenis past in de landschappelijke of paleogeografische ontwikkeling van het gebied van Angstel en Vecht. Tot slot wordt ingegaan op de vraag of de gegevens mogelijk informatie bevatten over ontbossing in de late ijzertijd en Romeinse tijd.

De waarde van kienhout

Er bestaat een speciaal woord voor hout dat in (voormalige) veengebieden wordt teruggevonden: *kienhout*. Kienhout is vaak al duizenden jaren oud, maar door de inbedding ervan in waterverzadigd, zuurstofloos veen is het nooit vergaan. Tijdens de grootschalige ontginning van de Fries-Drentse veengebieden in de zeventiende tot en met de twintigste eeuw is het in grote hoeveelheden aangetroffen.⁷ In de



Figuur 1. Weesp-Bloemendalerpolder 24 november 2021: bemonstering van een veeneik (foto RCE).



Figuur 2. Stroomgebied van Vecht en Angstel: veeneiken geregistreerd bij de RCE en de Stichting RING.

De aantallen betreffen gedateerde en ongedateerde bomen en bomen die nog onderwerp van dendrochronologisch onderzoek zijn. Van een aantal veeneiken is de exacte vindplaats onbekend. Hier is gekozen voor de coördinaten van het centrum van het dorp waar ze gevonden zijn.

Hollandse veengebieden wordt kienhout al sinds mensenheugenis gevonden bij bouwwerkzaamheden, het graven van sloten en het scheuren, spitten of ploegen van grasland.⁸ Er bestond in het verleden een aanzienlijke markt voor, omdat het uitstekend geschikt was als brand- of timmerhout of als dakbedekking.⁹

Tegenwoordig is kienhout door het geringe aanbod kostbaar en de takken ervan zijn ge-

liefd onder mensen met een aquarium. Deze zakken namelijk meteen naar de bodem en vormen daar een decoratief element. Dikke stammen vinden aftrek bij kunstenaars en meubelmakers. Een Duitse fabrikant verwerkt oude eiken als fineer in zijn duurste inbouwkeukens.¹⁰ Recentelijk is in de Binnenveldse Hooilanden bij Wageningen in de buitenlucht een kunstwerk onthuld dat gemaakt is uit

veeneiken die gevonden zijn bij natuurontwikkeling ter plekke.¹¹ Kienhout is echter ook van grote betekenis voor de wetenschap. Subfossiele¹² eiken uit veen zijn van belang voor de datering van cultureel erfgoed, de reconstructie van vroegere neerslag en overstromingen en de reconstructie van vroegere (cultuur) landschappen. De Weesper eiken zijn hier een goed voorbeeld van.

In de eerste plaats dragen de Weesper eiken bij aan de kern van de *dendrochronologie*: dateren.¹³ De breedte van een jaarring is voornamelijk het gevolg van het weer en de bodem waarop een boom groeit. Een voor een bepaalde boomsoort gunstige combinatie van ondergrond, temperatuur en neerslag leidt voor die soort tot een snelle aanwas en een brede ring, terwijl een combinatie van minder gunstige omstandigheden een langzame aanwas en dus een smalle ring oplevert. Als bomen zoals eik, es, iep of beuk onder dezelfde bodemkundige en klimatologische omstandigheden groeien en deze omstandigheden periodiek ongunstig zijn voor hun groei, lijken hun opeenvolgende jaarringen sterk op elkaar. De opeenvolging van vele tientallen afwisselend smallere en bredere jaarringen in deze soorten vormt zo een karakteristieke ‘streepjescode’ voor een bepaalde periode in een bepaald gebied. Uit combinaties van vele, sterk op elkaar lijkende, streepjescodes worden gemiddelde regionale jaarringkalenders (of *referentiecurves*) samengesteld. De langste hiervan bestaan uit grote hoeveelheden elkaar overlappende jaarringreeksen van levende bomen en van hout uit historische gebouwen, opgravin-

gen, rivieren én (soms) veen. Hout met een onbekende ouderdom, bijvoorbeeld uit een archeologische opgraving of een oud gebouw, wordt gedateerd door de streepjescode daarvan te vergelijken met meerdere referentiekalenders. Treedt er op een bepaalde positie een statistisch significante match op en kan deze met meerdere onafhankelijke kalenders worden bevestigd, dan is van elke ring in het onderzochte hout bekend in welk kalenderjaar deze is gevormd en is het hout gedateerd. De



Figuur 3. Weesp-Hondswijkpolder november 2019: bemonstering veeneiken (foto RCE).

kalenders die ontwikkeld zijn uit eikenhout dat in Nederland is gevonden, reiken met enkele hiaten ongeveer 8.400 jaar terug in de tijd. De Weesper eiken vallen weliswaar niet in een van deze hiaten, maar vormen toch een substantiële versterking van de jaarringkalender voor West-Nederland, doordat de kwaliteit van een referentiekalender (mede) bepaald wordt door het aantal elementen dat erin is opgenomen.

In de tweede plaats vormen veeneiken een bron voor de studie van jaar tot jaar van klimatologische en – in Nederland vooral – hydrologische ontwikkelingen. De breedte van een jaarring is immers *grosso modo* de resultante

van de temperatuursom in voorjaar en zomer en de beschikbaarheid van water. Als het gaat om veeneiken is laatstgenoemde factor doorslaggevend, want met hun standplaats in een elzenbroekbos bevonden ze zich in hydrologisch opzicht aan de grenzen van hun natuurlijke leefgebied. Overvloedige neerslag, maar vooral overstromingen vanuit nabijgelegen rivieren konden onder meer door wortelrot in een bepaald jaar leiden tot een minimale aanwas en tot een verstoring van de groei, die nog jaren daarna kon doorwerken.¹⁴

In de derde en laatste plaats kunnen veeneiken, zeker wanneer er sprake is van een relatief grote steekproef, een beeld geven van de lokale bosontwikkeling en daarmee van de landschappelijke ontwikkeling.¹⁵ Immers, in landschappelijk dynamische gebieden zoals West-Nederland was sprake van een opeenvolging in de tijd van milieus waarin veeneiken wel of niet konden groeien, afhankelijk van de hydrologische condities. Dit thema staat in dit artikel centraal.

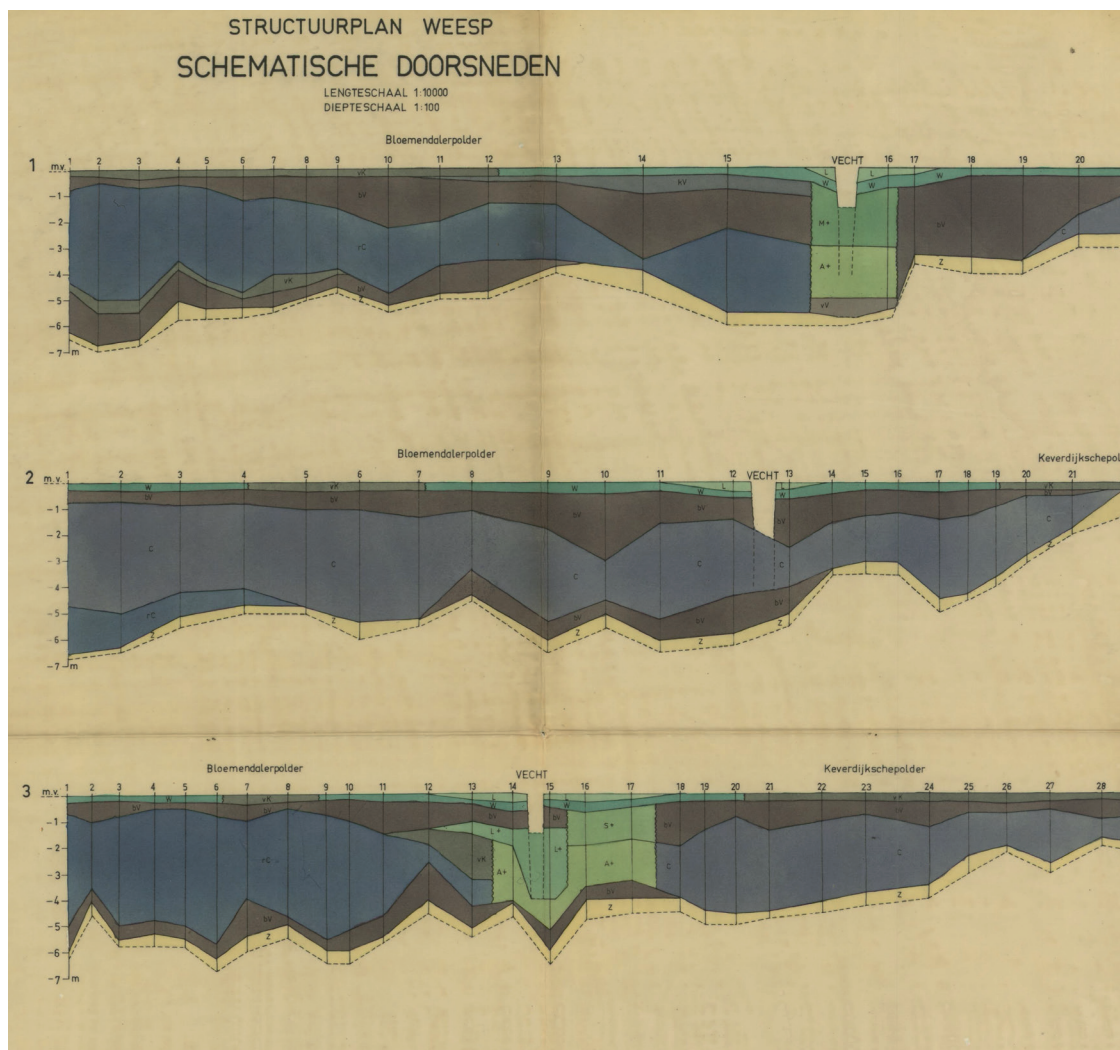
Veldwerk en monstername

Tijdens onderzoek naar veeneiken in de Binnenveldse Hooilanden bij Wageningen¹⁶ werd de RCE door een machinist van de firma *Martens en Van Oord* (Oosterhout) geattendeerd op de vondst van soortgelijke boomstammen bij grondwerkzaamheden in de Bloemendalerpolder bij Weesp. Bij een bezoek op 3 juli 2019 werden op de nieuwbouwlocatie Weespersluis op twee verschillende locaties in totaal 21 veeneiken aangetroffen.¹⁷ Een ervan bevond zich in geïsoleerde positie aan de noordzijde van de bouwlocatie. Geen enkel exemplaar bevond zich *in situ*. In slechts een enkel geval betrof het wortelresten zonder stam. In de meeste gevallen was sprake van een wortelaanzet (en soms wortels) en een opgaande stamhoogte van circa 1,5 tot 8 m. De afwezigheid van bast en de aanwezigheid van krimpstempelen tot op het kernhout (en soms dieper) maakten duidelijk dat veel

veeneiken al enige tijd in de buitenlucht lagen en aan wind en zon waren blootgesteld.

