

UTE SASS-KLAASSEN,
Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Bosecologie en
Bosbeheer, Postbus 342, 6700 AH Wageningen;
Nederlands Centrum voor Dendrochronologie Stichting RING,
Postbus 510, 8200 AM Lelystad, ute.sassklaassen@wur.nl

Dendrochronologie - een dateringsmethode en veel meer...

BOMEN SCHRIJVEN GESCHIEDENIS

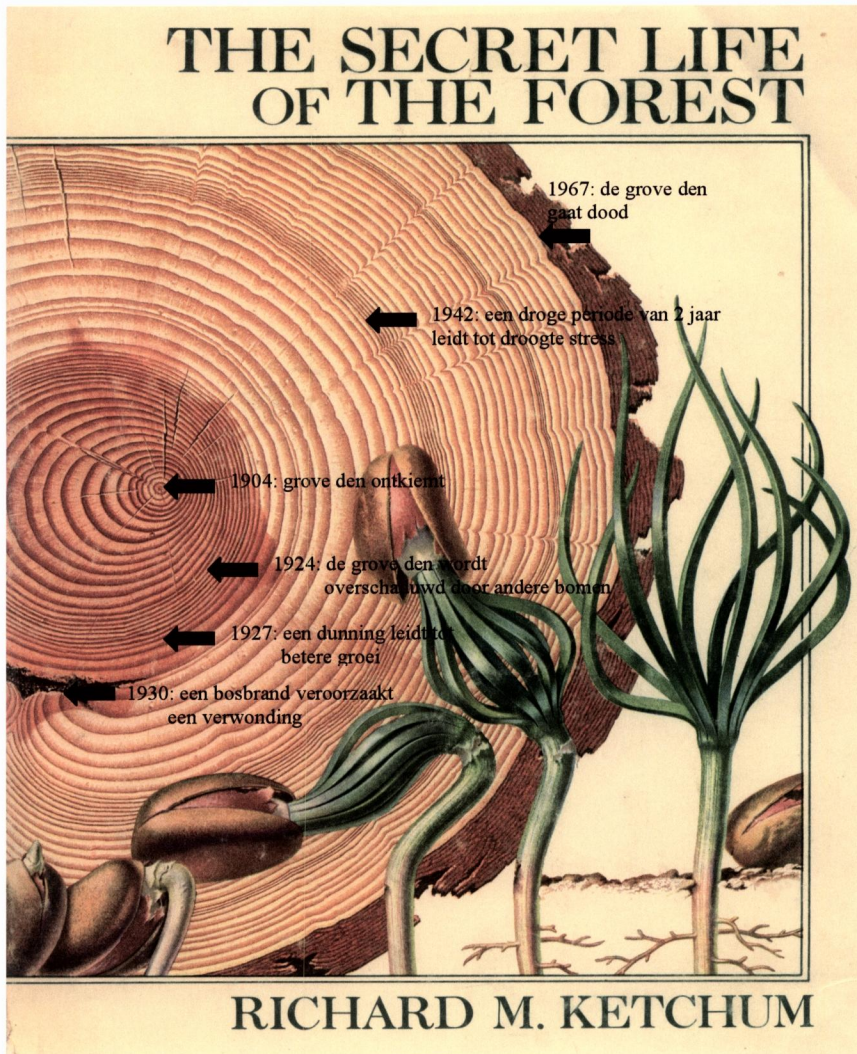
De dendrochronologie betekent, letterlijk vertaald uit het Grieks, boomtjkdkunde en is een tak van de wetenschap die zich onder andere bezighoudt met het dateren van hout op basis van jaarringen. Dendrochronologie staat vooral bekend als exacte dateringsmethode in de archeologie en in de bouw- en kunstgeschiedenis. Het is echter een bredere wetenschappelijke discipline die ook in de boomfysiologie, boscologie, geomorfologie en vooral de klimatologie een grote betekenis heeft. Dendrochronologisch onderzoek, of jaarringonderzoek, is deels gericht op het bestuderen van bomen, hun levenscycli (ontkiemen, sterven) en hun groeiactiviteit in wisselwerking met omgevingsfactoren. Deze omgevingsfactoren kunnen tal van zaken omvatten, zoals weer en klimaat, competitie met andere soorten, houtkap, overstromingen, bosbranden, aardverschuivingen, insectenplagen of luchtverontreiniging. Een belangrijk ander deel van de dendrochronologie laat de bomen zelf buiten beschouwing en gebruikt de jaarringpatronen van bomen als data-archief voor het bestuderen van veranderingen van landschap en klimaat in het verleden. Hout dat op het jaar precies gedateerd is, wordt bovendien gebruikt voor onderzoek naar stabiele (^{13}C , ^{18}O) en niet stabiele (^{14}C) isotopen.

Dit artikel geeft een overzicht van het concept, de principes en de werkwijze van de dendrochronologie. Om dit alles te illustreren is een moerasbossenproject als voorbeeld gekozen. Het project omvat de opgraving van een moerasbos in Zwolle-Stadshagen, en laat zien hoe de dendrochronologie samen met andere onderzoeksmethodes een bijdrage kan leveren aan onderzoek naar het (pre)historische landschap en klimaat in Nederland.

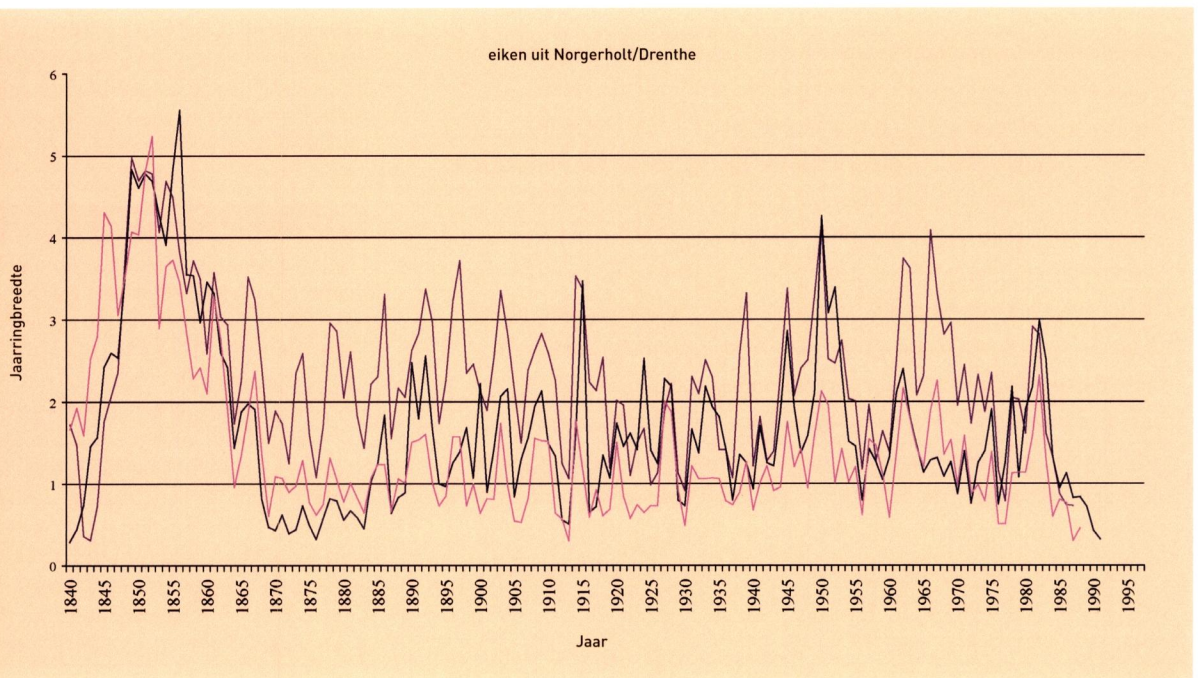
Bomen en Jaarringen

Bomen die in ons gematigd klimaat met wisselende jaargetijden groeien vormen jaarringen. Ieder van ons heeft wel eens de jaarringen op de dwarsnede van een boomstam geteld om een idee te krijgen van de leeftijd van de boom. Minder bekend is dat de breedte van een jaarring iets over de groeiomstandigheden van de boom in het betreffende jaar vertelt: een brede jaarring wijst op goede groeiomstandigheden en een smalle jaarring op slechte groeiomstandigheden. In het laatste geval kan de boomgroei bijvoorbeeld beperkt zijn door te weinig of te veel water, warmte of licht. Het jaarringpatroon van een boom registreert dan ook de hele levensgeschiedenis van een boom vanaf het moment dat de boom ontkiemt tot aan het moment dat de boom sterft (Afb. 1).

Afbeelding 1.
Biografie van een
63 jaar oude grove
den gedocumenteerd
in het jaarringpa-
troon (Ketchum,
1970, verandert).



Afbeelding 2.
Jaarringreeksen
van drie eiken uit
het Bosreservaat
Norgerholt/Drenthe.





Afbeelding 3.
Bristlecone pine
(*Pinus longaeva*),
White mountains,
Californië (<http://www.sonic.net/bristlecone/dendro.html>)

Door het opmeten van de opeenvolgende jaarringbreedtes en het uitzetten in een jaarringcurve kan de verandering van de boomgroei over de tijd bestudeerd worden. Ondanks het eigen levensverhaal van iedere boom is opvallend hoeveel overeenkomst de jaarringpatronen van bomen van dezelfde standplaats vertonen (Afb. 2). Dit komt omdat het weer een belangrijke invloed heeft op de groei van bomen. Droge jaren of strenge winters leiden bij veel bomen tot smalle jaarringen, milde vochtige jaren leiden vaak tot brede jaarringen. Het uitzonderlijk droge jaar 1976 heeft bij bijna alle bomen in Europa tot een smalle jaarring geleid, ook bij de eiken uit Norgerholt (Afb. 2).

Jaarringchronologieën van duizenden jaren

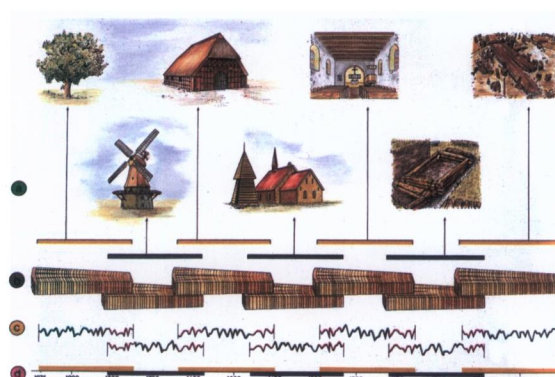
Bomen van dezelfde soort die op vergelijkbare standplaatsen in hetzelfde klimaatgebied groeien, vertonen dan ook vergelijkbare jaarringpatronen. De jaarringpatronen van deze bomen kunnen worden samengevat tot zogenaamde jaarringchronologieën. Deze zijn gebaseerd op gegevens van honderden bomen en geven het gemiddelde groeipatroon van deze bomen weer.

Wereldwijd zijn er inmiddels duizenden jaarringchronologieën voor bijna alle (klimaat)gebieden op aarde verzameld. Een deel van deze gegevens zijn in de International Tree-Ring Data Bank te vinden (<http://web.utk.edu/~grissino/databases.htm>; <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/treering.html>). Deze databank bevat gegevens van circa 100 verschillende boomsoorten afkomstig van zo'n 1500 standplaatsen.