De betrokken opzichter gaf toestemming om de veeneiken te bemonsteren. Met een kettingzaag werd van iedere boomstam haaks op de lengterichting een monster genomen van circa 5 cm dikte. Daar waar sprake was van een eik met wortelaanzet of wortels vond de monstername op circa 1 m hoogte plaats. De keuze voor deze hoogte voorkomt dat in het monster vervormingen aanwezig zijn die veroorzaakt zijn door de uitwaaiende wortels. In alle gevallen werd met hetzelfde oogmerk monstername vermeden ter hoogte van knoesten of de aanzet van takken. Al in het veld kon worden vastgesteld dat vrijwel alle bomen grote aantallen jaarringen bevatten (>70) en daarmee in principe geschikt zijn voor dendrochronologisch onderzoek. Elk monster kreeg een RCE-projectcode (WEBP19) en een uniek monsternummer en werd ingepakt in dunne acetaatfolie (keukenfolie) om uitdroging te voorkomen. Tussen juli 2019 en februari 2021 werden de werkzaamheden binnen het plangebied systematisch gevolgd en op acht aanvullende momenten werden nog eens 71 nieuw gevonden veeneiken bemonsterd ($n_{\text{tot}}=93$).¹⁸ De aanpak en de voortgang van de graafwerkzaamheden maakten het jammer genoeg onmogelijk om een of meerdere veeneiken *in situ* te bestuderen.

Op 4 november 2019 attendeerde een medewerker van Natuurmonumenten de RCE in een tweet erop dat in de buurt van het Naardermeer een groot aantal veeneiken was 'opgegraven'. Navraag bij Natuurmonumenten maakte duidelijk dat ze waren gevonden in de Hondswijkerpolder, direct ten westen van de spoorlijn Almere-Weesp, bij het machinaal spitten van grasland voor maisteelt.¹⁹ Het kienhout was in het bezit van Wouter Slors (Muiderberg). Het ging in totaal om 46 stammen met een lengte van ca. 1,5 tot 5 m. In de meeste gevallen was een wortelaanzet aanwezig. Het spinthout was veelal sterk aangetast door uitdroging. In overleg met de eigenaar



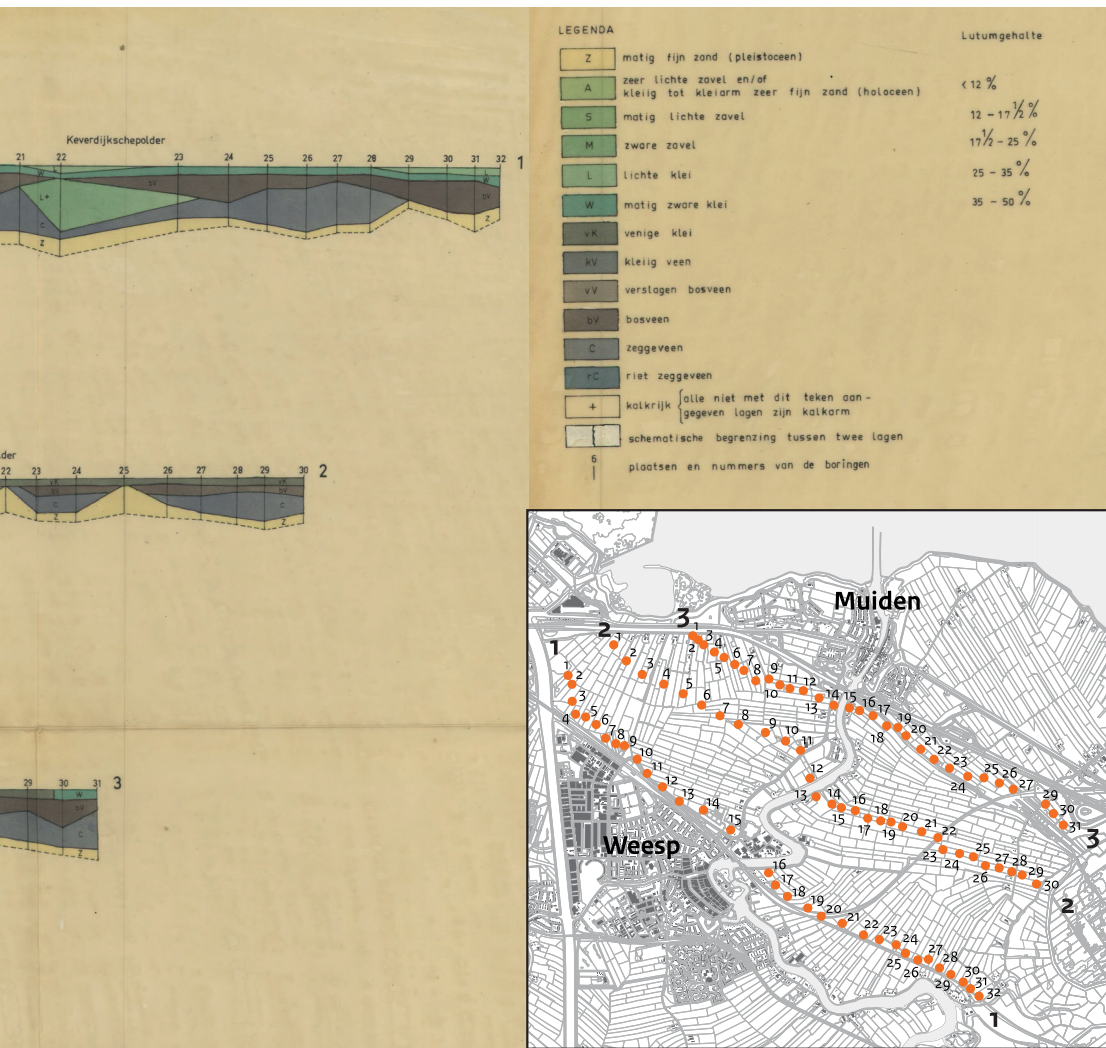
Figuur 4. Weesp-Hondswijkpolder en Weesp-Bloemendalerpolder:

konden 42 veeneiken worden bemonsterd op de hierboven beschreven wijze (RCE-project-code: WPHP19) (figuur 3). Op de vindplaats zelf bleek nog een kleine stapel sterk versplinterd kienhout te liggen. Hiervan konden vier stammen worden bemonsterd ($n_{\text{tot}}=46$).²⁰

Ondergrond

Binnen het onderzoeksgebied tussen het Naardermeer in het oosten en het Amster-

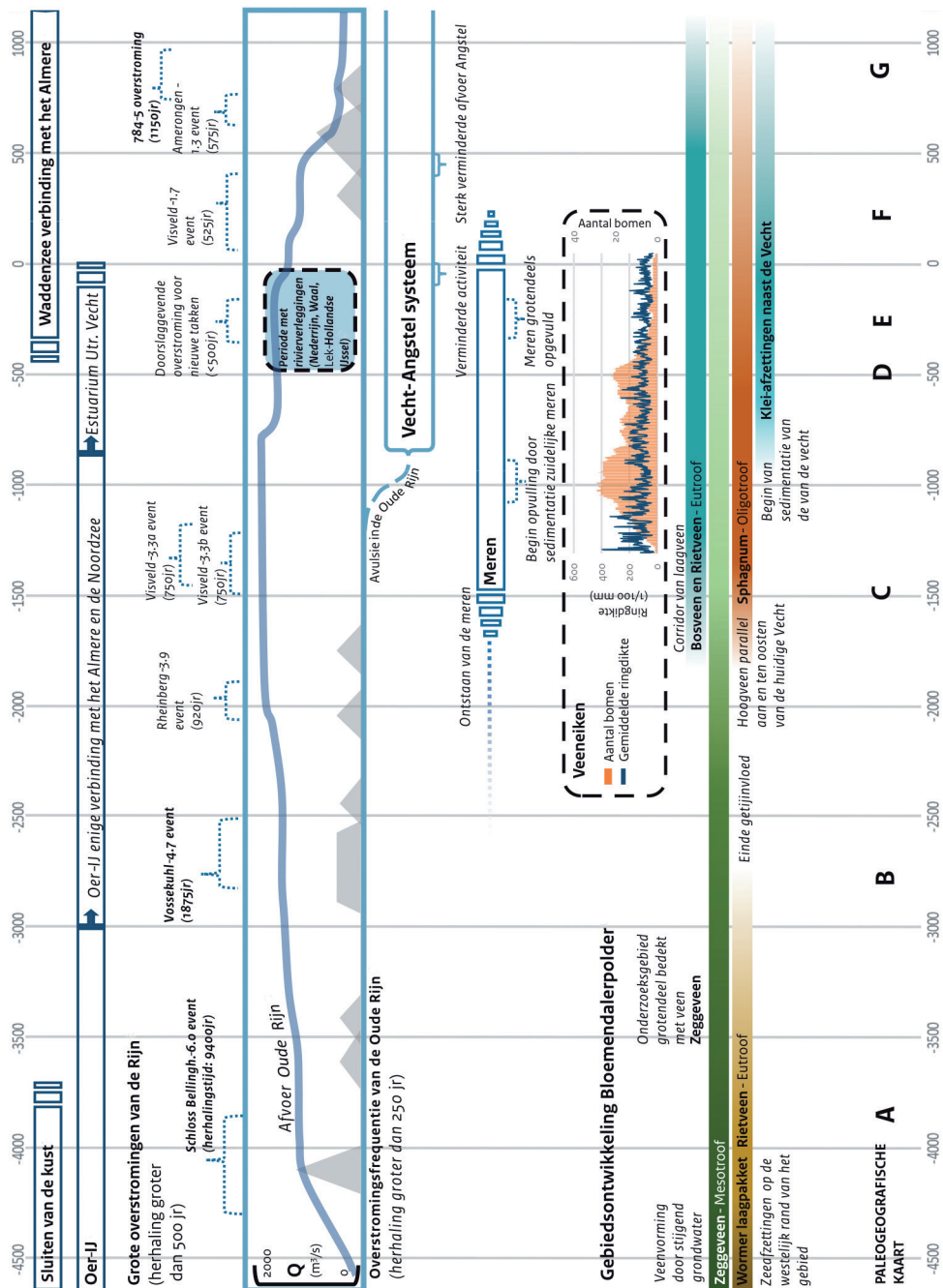
dam-Rijnkanaal in het westen en tussen het IJsselmeer in het noorden en de bebouwde kom van Weesp in het zuiden is in het verleden relatief veel booronderzoek verricht.²¹ Er bestaat dus een goed beeld van de ondergrond (figuur 4). Het gebied, waarvan het huidige oppervlak zich bevindt tussen 1,5 en 2 m -NAP, ligt op de westelijke helling van het Gooise deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug. Deze stuwwal bestaat uit tijdens de voorlaatste ijstijd (het Saalien)



drie schematische doorsneden (overgenomen uit De Lange en Bles 1963).

door landijs gestuwde afzettingen van zand en grind van de Rijn en de Maas. Deze afzettingen bevinden zich in het oosten van het onderzoeksgebied anderhalve meter onder het oppervlak; in het westen zijn ze op een diepte van 12 tot 13 meter te vinden. Op de gestuwde afzettingen bevindt zich een dik pakket zandige afzettingen dat tot de *Formatie van Boxtel* wordt gerekend. Het grootste deel bestaat uit materiaal dat tijdens de laatste ijstijd door afspoeling vanaf de Heuvelrug en

de wind is afgezet. De bovenste decimeters tot anderhalve meter betreft 'dekzand' uit de laatste duizenden jaren van de laatste ijstijd (het Weichselien). Op sommige plekken direct ten westen van het Naardermeer ligt de top van het dekzand aan het oppervlak in de vorm van nog herkenbare zandduinen. Bij de Vecht ligt de top op 6 m -NAP en in het westen van het gebied op 7,5 m -NAP. De top van het pleistocene dekzand laat een golvend verloop zien dat samenhangt met de toppen van



Figuur 5. Ontwikkeling tussen 4500 BCE en 1000 CE van de Nederlandse kust, het Oer-IJ, de Oude Rijn, de Vecht en de Angstel en de omgeving ten noorden van Weesp. Figuur lezen in samenhang met figuur 6.

de duinen en de lagere delen daartussen.²²

Tussen de pleistocene afzettingen en het huidige oppervlak bevinden zich vooral metersdikke pakketten veen uit de huidige warme periode, het Holoceen (*Formatie van Nieuwkoop*). In het westen is dit pakket tot meer dan 5 meter dik; in het oosten wigt het uit tegen de stuwwal. Het ontstaan ervan is in algemene zin te danken aan een vernatting van het gebied die het gevolg was van een zeespiegelstijging na afloop van de laatste ijstijd – eerst snel, later langzaam – en een daarmee samenhangende verhoging van het grondwaterniveau. Op sommige plekken binnen het onderzoeksgebied bevindt zich direct op het Pleistocene zand het zogenoemde *Basisveen* dat vanaf ca 6000 BCE gevormd is aan de rand van een snel verdrinkende kustvlakte. Deze verdrinking zorgde ervoor dat het westelijke deel van het onderzoeksgebied zo'n vijfduizend jaar geleden onder directe invloed van de zee kwam te staan. In de ondergrond van het westelijk deel van de Bloemendalerpolder zijn dan ook getijdeafzettingen te vinden uit een wadachtig milieu (*Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Wormer*).²³ Onder invloed van de ontwikkeling van een meer aaneengesloten kustlijn kreeg de zee later minder invloed op het onderzoeksgebied. Op de *Wormer*-afzettingen heeft zich dan ook in de eeuwen na ca 3500 BCE onder brakke condities voedselrijk (eutroof) rietveen gevormd. De vorming van dit veen begon, voordat de kustlijn sloot en getijdecondities helemaal verdwenen.

Verder naar het oosten kon matig voedselrijk (*mesotroof*) zeggeveen zich vormen onder invloed van kwel vanaf de Utrechtse Heuvelrug. Dit zeggeveen breidde zich naar het westen uit en bedekte rond 3500 BCE grotendeels het studiegebied.²⁴ Door een verder stijgende grondwaterspiegel kon er zich in de eeuwen rond 1550 BCE voedselarm (*oligotroof*) hoogveen vormen ten oosten van de later gevormde Vecht en ten westen van de later gevormde Angstel. Tussen deze twee gebieden ontstond een corridor van (*eutroof*)

riet- en broekveen onder invloed van door rivieren aangevoerd voedselrijk water.²⁵ Door de stapeling van dood organisch materiaal en de daarmee gepaard gaande relatieve 'verdroging' kregen bomen zoals wilg, els, berk en (later) ook eik de kans hier te gaan groeien en ontwikkelde zich geleidelijk eutroof of mesotroof hout- of bosveen. In dit veengebied waren door kwelwater gevoede meren aanwezig.

Na de vorming van de Vecht (zie onder) en daarmee van een directe verbinding met de Rijn werd er naast voedselrijk water ook sediment aangevoerd vanuit het zuiden. In veenmeren en vlak naast de rivier werd dit sediment vervolgens afgezet. Naast de Vecht vinden we dan ook een oeverwal die voornamelijk uit kleiig materiaal bestaat.²⁶ Tussen de twaalfde en veertiende eeuw was sprake van een zodanige vergroting van het Vlie en de Zuiderzee dat het onderzoeksgebied voor het eerst na duizenden jaren weer onder directe invloed kwam van de zee.²⁷ Onder brakke condities werd een kleipakket van enkele decimeters tot een halve meter afgezet (*Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, Zuiderzee Laag*). Dit pakket ligt direct aan het oppervlak en is geheel of gedeeltelijk opgenomen in de bouwvoor.

Paleogeografische ontwikkeling

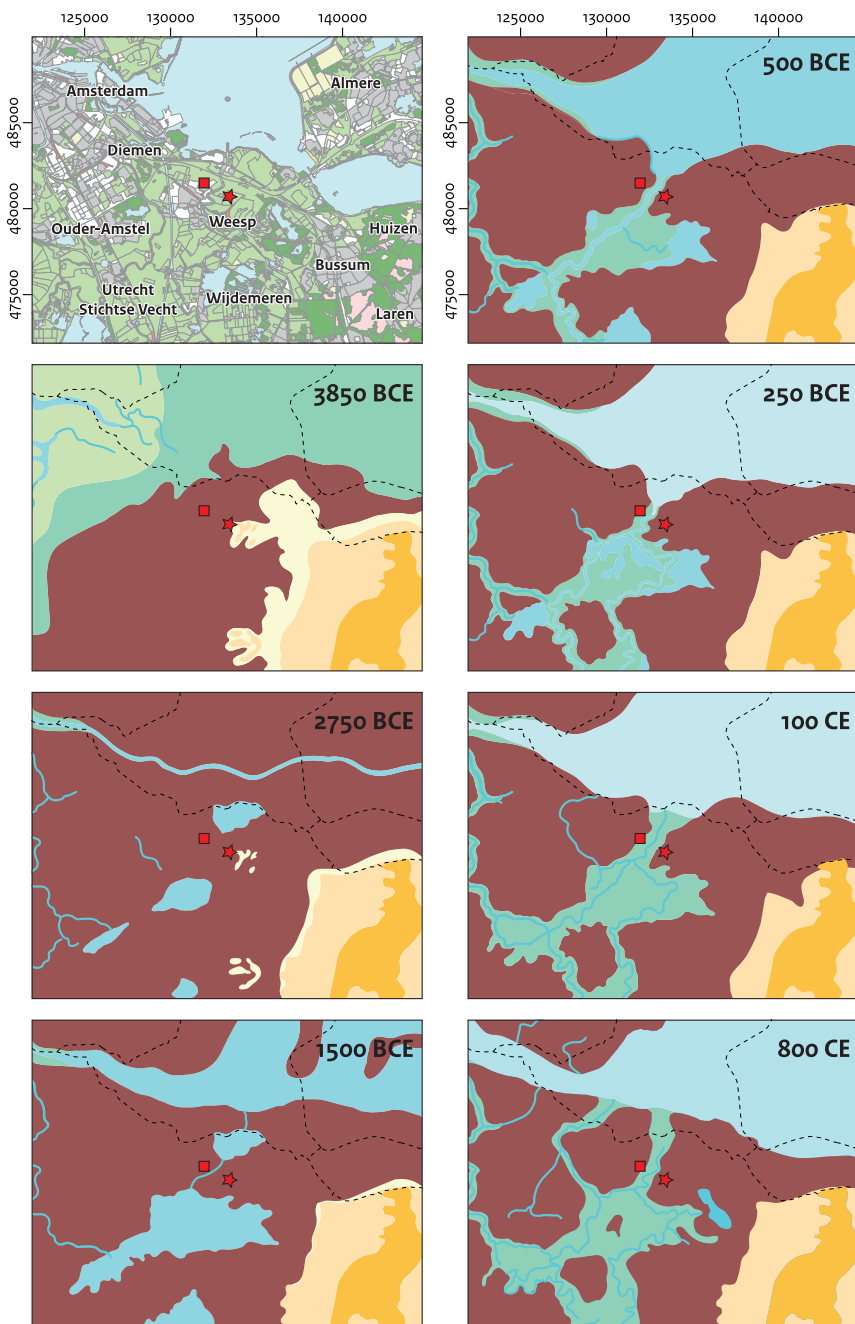
De laatste vijftien jaar is onze kennis van de Holocene kustontwikkeling²⁸ en de ontwikkeling van de Rijn²⁹ en van haar zijrivieren Vecht en Angstel³⁰ sterk toegenomen. Figuur 5 bevat de belangrijkste inzichten in chronologische samenhang en figuur 6 geeft voor zeven momenten in de tijd een beeld van de paleogeografische ontwikkeling van het gebied van Vecht en Angstel.³¹ Na afloop van de laatste ijstijd verdrongen het droogliggende gebied van de latere Noordzee en grote delen van de latere kustvlakte in hoog tempo door de snel stijgende zeespiegel. Geleidelijk nam dit tempo echter af en kon het langs de kust aangevoerde sediment deze stijging bijhou-