De langste jaarringchronologieën zijn duizenden jaren lang. Ook aan de oudste bomen op aarde, een denensoort, de bristlecone pines (Afb. 3), die op 3000 meter in een extreem klimaat in de White Mountains in Californië groeien, is jaarringonderzoek gedaan. Deze bomen kunnen tot 4700 jaar oud worden en verschaffen de Amerikaanse collega's meerduizendjarige jaarringchronologieën.

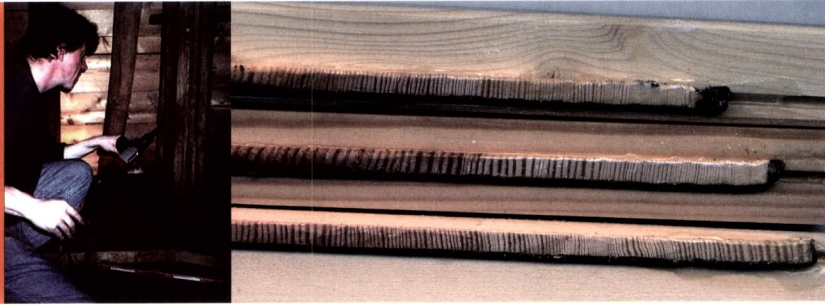
Hoewel bomen in Europa zelden ouder dan zo'n 400 jaar worden (bijvoorbeeld de lariksen uit Siberië), zijn de tot nu toe langste jaarringchronologieën opgebouwd uit jaarringreeksen van eiken en grove dennen uit Europa. De opbouw van deze lange jaarringchronologieën is een langdurig proces. Afbeelding 4 laat zien hoe het principe werkt: er wordt uitgegaan van levende bomen, bijvoorbeeld eiken. De groeipatronen van deze eiken worden samengevat in een standplaatschronologie. Dit recente materiaal wordt vervolgens gecombineerd met jaarringpatronen van historisch materiaal, die verwerkt zijn in gebouwen, schepen, schilderijen, etc. Voorwaarde van het combineren van de jaarringreeksen is dat deze over een behoorlijke periode overlappen. Door de combinatie van recent en historisch materiaal kan de jaarringchronologie stapsgewijs terug in de tijd worden uitgebreid. Door te combineren met eiken uit archeologische context kan men nog verder in de tijd teruggaan.

Het oudste gedeelte van de ultra-lange jaarringchronologieën is opgebouwd uit jaarringreeksen van sub-fossiele eiken of grove dennen. Deze bomen zijn niet fossiel (versteend), maar zijn nadat ze zijn afgestorven geconserveerd in een zuurstofarm of zuurstofvrij milieu, zoals in veen of rivierklei. Het zal duidelijk zijn, dat deze lange chronologieën zijn gebaseerd op gegevens van honderden, soms wel duizenden bomen en dat dus voor elk jaar het gemiddelde van honderden metingen berekend is.



Afbeelding 4.
Principe van het opbouwen van lange jaarringchronologieën. Jaarringreeksen van hout uit verschillende contexten worden gecombineerd;
a: datacontexten;
b: overlappen van houtmonsters met gemeenschappelijke groeiperiodes;
c: overlappen van jaarringreeksen;
d: chronologie. (<http://www.bfafh.de/inst4/42/grund.htm>).

Afbeelding 5.
Boorkernen van
grove den.



De waarde van jaarringchronologieën

1. Dateren van hout

Op de hierboven beschreven manier zijn in Europa honderden jaarringchronologieën opgebouwd voor tientallen verschillende houtsoorten en voor verschillende regio's. De meeste (lange) jaarringchronologieën zijn van eik en grove den omdat deze houtsoorten verwerkt zijn in gebouwen en kunstwerken én als natuurlijke resten bewaard zijn gebleven in venen en riviersedimenten. Dat geldt in het bijzonder voor het duurzame eikenhout.

Deze jaarringchronologieën vormen als referentiechronologieën de basis voor het exacte dateren van hout van onbekende ouderdom uit bouwhistorische (kerken, molens), kunsthistorische (schilderijpanelen, meubels, muziekinstrumenten), archeologische (schepen, veenwegen, huizen) en natuurlijke (veeneiken) context.

Voorwaarden

Er zijn enkele voorwaarden om houtmonsters dendrochronologisch te kunnen dateren:

1. er moeten jaarringchronologieën van de te dateren houtsoort opgebouwd zijn; de meeste chronologieën zijn opgebouwd voor eik en grove den;
2. het monster moet dusdanig behouden/geconserveerd zijn, dat de jaarringen herkenbaar zijn;
3. er moeten minstens 50 tot 70 jaarringen in het monster zitten om tot een datering te kunnen komen.

Dateren stap voor stap

Monsters en Bemonstering

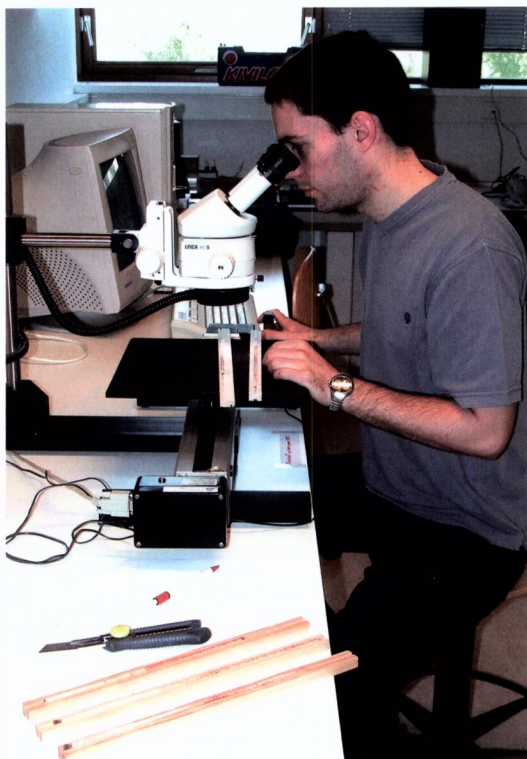
Monsters worden zo genomen, dat het mogelijk is om de volledige jaarringsequentie op één of bij voorkeur twee radialen van een stamschijf te meten. De jaarringsequentie is de opeenvolging van alle jaarringen: van het merg (het hart van de boom) tot de laatste ring onder de bast. Als het niet mogelijk is om monsters uit bijvoorbeeld een balk of boom te zagen worden met een holle boor boorkernen genomen (Afb. 5). De houtoppervlakte van de monsters wordt geschuurd of met een Stanley mes bijgesneden zodat de jaarringen zichtbaar worden.