den, waarbij de eerste strandwallen ontstonden.³² Aanvankelijk waren de strandwallen op vele plekken onderbroken en was sprake van directe getijdeninvloed van de zee in het achterliggende gebied. De zeespiegelstijging was nog zodanig dat de strandwallen zich oostwaarts verplaatsten. In de loop der tijd begon de kust zich geleidelijk te sluiten, met uitzondering van enkele grotere getijdegeulen en riviermondingen, en stabiliseerde zich. De oudste strandwallen, die leidden tot het westwaarts migreren van de kustlijn voor de Hollandse kust, zijn gedateerd op 4350-4050 BCE. Stabilisatie en sluiting van de strandwallenkust leidden aan de randen van de getijdenbekkens tot een brak milieu waarin riet groeide en rietveen tot stand kwam (*Formatie van Nieuwkoop*). In de gebieden waar sprake was van getijdenwerking, werd op het Pleistocene dekzand of op het Basisveen zeeklei afgezet (*laagpakket van Wormer*). Rond 3750 BCE was het voor het studiegebied relevante kustgedeelte tussen Castricum en Katwijk vrijwel geheel gesloten, met uitzondering van de getijdegeul van het *Oer-IJ*.³³ De getijdendynamiek in het achterland nam daardoor zeer sterk af. Doorgaande sedimentatie en een dichtgroei met riet versterkten de afname van de getijdenslag. Tegelijkertijd werd de drainage van het achterland ernstig belemmerd. Dit resulteerde in grootschalige veenvorming. In dit veen bevonden zich verschillende kleine veenriviertjes: de Winkel, Holendrecht en Gaasp zijn hier overblijfselen van.³⁴ Deze riviertjes zorgden via het *Oer-IJ* voor de afvoer van het lokale kwel- en regenwater. Ondanks de afwatering ontstonden vanaf circa 1550 BCE veenmeertjes onder invloed van de toestroom van kwelwater van de stuwwal. Door wind- en golfwerking waren de venige oevers onderhevig aan erosie en groeiden de meertjes uit tot grote meren.

De Oude Rijn stroomt ten zuiden van het studiegebied en was tot ongeveer 750 BCE de grootste tak van de Rijn met een maximale afvoer tussen 2000 BCE en 750 BCE.³⁵ Rond

800 BCE, toen de rivier haar maximale afvoer had, ontstond er door een doorbraak van de oeverwal bij Utrecht een nieuwe aftakking naar het noorden: de Vecht en de Angstel³⁶. Beide rivieren zouden gedurende een relatief korte tijd dienstdoen als actieve Rijntak, van 650 BCE tot uiterlijk 400 CE. De nieuwe Rijntakken waterden af naar zee via het Flevomeer en het *Oer-IJ*, later (ook) het Vlie. Door de influx van water van de Rijn en door een gelijktijdige verkleining van de geul en monding van het *Oer-IJ* veranderde de laatste in een estuarium.³⁷ Op weg naar zee stroomden Angstel en Vecht door de in het veen aanwezige meren.³⁸ Wanneer ze een meer binnestroomden, werd door de abrupte afname van stroomsnelheid een groot deel van het in het water aanwezige sediment afgezet. De meren werden zo successievelijk vanuit het zuiden opgevuld door klei en – later – zand. Rond 850 BCE begon de opvulling door de Vecht van het Aetsveldse meer, dat aan de zuidgrens van het onderzoeksgebied lag. In 150 BCE waren de meren grotendeels gevuld, terwijl door een verminderde activiteit van de Vecht de sedimentatie verder afnam. De laatste opvulling van het Aetsveldse meer vond plaats tijdens of na de Romeinse tijd. De opeenvolgende opvulling van de meren betekende ook dat stroomafwaarts van de meren minder sediment beschikbaar was voor de opbouw van oeverwallen. Dit was ook het geval benedenstrooms van het Aetsveldse meer, waar de oeverwallen relatief smal en dun waren.³⁹

Zoals hierboven aangegeven was in de tweede helft van het eerste millennium BCE sprake van een verkleining van de geul en monding van het *Oer-IJ*. Dit had te maken met een fors sedimentaanbod vanuit zee, terwijl het wegvallen van rivierwater via de Vecht dit proces versterkte. Tegelijkertijd ontstond in de eeuwen voor het begin van de jaartelling een nieuwe verbinding tussen het zuidelijke Flevomeer, het noordelijke Flevomeer (om later samen het Almere te vormen) en de Wad-



Figuur 6. Paleogeografische ontwikkeling van het gebied van Vecht en Angstel
 (vierkant=Weesp-Bloemendalerpolder; ster=Weesp-Hondswijkerpolder)
 (overgenomen uit Vos e.a., 2020).

denzee, waardoor het Oer-IJ niet langer de enige afwatermogelijkheid naar de Noordzee meer was. Het resultaat was dat het Oer-IJ tussen 200 en 100 BCE volledig afgesloten raakte⁴⁰. De achter de afgesloten kustlijn gelegen restgeul van het Oer-IJ bleef nog enige tijd bestaan, maar waterde nu bescheiden hoeveelheden water uit lokale veenriviervtjes af naar het oosten.

Nadat de meren in het veengebied tussen Utrecht en Muiden aan het begin van de Romeinse tijd volledig waren opgevuld, bleef de afvoer van de Oude Rijn en daarmee ook de Vecht afnemen.⁴¹ Dit werd voornamelijk veroorzaakt door riviervverleggingen in het midden-Nederlandse en oostelijke rivierengebied, waardoor het belang van de Oude Rijn en Kromme Rijn afnam.⁴² Rond 650 CE had de Rijn substantieel minder invloed in het studiegebied en kwam op de oeverwallen veenvorming tot stand.⁴³

In de Romeinse tijd en de (vroeg) Middel-eeuwen was sprake van een vergroting van de verbinding tussen het Almere en de Waddenzee. De Noordzee kreeg namelijk via de Waddenzee steeds meer de overhand in de nieuwe binnensee en het aangrenzende gebied. De nieuwgevormde Zuiderzee groeide uit tot een brakwatermilieu dat van steeds grotere invloed was op het studiegebied. Uiteindelijk werd er in de Volle Middeleeuwen in het gebied door de zee een kleipakket afgezet. Dit pakket heeft bijgedragen aan het bewaard blijven van de veenlagen met daarin de bomen.

Dendrochronologisch onderzoek

Voor ieder monster is nagegaan of het een dateerbare houtsoort (in dit geval eik) betrof, of het voldoende jaarringen leek te hebben (>70) en of het jaarringpatroon vrij was van verstoringen. Geschikt bevonden monsters kregen elk een unieke laboratoriumcode toegelend⁴⁴ en zijn volgens standaardmethodes langs een of meerdere radiale (van binnen

naar buiten lopende) trajecten geprepareerd om de celstructuur 'leesbaar' te maken⁴⁵ (figuur 7). Langs een of meerdere radialen zijn de jaarringbreedten van de houtplakken vanaf de kern naar buiten toe opgemeten met een daartoe ingerichte dendrochronologische meetopstelling.⁴⁶ Waar meerdere metingen aan hetzelfde monster verricht werden, zijn deze gemiddeld tot één meting, zodat iedere boom altijd door slechts één meetreeks vertegenwoordigd wordt. Bij het inmeten is gelet op aanwezigheid van *spinhout*⁴⁷ en *wankant*⁴⁸. Laatstgenoemde informatie wordt gebruikt voor het bepalen van het jaar en in ideale gevallen ook het seizoen van het jaar waarin de boom is gestorven.⁴⁹

Er zijn van 130 bomen dwarsdoorsneden onderzocht. De metingen zijn met behulp van dendrochronologische software⁵⁰ met elkaar en met jaarringkalenders vergeleken.⁵¹ Figuur



Figuur 7. Weesp-Bloemendalerpolder M28 (Van Daalen monsternr. 19.140.057). De straal rechtsonder eindigt op 1179 BCE met bast, terwijl aan de linkerzijde op 1081 BCE het spinhout nog niet is bereikt (foto Van Daalen Dendrochronologie).

8 geeft een overzicht van de dateringen van de bomen van beide vindplaatsen. Op twee gevallen na (beide *Fraxinus excelsior* L. ofwel gewone es), gaat het om eik (*Quercus* sp.). In vier gevallen was sprake van te weinig jaarringen voor dendrochronologisch onderzoek. De dendrochronologisch onderzochte bomen zijn gemiddeld zo'n 200 jaar oud geworden. Het oudste exemplaar bevat 357 jaarringen.