Metten en dateren

Het jaarringpatroon van een houtmonster wordt voor een datering op 1/100 millimeter precies opgemeten. De meetinstallatie bestaat uit een microscoop en een beweegbare meettafel die is gekoppeld aan een computer (Afb. 6). Het houtmonster wordt op de meettafel onder de microscoop door bewogen waarbij de onderzoeker de jaarringgrenzen detecteert en de computer de metingen als jaarringreeksen automatisch opslaat.

Met speciale software worden de gemeten jaarringreeksen met alle referentiechronologieën, dat zijn de regionale jaarringchronologieën van de te dateren houtsoort vergeleken. Het opsporen van een dateringpositie gebeurt met behulp van verschillende statistische testen (correlatie, t-test, sign-test; zie Schweingruber, 1988). Een datering wordt echter altijd visueel geverifieerd door de gemeten jaarringreeks te vergelijken

Afbeelding 6.
Dendrochronologische
werkplek
met beweegbare
meettafel, binoculair
en computer met
dendrochronologische
software.





Afbeelding 7.
Subfossiele stammen
in het Campemoor,
Duitsland
(Foto A. Bauerochse).

met een referentiechronologie op de lichtbak of het computerscherm.

Als de gemeten jaarringreeks over een bepaalde periode met een referentiechronologie overeenkomt, kan de hele gemeten reeks in een absoluut tijdskader worden geplaatst, dat wil zeggen dat elke jaarring wordt gekoppeld aan een jaartal.

Implicaties van een dendrodatering bij verbouwd hout

Men kan met jaarringreeksen de ouderdom bepalen van houten voorwerpen, zoals balken, schilderijpanelen of scheepsplanken. Als een jaarringreeks gedateerd is, weet men in welke periode de boom waaruit het voorwerp is gemaakt heeft gegroeid. Daarmee krijgt men al een aardige schatting van de ouderdom van het voorwerp: het voorwerp moet na die periode zijn gemaakt.

In de meeste gevallen is het echter interessant om precies te weten wanneer het schip, gebouw of kunstvoorwerp is gemaakt – het liefst willen de archeologen, bouwhistorici of kunsthistorici één jaartal! De meest precieze datering van een houtmonster kan worden verkregen als in het monster de laatst gevormde jaarring aanwezig is. Dan kan op het jaar precies de kap- of sterfdatum van de boom bepaald worden waaruit het voorwerp is gemaakt. Vroeger werden bomen vaak doelgericht voor een bouw gekapt en nat verwerkt. Lange opslag- en transporttijden zijn dan ook niet aanvaardbaar, zodat de kapdatum een goede indicatie geeft voor de bouwdatum. Dat geldt natuurlijk niet voor hout in kunstvoorwerpen. Dit hout is vaak zorgvuldig en lang gedroogd voordat het is verwerkt. Maar hier zijn op het jaar precieze dateringen ook vaak geen vereiste.

Herkomstonderzoek (dendroprovenancing)

Een dendrochronologische datering van een houtmonster levert naast een inschatting van de ouderdom ook informatie over de herkomst van het hout op. Wanneer de gemeten jaarringreeks overeenkomt met een referentiechronologie uit een bepaald gebied, wordt hierdoor niet alleen de ouderdom bepaald, maar tegelijkertijd ook duidelijk waar het hout vandaan

komt. Zo hebben dendro-dateringen laten zien dat de Nederlandse en Vlaamse schilders het hout voor hun schilderijpanelen uit Polen en de Baltische staten haalden. Hier vonden zij langzaam groeiende eiken die hout produceerden dat zacht was en nauwelijks 'werkte' of vervormde. Met het traceren van het herkomstgebied van het hout biedt de dendrochronologie dus ook de mogelijkheid onderzoek te doen naar handelsbetrekkingen in het verleden. De talloze gedateerde jaarringreeksen van houtmonsters uit verschillende context zorgen op hun beurt weer voor het uitbreiden en verbeteren van de jaarringchronologieën.

2. Reconstructie van het verleden klimaat

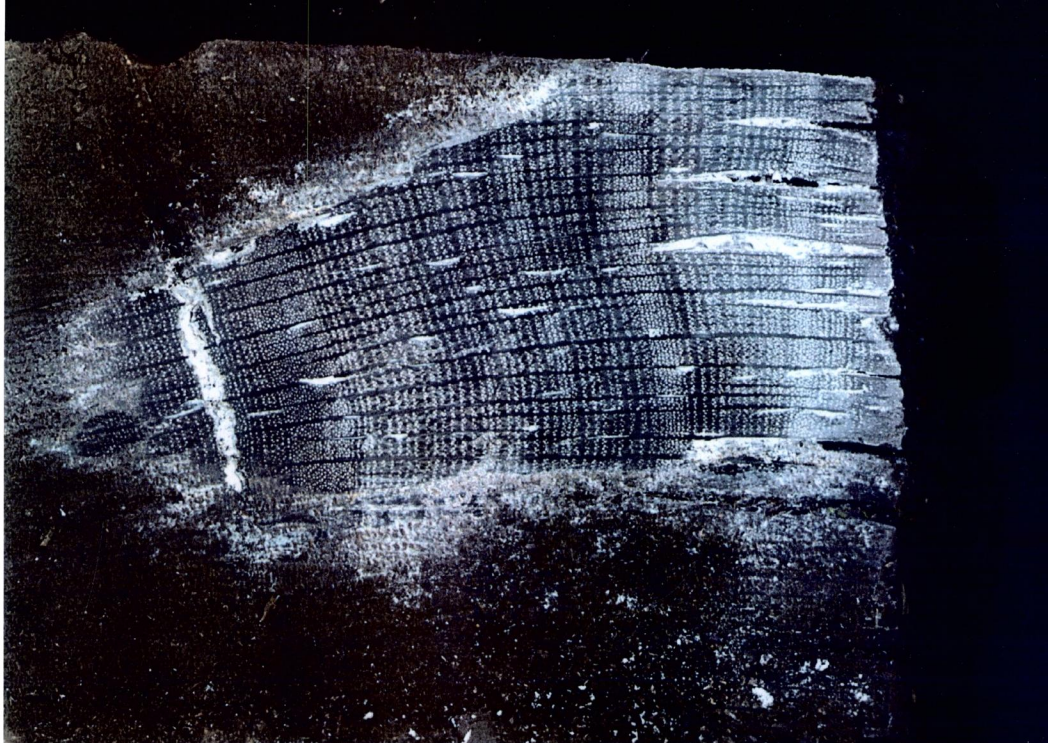
Regionale jaarringchronologieën zijn waardevolle archieven of proxies (= indirecte data) voor het klimaat en zijn dan ook, samen met andere proxies zoals ijs-boorkernen en terrestrische en mariene sediment-boorkernen, gebruikt voor het reconstrueren en bestuderen van natuurlijke schommelingen van het klimaat (Mann et al., 1998). De tot op heden langste jaarringchronologie is opgebouwd uit jaarringreeksen van duizenden eiken uit Zuid-Duitsland waarbij het oudste gedeelte is gebaseerd op jaarringreeksen van honderden subfossiele eiken uit riviersedimenten en grove dennens uit venen. Deze aaneengesloten chronologie loopt vanaf het heden terug tot het einde van de laatste ijstijd en beslaat een periode van zo'n 12.500 jaar (Spurk et al., 2002) – een fantastisch archief voor het bestuderen van het klimaat in het verleden.

De Duits - Nederlandse veeneikenchronologie – een proxy voor neerslag?

Veeneiken zijn eiken die soms duizenden jaren bewaard zijn gebleven in veen. De Duits-Nederlandse veeneikenchronologie loopt van circa 6000 voor tot 600 na Chr. (Leuschner et al., 2002) en heeft grote potentie voor het klimaatonderzoek omdat ze een lange tijdsperiode beschrijft en veeneiken als gevoelige indicatoren voor veranderingen van de omgevingsfactoren en klimaat worden beschouwd.

Deze eiken hadden een extreem natte standplaats, op of direct naast het veen. Hierin zijn ze na hun afsterven

Afbeelding 8.
Veeneik uit Zwolle-
Stadshagen met
wisselende fases van
normale en sterk
gereduceerde groei.



geconserveerd. Hun ondiepe, horizontaal uitgebreide wortelstelsels zijn een aanpassing aan permanent hoge grondwaterstanden (Afb. 7). De langzame groei van gemiddeld 1 millimeter per jaar en de abrupte, soms tientallen jaren aanhoudende groeidepressies, periodes waarin de eiken nauwelijks groeiden (Afb. 8) getuigen ervan dat deze eiken het gedurende hun hele leven lastig hebben gehad. Gezien hun groeiomstandigheden in moerasbossen met voortdurend hoge waterstanden, vaak gecombineerd met overstromingen van nabijge rivieren, is het aannemelijk dat het groeipatroon veranderingen in de standplaatshydrologie documenteert.

Er bestaat een opvallende overeenkomst in het groeipatroon tussen veeneiken uit Nederlandse, Duitse en zelfs Ierse laagveengebieden (Leuschner et al., 2002). Hieruit blijkt de grote potentie van dit materiaal voor klimaatreconstructie. Een vergelijkbaar groeigedrag van eiken in laagveengebieden in heel Noordwest-Europa wijst er immers op dat het niet om lokale fenomenen gaat, die het opmerkelijke groeipatroon van eiken in de moerasbossen bepaald hebben, maar dat regionale factoren, namelijk veranderingen in het klimaat - in het bijzonder de neerslag - een belangrijke rol moeten spelen. Deze regionale factor zou je dan kunnen reconstrueren uit de jaarringbreedtes. Om erachter te komen of deze aannames kloppen is eerst geprobeerd om nu levende eiken in moderne moerasbossen te vinden, die hetzelfde groeipatroon vertonen als de veeneiken. Deze poging mislukte. Het blijkt namelijk dat de hydrologie in moderne moerasbossen in Noordwest-Europa zo



Afbeelding 9.
Opgraving Zwolle
Stadshagen
(Foto: L. I. Kooistra).

veranderd is dat permanent hoge grondwaterstanden in moerasbossen met eik niet meer voorkomen. Zo is het idee ontstaan om een verklaring te vinden voor het bijzondere groeipatroon van de veeneiken door moerasbossen met veeneiken op te graven en de standplaatscondities inclusief de hydrologie op deze bijzondere standplaatsen in kaart te brengen.