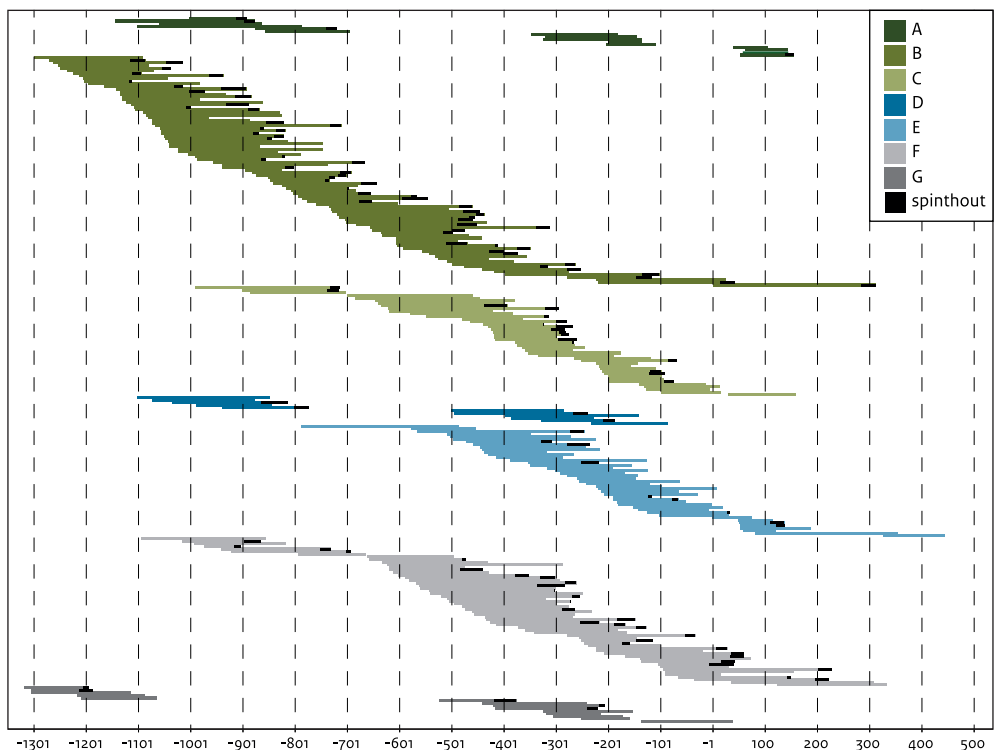
De stammen zijn niet altijd langs de hele omtrek geconserveerd. Hoewel op een groot deel van de monsters spinthout en soms ook de wankant nog aanwezig zijn, is dit niet altijd even bruikbaar gebleken. De spinthoutgrens ligt namelijk zelden langs de hele diameter van een stam op exact hetzelfde jaar. Daarnaast is in de zone van het spinthout vaak sprake van slecht gedifferentieerde jaarringen die moeilijk of niet van elkaar te onderscheiden zijn. Dit is terug te voeren op het feit dat het spinthout de laatste jaren vertegenwoordigt van het natuurlijke leven van een boom, dus juist die jaren waarin de vitaliteit van de boom sterk afnam. In enkele gevallen moest de meting daarom worden ingekort om een dateerbaar jaarringpatroon over te houden. Een tweede reden om sommige metingen in te korten is dat de vroegste jaarringen onmeetbaar smal zijn.

In de daterende dendrochronologie wordt incompleet spinthout vaak gebruikt om de sterfdatum van een boom te schatten. In dit geval waren zulke schattingen moeilijk uitvoerbaar, doordat het aantal spinthoutringen bij compleet spinthout sterk wisselde, waarbij waargenomen extremen zoals 5 of 47 spinthoutringen ver buiten de normaal bekende verdeling van spinthoutaantallen liggen. Het vaststellen of schatten van de sterfjaren wordt verder gecompliceerd door het opmerkelijk verschijnsel dat de wankant (dus de jongste ring onder de boombast) niet in alle gevallen het sterfjaar van de boom markeerde. We hebben vastgesteld dat bij minstens zestien exemplaren de wankant bij sommige bomen aan één zijde van de stam aanwezig was, terwijl deze aan de andere zijde na dit 'sterfjaar' nog jarenlang doorgroeide (figuur 7). Hierbij gaat het vermoedelijk om overhellende bomen die weinig houvast in de slappe bodem hadden en te zwaar werden om overeind te kunnen blijven staan. Hierdoor belandde de stam deels in het veen, waarbij dit deel vanuit fysiologisch perspectief zijn functie verloor en niet verder

kon groeien. Het deel boven het oppervlak groeide in deze gevallen dan nog wel door. Dit verklaart ook de positie van de kern in deze excentrische bomen, die zich dicht bij de onderste, overhellende zijde bevindt waar ook deze oudste wankant wordt aangetroffen.

Biotoop

Het is de vraag hoe we het ontstaan, de ontwikkeling en de ondergang van de Weesper bossen kunnen verklaren op basis van de paleogeografische ontwikkeling van het Vecht-Angstelgebied zoals hierboven beschreven. Of omgekeerd, hoe de Weesper bosontwikkeling meer inzicht kan geven in de landschappelijke dynamiek van de regio. Het antwoord op beide vragen is echter niet zomaar gegeven. We weten namelijk niet precies onder welke condities veeneiken wel of niet konden groeien. Zo zijn in hedendaagse *wetlands* in Europa voor zover bekend geen eiken te vinden die een groeipatroon laten zien dat vergelijkbaar is met dat van veeneiken, waarin normale groei afgewisseld wordt met periodes van sterk onderdrukte groei.⁵² Blijkbaar zijn in Europa *wetland-eikenbossen* door menselijk ingrijpen, zoals in Nederland door inpoldering en de aanleg van dijken, verdwenen. Het onderzoek in Weesp laat zien dat de bomen zijn gevonden in bosveen. Maar zoals hierboven aangegeven, was het onmogelijk om de Weesper veeneiken *in situ* te bestuderen en in de directe omgeving van de bomen monsters te nemen voor paleobotanisch onderzoek. Daarmee ontbreekt de mogelijkheid om het oorspronkelijke milieu waarin de bomen groeiden, te reconstrueren. We tasten echter niet helemaal in het duister over het plaatselijk milieu waarin veeneiken groeiden, want in 1997 was het in de Overdiemer Polder (Diemen), op circa 3 km ten westen van de Bloemendalerpolder, wel mogelijk om paleo-ecologisch onderzoek uit te voeren naast en onder een omgevallen veeneik. In de Overdiemer Polder werden >60 veeneiken gebor-



Figuur 8. Overzicht van de dendrochronologische dateringen van veeneiken in het gebied van Vecht en Angstel (1300 BCE – 400 CE). Ieder balkje vertegenwoordigt één boom. Spinhout is in zwart aangegeven (data: Stichting RING, RCE en Van Daalen Dendrochronologie). A=Overig; B=Bloemendalerpolder; C=Hondswijkerpolder; D=Diemen-Gemeenschapspolder; E=Diemer-Overdiemerpolder; F=Abcoude (incl. Winkelbuurt); G=Vinkeveen.

gen. Met één hiaat rond 650 BCE ontwikkelde het bos zich hier van vanaf circa 1100 BCE tot in de vierde eeuw CE. Het ecologisch onderzoek vond plaats naast en onder een boom die gekiemd is rond 373 BCE en enkele jaren na 129 BCE is gestorven.⁵³

Uit een combinatie van pollenonderzoek en onderzoek van organische macroresten bleek dat zich in de Overdiemer Polder eerst een rietmoeras ontwikkelde. Een ¹⁴C-datering maakt duidelijk dat rietgroei ter plekke in ieder geval in de achtste eeuw BCE plaatsvond.⁵⁴ Dit gebeurde onder invloed van een in de loop der tijd stijgende, mineraalrijke grondwaterspiegel. In de omgeving lag een elzenbroekbos met es en eik. In het rietmoeras kwam het tot de vorming van drijftillen

met het kruid grote zegge. Hierop werd de groei van wilgen mogelijk.⁵⁵ In een volgende fase ging het wilgenbroek over in een open en licht en enigszins reliëfrijk elzenbroek. Een mix van grondwater, regenwater en – mogelijk – de incidentele toetreding van rivierwater zorgde voor een eutroof tot mesotroof milieu. Dit bos had een ontwikkelde kruidlaag maar geen struiklaag. In het bos stonden naast elzen ook eiken, essen en een enkele wilg. De eiken en essen ontkiemden waarschijnlijk op hoger gelegen en drogere delen, waar door het omvallen van elzen open en lichte plekken waren ontstaan. Eekhoorns en vlamse gaaieren zullen bij de verspreiding van eikels van de hogere gronden of nabijgelegen wetland-bossen een grote rol hebben gespeeld.

Door de concurrentie van els, es en eik kan de schaduwintolerante wilg vrijwel geheel verdwenen zijn. In de Overdiemer Polder zijn geen aanwijzingen gevonden voor een ontwikkeling naar hoogveen, een situatie waarin de vegetatie het contact met grondwater heeft verloren en door een neerslagoverschot vrijwel alleen nog veenmossen groeien. Gelet op de landschappelijke situatie en ontwikkeling ligt hoogveenvorming hier ook niet voor de hand.

Uit vergelijkbaar onderzoek van een veenprofiel in de naastgelegen Gemeenschapspolder (Diemen) blijkt dat binnen het elzenbroekbos de verhouding tussen els, eik en andere boomsoorten en de samenstelling van de kruidlaag door de tijd heen sterk kunnen variëren.⁵⁶ Hierin spelen grondwaterfluctuaties, de seizoensmatige of soms catastrofale toestroom van water en de mineraalrijkdom een rol. Welke combinatie bepaalt of eik in een elzenbroekbos kan groeien, is echter niet precies duidelijk. Belangrijk is de toetreding van licht, want dit is essentieel voor de kieming. Daarnaast mag in het groeiseizoen geen sprake zijn van te natte condities. Wat het laatste betreft, bevonden de eiken zich aan de rand van hun biotoop. Subtiele veranderingen in de hydrologie, het neerslagoverschot en de overstromingsfrequentie zullen bepalend zijn geweest voor het ontstaan, de ontwikkeling en de ondergang van het bosbestand. Het jaarringpatroon van veeneiken, ook dat van Weesp, laat zien dat de groei van de eiken regelmatig en soms voor langere tijd is beïnvloed door een te natte standplaats, waardoor wortelrot ontstond. Vóór het ontstaan van het Vecht-Angstelsysteem moet dit veroorzaakt zijn door een combinatie van overvloedig grond- en regenwater en mogelijk door de toevloed van water door overstromingen van de Rijn. Na het ontstaan ervan zullen ook rivieroverstromingen een rol hebben gespeeld. Uit de slechte juveniele groei (zeer smalle oudsterringen) en de gemiddelde leeftijd van de bomen, die substantieel lager ligt dan die van

eiken op een meer gebruikelijke droge standplaats, mogen we concluderen dat de natte standplaats ook hierin van invloed was. Daarbij moet echter niet vergeten worden dat deze lagere gemiddelde leeftijd ook mede veroorzaakt kan zijn, doordat de oppervlakkig wortelende eiken onder hun eigen gewicht schuin in het veen wegzakten of omvielen, wegwijnden en doodgingen.