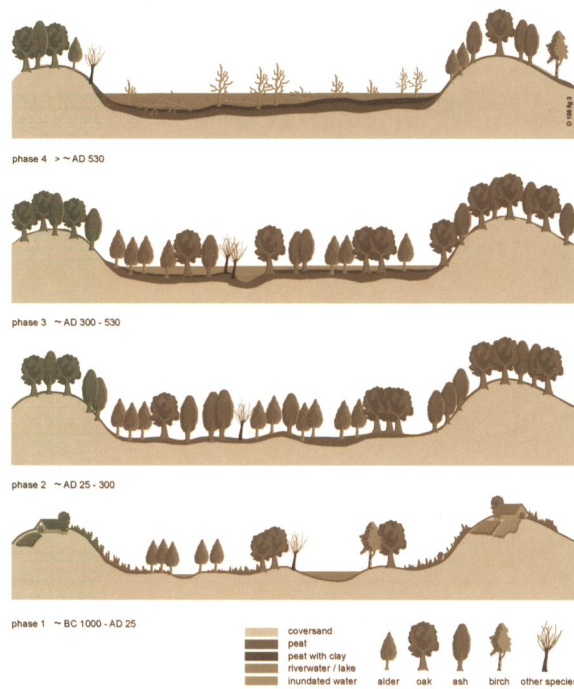
Opgraving van een historisch moerasbos in Zwolle Stadshagen - een stuk landschapsreconstructie

De kans om een moerasbos op te graven deed zich voor in 2000 toen in Zwolle-Stadshagen tijdens de aanleg van een Vinex-locatie in de veenlagen eikenstammen gevonden werden (Afb. 9). Gezien de grote hoeveelheid hout was al snel duidelijk dat het ging om een moerasbos dat in situ, ter plekke, in het veen bewaard is gebleven. Een unieke kans voor een interdisciplinair onderzoek naar de ontstaansgeschiedenis, de vegetatie- en landschapsdynamiek en de teloorgang van dit moerasbos. Onderzoekers van diverse instituten groeven een gebied van ongeveer 1270 m² op, waarbij ze alle houtrestanten nauwkeurig registreerden en analyseerden.

1. Maja Kooistra van Alterra keek naar de samenstelling en waterhuishouding van de bodem;
2. Laura Kooistra en Paulien van Rijn, beiden van Biax Consult, analyseerden de samenstelling en de ontwikkeling van de vegetatie door pollen-, zaden- en houtonderzoek;
3. Ute Sass-Klaassen en Elsemieke Hanraets, van Stichting RING en Wageningen Universiteit, bestudeerden de ouderdom, het groeipatroon en de populatiedynamiek van de eiken en essen;
4. Hemmy Clevis van de Archeologische Dienst Zwolle, coordinator van het onderzoek, bracht de interactie tussen mens en landschap in kaart.

Een moerasbos met een interessante geschiedenis

Het onderzoek in Zwolle heeft niet alleen geleid tot meer inzicht in de groeipatronen en populatiedynamiek van de geconserveerde veeneiken maar ook in de landschapsgeschiedenis van het gebied (Afb. 10).



Afbeelding 10. Geschiedenis van het moerasbos in Zwolle-Stadshagen (uit: Kooistra, M. et al. 2004: De opgraving van een moerasbos in Zwolle-Stadshagen. Archeologische Rapporten Zwolle 16).

Uit het onderzoek blijkt dat het moerasbos met eik en es in Zwolle-Stadshagen gedurende een periode van ten minste 700 jaar bestond. Deze periode begon ongeveer 150 voor Chr. en eindigde ongeveer 580 na Chr. Het moerasbos is geconserveerd in een veenlaag die is ontstaan in een laagte tussen twee zandruggen. Deze laagte werd steeds natter als gevolg van de algemene zeespiegelstijging waardoor er rond het jaar 25 na Chr. de veenvorming een aanvang nam.

In deze veenlaag zijn in totaal 520 houtresten gevonden; 60 eiken en 35 essen bleken geschikt voor dendrochronologisch onderzoek. De oudste eiken ontkiemden rond 150 voor Chr. en stonden in een halfopen eikenelzenbos. Het echte veenbos ontstond rond 50 na Chr. De elzen en eiken ontkiemden en groeiden op het veen in een dicht moerasbos. Later groeiden er steeds meer essen. Rond 540 na Chr. verdroog het moerasbos. Het hele gebied raakte overstroomd en er ontstond een ondiep meertje. Het veen met daarin de boomresten werd bedekt door een dikke kleilaag.

Het jaarringpatroon en de populatiedynamiek, de hoeveel bomen die in een bepaald jaar ontkiemden en afsterfden, in combinatie met de gegevens uit het bodem- en pollenonderzoek, helpen bij het reconstrueren van de geschiedenis van het moerasbos. De eiken (en essen) in dit moerasbos, waarvan sommigen meer dan 300 jaar oud werden, groeiden extreem langzaam en vertonen het karakteristieke veeneikenpatroon met langdurige groeidepressies. Deze groeidepressies bleken om de 25 tot 40 jaar op te treden (Afb. 8).

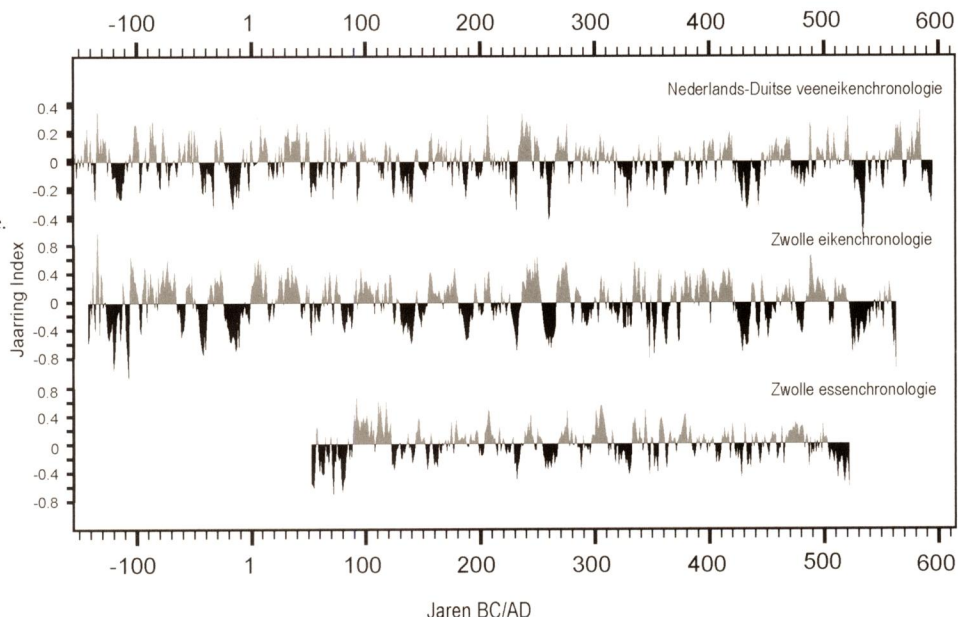
De jaarringpatronen van de 60 eiken en 35 essen konden worden gedateerd met de Duits-Nederlandse veeneikenchronologie. Interessant is dat bijna alle groeidepressies in de eiken van Zwolle-Stadshagen overeenkomen met groeidepressies bij veeneiken op andere (veeneiken)standplaatsen in Nederland en Duitsland (Afb. 11). Dat betekent dat niet een lokale factor, maar een regionale factor deze groeidepressies heeft veroorzaakt.

Het micromorfologisch bodemonderzoek toont aan dat de veenlaag niet permanent nat geweest is. Er traden regelmatig fases van stagnatie in de veengroei op die verbonden waren met mineralisatie van het veen (het afbreken van het organische materiaal in minerale bestanddelen). Omdat mineralisatie alleen onder aanwezigheid van zuurstof (en dus niet in het waterverzadigde veen) kan plaatsvinden, moet het veen dus regelmatig droog gevallen zijn! Het ligt voor de hand dat tijdens deze fases van stagnerende veengroei (waarbij het grondwater over een bepaalde periode iets lager stond) de boomwortels letterlijk meer lucht kregen. Bovendien kwamen door de mineralisatie van de bovenste veenlaag meer voedingsstoffen vrij. Deze twee aspecten resulteerden zeer waarschijnlijk in brede jaarringen. De smalle jaarringen daarentegen reflecteren periodes met permanent hoge grondwaterstanden die geleid hebben tot minimale groei van de eiken en essen.

Het bodemonderzoek toont ook aan dat er op een bepaald tijdstip een grote verandering optrad in het moerasbos. In de bovenste veenlaag bevinden zich ineens smalle kleibandjes, die op regelmatig voorkomende overstroming duiden – een additionele stressfactor voor de bomen in het moerasbos. Deze overstromingen wijzen, naar we aannemen, op het actief worden van een nabij gelegen riviersysteem, de IJssel of de Vecht, en dateren van rond het jaar 300 na Chr., het tijdstip waarop veel eiken en essen in het bos zijn afgestorven (zie boven, Afb. 12). De dichtheid van de kleibandjes neemt naar boven toe. Dit geeft aan dat de overstromingsfrequentie steeds groter werd. Uiteindelijk overstroomde rond 540 na Chr. het hele bos en gingen, als gevolg daarvan, alle bomen dood.

Toen het moerasbos van Zwolle verdween, stierven er ook op tal van andere plaatsen eiken en bossen: rond 540 na Chr. zijn niet alleen op veeneikenstandplaatsen in Noordwest-Europa (Leuschner et al., 2002), maar wereldwijd, op verschillende standplaatsen, veel bomen doodgegaan of slechter gaan groeien (Baillie, 1994). Zelfs culturele verschuivingen, zoals het verdwijnen van het Romeinse Rijk en de ondergang van Chinese Dynastieën, worden aan een wereldwijde natuurramp rond 535/536

Afbeelding 11.
Vergelijking van
de Zwolle eiken- en
essenchronologie
met de regionale
Duitse-Nederlandse
veeneikenchronologie.



na Chr. gewijd. In Europa luidde deze ramp de Dark Ages in, een periode van cultureel verval en grootschalige hongersnoden. Algemeen wordt aangenomen dat de ramp is veroorzaakt door grote hoeveelheden stof in de atmosfeer waardoor het zonlicht werd afgeschermd en het op aarde een stuk kouder werd. Over hoe dat stof in de atmosfeer is gekomen verschillen de meningen. De Engelse historicus David Keys (1999) houdt een uitbarsting van een 'supervulkaan' in 535 na Chr. verantwoordelijk. Baillie (1999) sluit echter een komeetinslag niet uit. Daarmee heeft het moerasbosonderzoek in Zwolle ineens ook een wereldwijde dimensie gekregen.

Betekenis van het Zwolse moerasbosonderzoek

Het onderzoek naar de geschiedenis van het moerasbos in Zwolle-Stadshagen heeft grote betekenis voor landschapsreconstructie en klimaatreconstructie. In dit project is voor het eerst de ontstaansgeschiedenis, de samenstelling en de dynamiek van een bostype

beschreven dat in ons huidige cultuurlandschap niet meer bestaat. Hopelijk zal deze kennis worden gebruikt bij de herinrichting van natuurgebieden met verschillende functies, bijvoorbeeld bescherming van beekdalen in combinatie met waterberging. Tot nu toe worden natuurgebieden elders in Europa, zoals in Polen en Tsjechië, als referentiekader gebruikt. Waarom zouden we niet terugkijken in de landschapsgeschiedenis van ons eigen land?