Bosontwikkeling

Als we nu in het licht van het bovenstaande kijken naar de vragen aan het begin van de vorige paragraaf, dan valt een drietal zaken op. In de eerste plaats is in de Bloemendalerpolder sprake van een begin van de groei van eiken ruim voor het ontstaan van het Vecht-Angstel-systeem rond 800 BCE. Ook de ontwikkeling van de eiken in de Hondswijkerpolder begon eerder. Samen met de gegevens over veeneiken uit Diemen en Vinkeveen maakt dit duidelijk dat eiken al vijf eeuwen voor het ontstaan van Angstel en Vecht in dit gebied waren gaan groeien (figuur 8). Het kan echter zijn dat er mogelijk al veel eerder kleine (later opgeruimde) verbindingen tussen de meren en de Rijn lagen. Dan was hier sprake van een zogeheten *doorstroommoeras* (figuur 9),⁵⁷ waardoor wel eutroof water maar nog maar weinig sediment werd aangevoerd.⁵⁸ Een tweede optie is dat de groei van de eiken begrepen moet worden in de context van een autonome ontwikkeling van een veengebied waarin (grote) rivieren geen rol speelden en een geleidelijk stijgende grondwaterspiegel en een neerslagoverschot allesbepalend waren. Waarschijnlijk lag hier een zeer gevarieerd en dynamisch landschap met open water, rietlanden, wilgenbroek en elzenbroek. Her en der kwamen hierin eik en es tot ontwikkeling. Gelet op de geografie van het gebied kunnen we spreken van een dynamische oost-west gradient, waarbij de eiken vooral voorkwamen direct ten oosten en ten westen van de grote meren die in een snoer tussen Muiden en

Utrecht lagen. Waarom er geen vondsten van veeneiken bekend zijn in de zuidelijke helft van dit gebied, is nog onduidelijk.

In de tweede plaats lijkt er mogelijk sprake te zijn van een directe invloed van het ontstaan van Vecht en Angstel (circa 800 BCE) op de bosontwikkeling bij Weesp en in de grotere regio. Op beide plekken vernieuwt het bos zich gedurende het gehele eerste millennium BCE vrij gelijkmatig maar met enkele uitzonderingen. In de Bloemendalerpolder zien we in de tweede helft van de tiende eeuw

van de eiken, is vanaf ca 650 BCE een versnelling van de bosaanwas zichtbaar.

Hoe we deze schommeling in de gecontinueerde bosaanwas precies moeten verklaren is (nog) onduidelijk. Van de Angstel en Vecht mag verwacht worden, dat ze door de jaren heen voor grotere schommelingen zorgden in de aanpalende wateren en broekbossen. Wellicht bood de oeverwal van de rivieren zelf bescherming bij een niet te grote toestroom van water en was het overstromingsgebied bij een grote toestroom van water zo

groot, dat dergelijke fluctuaties makkelijk opgevangen konden worden. Tegelijkertijd zullen beide rivieren in hun verschillende ontwikkelingsfases ofwel voor versnelde afvoer, en dus voor verdroging⁶⁰, dan wel voor vernatting hebben gezorgd. Ook zou je verwachten, maar ook dat is dus niet zichtbaar in het afsterven van de bossen, dat de rivieren gezorgd hebben voor regelmatige, voor eiken

slecht te verdragen of catastrofale, overstromingen.⁶¹ Het kan zijn dat hierop een uitzondering bestaat, want in de laatste eeuwen BCE en de eerste eeuwen CE lijkt op beide plekken sprake te zijn van een sterk verminderde aanwas. Iets dergelijks zien we terug in de Overdiempolder. Dit kunnen we echter ook op een andere manier verklaren.

In de derde en laatste plaats laten de bosbestanden wellicht aanwijzingen zien voor (grootschalige) boskap. In de Bloemendalerpolder is vanaf circa 400 BCE en in de Hondswijkerpolder vanaf circa 350 BCE een sterke afname te zien van de bosaanwas. In de Bloemendalerpolder is in de navolgende eeuwen geen echt herstel te zien; in de Hondswijker-



Figuur 9. Doorstroommoeras in elzenbroekbos in Polen (stroomgebied van de Gac bij Lotz) (foto Piet Verdonshot, Wageningen).

BCE een lichte terugval in de bosaanwas en in de Hondswijkerpolder ontbreekt bosaanwas in de achtste en de negende eeuw BCE. De aantallen zijn echter te klein om een verband met zekerheid vast te kunnen stellen. Als we echter de dendrochronologische onderzoeksresultaten aggregeren voor de grotere regio (figuur 8), dan zien we twee opvallende zaken. Als we kijken naar de sterfdatum van de bomen, zien we rond 650 BCE een sterk verminderde sterfte, waarschijnlijk als gevolg van het ontbreken van aanwas in de eeuwen ervoor.⁵⁹ En als we kijken naar de kiemdatum

polder vanaf ca 225 en ca 130 BCE enigszins. Op beide plekken vermindert de bosaanwas in de laatste eeuwen BCE zodanig, dat er bijna geen bomen worden gevonden die gestorven zijn na het midden van de eerste eeuw CE.⁶² Het kan zijn dat er een natuurlijke oorzaak is voor de gesignaleerde ontwikkelingen. Veratting door een verminderde afvoer via de Vecht zou een oorzaak kunnen zijn. De ‘afsluiting’ van het Oer-IJ in de late ijzertijd kan hierin ook een rol hebben gespeeld. We moeten hier echter ook de mogelijkheid noemen dat de gesignaleerde afname in de aanwas in de late ijzertijd en Romeinse tijd het resultaat is geweest van (grootschalige) boskap. Als we rekening houden met een gemiddelde levensduur van circa 200-250 jaar en met een kap van bomen die bruikbaar zijn als constructiehout en dus ouder zijn dan circa 100 jaar, dan begon deze kap ergens in de (de tweede helft van de) derde eeuw en de tweede eeuw BCE en deze liep door tot in de Romeinse tijd. ‘Consumenten’ bevonden zich sinds de midden-ijzertijd in het gebied op door de Vecht en Angstel gevormde oeverwallen en afzettingen die waren ontstaan na een doorbraak van een oeverwal (*crevasses*).⁶³ Uit dendrochronologische gegevens van Romeinse vindplaatsen in West-Nederland blijkt dat het – dateerbare – in de eerste eeuw CE toegepaste en inheems gegroeide hout (eik, es en iep) overwegend kiemde in de tweede en eerste eeuw BCE.⁶⁴ Gelet op de omvang van de militaire bemoeienis met het Friese gebied en het gebied van de Kromme en Oude Rijn zal de behoefte van de Romeinen aan hout groot geweest zijn. In het onderzoeksgebied was het ruim voorradig. Van een duurzaam gebruik was echter geen sprake, want vrijwel het gehele bosbestand werd teniet gedaan.

Conclusie

Het dendrochronologisch onderzoek van zo’n 140 veeneiken uit de Bloemendalerpolder en Hondswijkerpolder (Weesp) levert een aantal

inzichten en hypothesen op die richtinggevend kunnen zijn voor verder onderzoek:

- De groei van eiken ter plekke vanaf de dertiende eeuw BCE hangt samen met de ontwikkeling van voedselrijke elzenbroekbossen.
- Mogelijk gaat het hier om een ‘autonome’, door regen- en kwelwater gevoede ontwikkeling, maar het is ook mogelijk dat al vijf eeuwen voor het ontstaan van Angstel en Vecht voedselrijk Rijnwater toestroomde via een keten van meren tussen Breukelen en Muiden en via tussengelegen doorstroommoerassen.
- Het ontstaan van het systeem van Angstel en Vecht is mogelijk aanwijsbaar in de lokale bosontwikkeling maar was niet van zodanige invloed dat de bosaanwas structureel werd beïnvloed. Gedurende de dertiende tot de vierde eeuw BCE is in beide polders een natuurlijke bosontwikkeling zichtbaar. Verschillende indicatoren maken echter duidelijk dat de eiken zich hier bevonden aan de rand van hun natuurlijke biotoop en dat de standplaats in bosveen en regelmatige blootstelling aan zeer natte condities in het groeiseizoen een sterke negatieve invloed hadden op hun groei van jaar tot jaar en structurele groeimogelijkheden.
- Het einde van de lokale bosontwikkeling zette in de vierde eeuw BCE in. In de loop van de eerste eeuw CE was het lokale bosbestand vrijwel volledig verdwenen. Slechts enkele bomen dateren uit de midden- of laat-Romeinse tijd. De ondergang van het eikenbos kan veroorzaakt zijn, doordat het gebied sterk vernatte, waarbij de waterafvoer via de Vecht sterk verminderde en het Oer-IJ zich sloot. Het ligt echter voor de hand om ook te denken aan grootschalige boskap, zowel door lokale bewoners als later verder geïntensiveerd door het Romeinse militaire apparaat. Gebruik van eiken met veeneikachtige groeipatronen is aangetoond in vindplaatsen uit de eerste eeuw CE.