Voor het bestuderen van de klimaatgeschiedenis zijn de resultaten van het moerasbosonderzoek opnieuw een mijlpaal. Voor de eerste keer was het mogelijk, periodieke veranderingen in (grond)waterstanden en overstromingen in het gebied van Zwolle te koppelen aan groeidepressies in eiken en essen. Het is essentieel de regionale factor te vinden, die tot veranderingen van de hydrologie op verschillende standplaatsen in Noordwest-Europa heeft geleid. De hoeveelheid winterneerslag is een goede kandidaat.

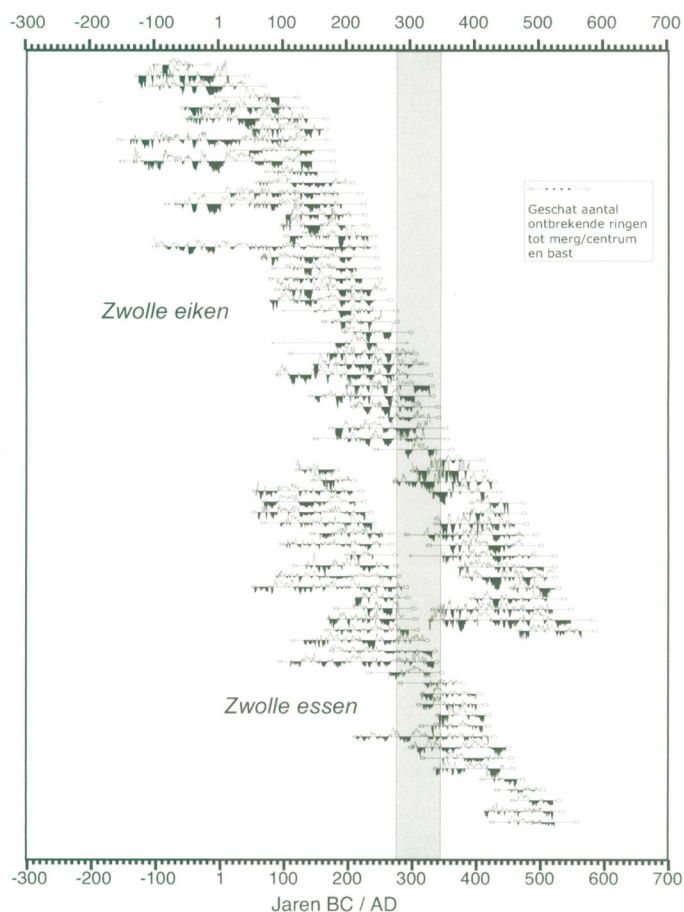


Henskens Fossils®



DIGGING - PREPARATIONS - WHOLE SALE - EXHIBITIONS
Int. Dinosaur Digging Team®

Eikenboomgaard 11-13, 5341 CT Oss (The Netherlands)
 Telefoon +31 (0) 412 634669
www.henskensfossils.nl e-mail: theo@henskensfossils.nl
 Showroom geopend: za. 10.00 – 14.00 u. Verder bezoek op afspraak



Afbeelding 12. Tijdelijke verdeling van veeneiken en essen met duidelijke generatiewisseling (afsterven van bomen en ontkiemen van nieuwe bomen) rond 300 na Chr. (grijs gemarkeerde periode).

DANKWOORD

Het Zwolse moerasbosonderzoek is onderdeel van het NWO/ALW project no. 750-70-004 'Reconstruction of the natural variability of precipitation in the Netherlands and North Germany for the last 8000 years using ultra-long tree-ring chronologies of oak'.

LITERATUUR

- Baillie, M.G.L., 1994. Dendrochronology raises questions about the nature of the AD 536 dust-veil event. *The Holocene* 4(2), 212-217.
- Baillie, M., 1999. *Exodus to Arthur: catastrophic encounters with comets*. Batsford, London, 272 pp.
- Ketchum, R.M., 1970. *The secret life of the forest*. American Heritage Press, New York, 111 pp.
- Keys, D., 1999. *Catastrophe: an investigation into the origins of the modern world*. Century, London, 368 pp.
- Leuschner, H.H., Sass-Klaassen, U., Jansma, E., Baillie, M.G.L., Spurk, M., 2002. Subfossil European bog oaks: population dynamics and long-term growth depressions as indicators of changes in the Holocene hydro-regime and climate. *The Holocene* 12: 695-706
- Mann, M.E., Bradley, R.S., Hughes, M.K., 1998. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature* 392: 779-787.

Schweingruber, F.H., 1988. *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands, 276 pp.

Spurk, M., Leuschner, H.H., Baillie, M.G.L., Briffa, K.R., Friedrich, M., 2002. Depositional frequency of German subfossil oaks: climatically and non-climatically induced 'fluctuations in the Holocene. *The Holocene* 12: 707-715.

BOEKEN

De resultaten van de opgraving in Zwolle-Stadshagen zijn in boekvorm gepubliceerd:
In: Clevis, H. and Lantau, T. (eds.) *Verleden bossen. De opgraving van een moerasbos in Zwolle Stadshagen*. Archeologische Rapporten Zwolle 16, Gemeente Zwolle. ISBN: 90-8533-005-x, 72 p.

Meer informatie over Dendrochronologie is te vinden op de Science of Dendrochronology Web Pages:
<http://web.utk.edu/~grissino/>

Daterend dendrochronologisch onderzoek wordt in Nederland verricht bij Stichting Nederlands Centrum voor Dendrochronologie, Ring:
<http://www.archis.nl/RINGnieuw/index.html>

Onderwijs en Onderzoek op het gebied van boombiologie, houtanatomie, dendroclimatologie en dendroecologie vind plaats in de vakgroep bos-ecologie en bosbeheer, Wageningen Universiteit:
<http://www.dow.wau.nl/forestry/sfe/>