Dankwoord

We danken Wouter Slors, Muiden, Tjakko Smit (BPD Gebiedsontwikkeling), Emilie Sloof (Martens en Van Oord), Dennis Vos (Van Gelder) en Johnny Klokke (Van der Wiel BV) voor hun toestemming om het onderzoek ter plekke uit te voeren en voor het ter beschikking stellen van de veeneiken, en Mario van IJzendoorn, Bertil van Os, Willem Derickx (allen RCE) en Daan Saveur (Carnyx Archaeology) voor het veldwerk.

Literatuur

- J.E. Abrahamse en R. Feiken, 'Driftig veen en onderaards bos. Nicolaas Witsen, het landschap van Amstelland en de grondbeginselen van de moderne geologie', in: *Bulletin KNOB* 118-1, 2019, p. 33-54. <https://doi.org/10.7480/knob.118.2019.1>.
- M.G.L. Baillie, *Tree-ring Dating and Archaeology*. Routledge 2014.
- J. Bazelmans, P. Doeve en E. Jansma, 'Prehistorische eiken uit de Binnenveldse Hooilanden blijken belangrijk', in: *Oud Wageningen* 49-1, 2021, p. 12-15.
- H. Berendsen, E. Stouthamer, 'Late Weichselian and Holocene palaeogeography of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands', in: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 161, 2000, p. 311-335. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(00\)00073-0](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00073-0).
- G.J. Borger, 'De Zijpe en de Zuiderzee', in: *Tijdschrift voor Historische Geografie* 6, 2021, p. 105-125. <https://doi.org/10.5117/THG2021.2.001.BROG>.
- I.J. Bos, H. Feiken, F. Bunnik en J. Schokker, 'Influence of organics and clastic lake fills on distributary channel processes in the distal Rhine-Meuse delta (The Netherlands)', in: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 284, 2009, p. 355-374. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.10.017>.
- F. Brouwer, S.P.J. van Delft en R.H. Kemmers, 'Landinventarisatie en ruimtelijke systeem-analyse van het herinrichtingsgebied De Vechtstreek, fase 2. Resultaten van een bodemgeografisch onderzoek', Alterra-rapport. Alterra, Wageningen 2002.
- K.M. Cohen, E. Stouthamer, H.J. Pierik en A.H. Geurts, 'Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta'. 2012. <https://doi.org/10.17026/DANS-X7G-SJTW>
- K.M. Cohen, W.H.J. Toonen en H.J.T. Weerts 'Overstromingen van de Rijn gedurende het Holoceen: Relevantie van de grootste overstromingen voor archeologie van het Nederlandse rivierengebied'. 2016.
- T. de Haas, L. van der Valk, K.M. Cohen, H.J. Pierik, S.A.H. Weisscher, M.P. Hijma, A.J.F. van der Spek en M.G. Kleinhans, 'Long-term evolution of the Old Rhine estuary: Unravelling effects of changing boundary conditions and inherited landscape', in: *The Depositional Record* 5, 2019, p. 84-108. <https://doi.org/10.1002/dep2.56>
- A. Fokma, 'Paleo-oecologisch onderzoek van een Laat-Holoceen moerasbos met Eiken ten zuidoosten van Diemen', Universiteit van Amsterdam, Amsterdam 1998 (scriptie).
- K. Haneca, 'Dendrochronologie en erfgoedonderzoek', Agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel 2017.
- E. Jansma, 'Hydrological disasters in the NW-European Lowlands during the first millennium AD: a dendrochronological reconstruction', in: *Netherlands Journal of Geosciences* 99, Cambridge 2020. <https://doi.org/10.1017/njg.2020.10>
- R.S. Kok, 'De IJzertijd en Romeinse Tijd van de Vechtstreek', in: *Jaarverslag AWN afdeling Naerdincklant* 2008, Hilversum 2008, p. 34-54.
- S. Koopman, 'Een Laat-Weichselien duin in de Nieuwe Keverdijkse Polder', in: *Grondboor & Hamer* 67, 2013, p. 41-47.
- G.W. de Lange en B. Bles, 'De bodemgesteldheid rondom de gemeente Weesp : structuurplan Weesp', STIBOKA, Wageningen 1963.
- S. Luisterburg, 'Reconstructie van een laat-Holoceen moerasbos met Eiken bij Diemen (ca. 4000-2000 jaar geleden)', Universiteit van Amsterdam, Amsterdam 2011 (scriptie).
- H.J. Pierik, J. Moree, K. van der Werf, L. Roelofs, M. Boecheat Albernaz, A. Wilbers, M. van Dinter, W. Hoek, T. Haas en M. Kleinhans, 'Vegetation and peat accumulation steer Holocene tidal-fluvial basin filling and overbank sedimentation along the Old Rhine river, the Netherlands', in: *Sedimentology*. In review.
- H.J. Pierik, E. Stouthamer, T. Schuring en K.M. Cohen, 'Human-caused avulsion in the Rhine-Meuse delta before historic embankment (The Netherlands)', in: *Geology* 46, 2018, p. 935-938. <https://doi.org/10.1130/G45188.1>
- J.R. Pilcher, 'Sample preparation, Cross-dating, and Measurement', in: Cook, E.R., Kairiukstis, L.A., (eds), *Methods of Dendrochronology, Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers 1990.
- J.N.B. Poelman, 'De bodem van Utrecht: toelichting

- bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland schaal 1:200.000' STIBOKA, Wageningen 1966.
- L.J. Pons en A.J. Wiggers, 'De holocene wordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied. The holocene genesis of the province of North-Holland and the Zuyder Sea region', Stichting voor Bodemkartering, Wageningen 1960.
- U. Sass-Klaassen, 'Exploring oaks in modern wetland woods in Europe to trace the climate signal in tree-ring series of sub-fossil bog oaks', in: E. Jansma en H. Gaertner (eds) 'TRACE, Tree Rings in Archeology', *Climatology and Ecology* 2, 2004, p. 67–72.
- L. Smids, 'Schatkamer der Nederlandse oudheden, of woordenboek behelsende Nederlands steden en dorpen, kasteelen, sloten en heeren huysen,...', Pieter de Coup, Amsterdam 1711.
- W.C.H. Staring, 'Natuurlijke historie van Nederland. Eerste deel. De bodem van Nederland', Kruseman, Haarlem 1856.
- M. van Dinter, K.M. Cohen, W.Z. Hoek, E. Stouthamer, E. Jansma en H. Middelkoop, 'Late Holocene lowland fluvial archives and geoarchaeology: Utrecht's case study of Rhine river abandonment under Roman and Medieval settlement', in: *Quaternary Science Reviews* 166, 2017, p. 227–265. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.003>
- W.A. van Es, 'De Romeinen in Nederland', Fibula Van Dishoeck, Bussum 1981.
- B. van Geel, H. Heijnis, D.J. Charman, G. Thompson en S. Engels, 'Bog burst in the eastern Netherlands triggered by the 2.8 kyr BP climate event', in: *The Holocene* 24, 2014, p. 1465–1477. <https://doi.org/10.1177/0959683614544066>
- Y. van Popta, K.M. Cohen, P. Vos, en T. Spek, 'Reconstructing medieval eroded landscapes of the north-eastern Zuyder Zee (the Netherlands): a refined palaeogeographical time series of the Noordoostpolder between a.d. 1100 and 1400', in: *Landscape History* 41, 2020, p. 27–56. <https://doi.org/10.1080/01433768.2020.1835180>
- R. Verdonchot, H. Runhaar, T. Buijse, R. Bijkerk en P. Verdonchot, 'Doorstroommoerassen en moerasbeken: typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlaten voor de biologische kwaliteitselementen', Wageningen Environmental Research, Wageningen 2016.
- J.T.A. Verhoeven, 'Introduction', in: J. Verhoeven (red.), *Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation*, Geobotany. Springer Netherlands, Dordrecht 1992, p. 1–6. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7997-1_1
- P. Vos, J. Koning en R. van Eerden, 'Landscape history of the Oer-IJ tidal system, Noord-Holland (the Netherlands)', in: *Netherlands Journal of Geosciences* 94, Cambridge 2015, p. 295–332. <https://doi.org/10.1017/njg.2015.27>
- P.C. Vos, 'Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series', Barkhuis, Groningen 2015. <http://localhost/handle/1874/315553> (accessed 10.23.21).
- P.C. Vos, M. van der Meulen, H.J.T. Weerts en J. Bazelmans, 'Atlas van Nederland in het Holoceen', ge gewijzigde druk. Prometheus, Amsterdam 2020.
- H.J.T. Weerts, P. Cleveringa en M. Gouw, 'De Vecht/Angstel, een riviersysteem in het veen', in: *Grondboor en Hamer* 3, 2002, p. 66–71.

Noten

1. Jos Bazelmans, Esther Jansma en Harm Jan Pierik, Jan-Willem de Kort, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: Sjoerd van Daalen, Van Daalen Dendrochronologie, Deventer; en Minko Houwman, BAAC BV.
2. Hondswijkerpolder is de historische benaming van het noordelijke deel van wat nu de Nieuwe Keverdijksche Polder heet.
3. Het dendrochronologisch onderzoek werd uitgevoerd door de RCE en door Van Daalen Dendrochronologie.
4. BCE of CE = (Before) Common (of Current) Era, of (Voor) Gangbare Jaartelling.
5. Jansma, 2020, Chronology A.
6. Zie Jansma 2020 voor een overstromingsreconstructie van het eerste millennium CE.
7. Staring, 1856 en www.delpher.nl, zoekterm "kienhout".
8. Abrahamse en Feiken, 2019, met een beschrijving van een handschrift van Nicolaas Witsen (1641-1717), geschreven vóór 1663, waarin hij melding maakt van een "onderaards bos" aan beide zijden van de Amstel, zich uitstrekkend tot aan Oudekerk.
9. Smids, 1711.
10. <https://bulthaup.com/nl/blog-be/stories/detail/news/de-liefde-voor-2000-jaar-oude-veeneik/>
11. De Gelderlander 3 april 2021.
12. De benaming subfossiel wordt gebruikt voor dode organismen die in sedimenten zijn ingebed en nog niet zijn gefossiliseerd. Deze overblijfselen zijn belangrijk voor de wetenschap, omdat ze organisch materiaal bevatten dat kan worden gebruikt voor allerlei natuurwetenschappelijke analyses.

13. Over de dendrochronologie, zie Haneca, 2017, met verwijzingen.
14. Jansma 2020.
15. Zie bijvoorbeeld Sass-Klaassen en Hanraets 2006.
16. Bazelmans et al., 2021.
17. RD centrumcoördinaat 131.500 x 481.550.
18. Ook na februari 2021 zijn binnen het plangebied Weespersluis nieuw aangetroffen veeneiken bemonsterd. Bij het ter perse gaan van dit artikel stond het totale aantal op 118: de datering van deze veeneiken is echter nog niet beschikbaar.
19. RD centrumcoördinaat 133.750 x 480.500.
20. Op 18 november 2021 werd in de Hondswijkerpolder opnieuw een groep veeneiken aangetroffen en bemonsterd (n=36) (RCE-projectcode: WPHP21) (figuur 2, Hondswijkerpolder-2). De resultaten van het dendrochronologisch onderzoek zijn bij het ter perse gaan van dit artikel nog niet beschikbaar.
21. DINO loket, Lange en Bles, 1963, Brouwer et al., 2002.
22. Zie Koopman, 2013 voor een onderzoek in een ontsluiting van dit begraven dekzandlandschap aan het Honswijckepad in de Nieuwe Keverdijk-sche Polder (RD 134.050 x 480.075).
23. Bos et al., 2009; Poelman, 1966 en Verhoeven, 1992.
24. Bos et al. 2009; Poelman 1966, Pons en Van Oosten 1974, Verhoeven 1992 en Pons en Wiggers, 1960.
25. Bos et al. 2009.
26. Bos et al. 2009.
27. Vos, 2015, Van Popta et al., 2020 en Borger, 2021.
28. Vos 2015, Vos et al., 2015 en Vos et al., 2020.
29. Berendsen en Stouthamer, 2000; Cohen en Stouthamer, 2012; Van Dinter et al., 2017; Pierik et al. in review en Pierik et al., 2018.
30. Weerts et al., 2002 en Bos et al. 2009.
31. Figuur 5 is gebaseerd op Vos et al., 2015; Cohen et al., 2016; Pierik et al., in review; Pierik et al., 2018; Weerts et al. 2002; Bos et al. 2009 en Vos et al. 2020.
32. Beets en Van der Spek, 2000.
33. Beets en Van der Spek 2000; Vos 2015 en De Haas et al., 2018.
34. De ouderdom van deze riviertjes is onbekend. Ze hoeven niet vanaf het begin van de veenvorming aanwezig te zijn. Misschien hangen ze samen met de ontwikkeling van het veen tot hoogveen, waardoor afwatering via geultjes tussen hoogveenkussens nodig was.
35. Pierik et al. in review.
36. Berendsen en Stouthamer 2000; Weerts et al. 2002; Bos et al. 2009; Van Dinter et al., 2017 en De Haas et al., 2019.
37. Vos 2015.
38. Bos et al. 2009, Vos et al. 2015.
39. Pons en Wiggers (1959/1960) hebben in Broek en Waterland meervullingen gekarteerd die mogelijk toe te schrijven zijn aan de Vecht. Dat zou betekenen dat er ook verder stroomafwaarts nog veel sediment beschikbaar was.
40. Vos 2015.
41. Deze slechte afvoer speelde de Romeinen wellicht parten bij hun gebruik van de Vecht om veilig naar de operatiegebieden in Noord-Nederland en Noord-Duitsland te varen. Mogelijk dat we de zogeheten kanalen van Drusus daarom in het gebied van de Vecht moeten zoeken (Van Es, 1981).
42. Berendsen en Stouthamer 2000; Van Dinter et al., 2017 en Pierik et al. 2018.
43. Zie figuur 4, profiel 3.
44. Weesp-Bloemendalerpolder: Van Daalen 19.140 en Stichting RING WEF. Weesp-Hondswijkerpolder: Van Daalen 19.124.
45. Pilcher, 1990.
46. Een Velmex meetopstelling met Acu-Rite QV10-V lineaire codeerder met een nauwkeurigheid van 10 µm gekoppeld aan een Euromex binoculair microscop met een vergroting van 10 en 30 maal.
47. Het spinthout van eiken is de buitenste zone van de stam waar het hout nog niet is omgezet in kernhout. De breedte van de zone spinthout varieert van ca. 1 tot 4 cm, en op basis van deze breedte en de leeftijd van de boom kan geschat worden hoeveel spintringen er bij incompleet hout ontbreken tot de wankant en bast.
48. Wankant of buitenste jaarring direct onder de bast. De buitengrens van deze jaarring maakt het mogelijk het seizoen te bepalen waarin de boom gekapt is.
49. Baillie, 2014.
50. PAST4. Uitgegeven door SCIEM, Wenen (Oostenrijk).
51. Daarbij zijn twee parameters berekend: (1) Student's t-waarde. De t-waarde beschrijft de overeenkomst tussen twee getallenreeksen voor een gegeven positie op basis van de kruiscorrelatie tussen deze reeksen en de lengte van hun overlap (in jaren). Hoe hoger deze waarde is, hoe sterker de gelijkenis is tussen de reeksen. Voorafgaand aan het berekenen van de t-waarde worden de jaarringbreedten logaritmisch getransformeerd zodat deze een normale verdeling benaderen. Deze transformatie is bedoeld om groeivariaties die niet met de omgeving te maken hebben, zoals bijvoorbeeld het effect van het

- ouder worden van de bomen door de tijd heen – jonge ringen zijn relatief breed en oude relatief dun – weg te filteren. Student's t-waarden van 5,5 of hoger worden veelal als voldoende beschouwd voor een succesvolle datering; (2) Het percentage parallele variatie (Gleichläufigkeit (GLK)). Dit is het percentage van de intervallen tussen steeds twee opeenvolgende jaren waarin de meting en referentiecurve gelijktijdig een stijging of daling in het jaarringpatroon laten zien. De significantie van GLK (P) wordt bepaald aan de hand van de lengte van overlap tussen het ongedateerde patroon en de referentiekalender. Een P-waarde van 0,0001 of lager duidt in alle gevallen op een correcte datering. Synchronisaties die aan beide statistische vereisten voldoen, worden door dendrochronologen ook visueel beoordeeld, waarbij vooral wordt gekeken of de minimale groeiwaarden in beide vergeleken reeksen gelijktijdig optreden. Om de mogelijkheid uit te sluiten dat in het veld per ongeluk van één boom twee of meer monsters zijn genomen, zijn onderlinge vergelijkingen uitgevoerd om metingen uit dezelfde boom te identificeren. Zulke onderlinge vergelijkingen maken het ook mogelijk om voor de vindplaatsen één of meerdere middelcurven samen te stellen die het dateren faciliteren.
52. Sass-Klaassen, 2004. In Nederland zijn tegenwoordig wel eiken bekend die groeien in elzenbroekbossen, maar deze zijn blijkbaar hydrologisch zo gereguleerd dat ze de voor veeneiken typerende stresspatronen niet veroorzaken.
 53. Fokma, 1998.
 54. 2590 ± 40 BP. Mededeling Bas van Geel, Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Universiteit van Amsterdam.
 55. Een ¹⁴C-datering (2420 ± 40 BP) van deze fase is weinig behulpzaam, want na calibratie levert dit een datering op tussen 684 en 400 calBP. De wilgenfase moet echter gelet op de beschikbare dendrodatering voor 600 BCE worden geplaatst.
 56. Luisterburg, 2011.
 57. Verdonschot et al. 2016.
 58. Bos et al. 2009 maken duidelijk dat in de meren al vanaf 1550 BCE sprake was van eutrofe condities.
 59. Van Geel et al. 2009 hebben gesuggereerd dat “een opvallende stagnatie in de kieming van nieuwe eiken, tussen ca 880 en 670 voor Chr., hoogstwaarschijnlijk samenhangt met een klimaatverandering die werd veroorzaakt door een plotselinge afname van de zonne-activiteit” (voor de achtergronden van deze hypothese zie Van Geel et al., 2014).
 60. Aanwijzingen voor structurele verdroging, zoals het vervliegen van veen, maaiveldverlaging en de afzetting van klei, ontbreken. Het veengebied was zo stabiel dat zich naast de Vecht maar een kleine oeverwal vormde.
 61. Dit thema verdient nog nader dendrochronologisch onderzoek want het jaarringpatroon laat regelmatig groeidepressies zien.
 62. De dendrochronologische analyse van bomen uit de Overdiempolder (n=43) en Vinkeveen (n=14) laten een vergelijkbaar beeld zien. Opmerkelijk zijn de resultaten voor Abcoude: hier is in de 5de tot en met de 2de eeuw sprake van een normale bosaanwas en -sterfte; bomen die na 100 BC kiemden ontbreken echter.
 63. Kok, 2008.
 64. Zie Jansma 2020, appendix B, voor een goede steekproef (gegevens genoteerd bij Chronology A).

JOS BAZELMANS is antropoloog en archeoloog en hoofd van de Afdeling Archeologie van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. **SJOERD VAN DALEN** is dendrochronoloog en eigenaar van Van Daalen Dendrochronologie, Deventer. **MINKO HOUWMAN** is in het najaar van 2021, na een stage bij de RCE, afgestudeerd aan de WUR, Wageningen, en werkt nu als prospector bij BAAC BV. **ESTHER JANSMA** is dendrochronoloog, medewerker van de Afdeling Archeologie van de RCE en directeur van de Stichting RING, Amersfoort. **JAN-WILLEM DE KORT** is senior (veld)archeoloog en werkt bij de Afdeling Archeologie van de RCE. **HARM JAN PIERIK** is fysisch geograaf en werkt bij de Afdeling Landschap van de RCE.