



Vlaanderen
verbeelding werkt

Wetenschappelijk onderzoek op basis van jaarringen: dendrochronologie en dendroklimatologie

Jaarringen

In een gematigd klimaat (zoals in België) groeien planten slechts een deel van het jaar, in de winter groeien ze niet. Bij goede omstandigheden (warm en vochtig) groeien ze snel, bij slechter weer groeien ze weinig of niet. De groei van een boom wordt immers bepaald door toevoer van voedingsstoffen, die zijn afhankelijk van neerslag en zonne-energie.

De jaarlijkse groei van een boom valt af te leiden uit de breedte van de jaarringen. Omdat ze aan dezelfde klimaatomstandigheden blootgesteld zijn, zijn de opeenvolgingen van dikke en dunne jaarringen van bomen in hetzelfde gebied vergelijkbaar.

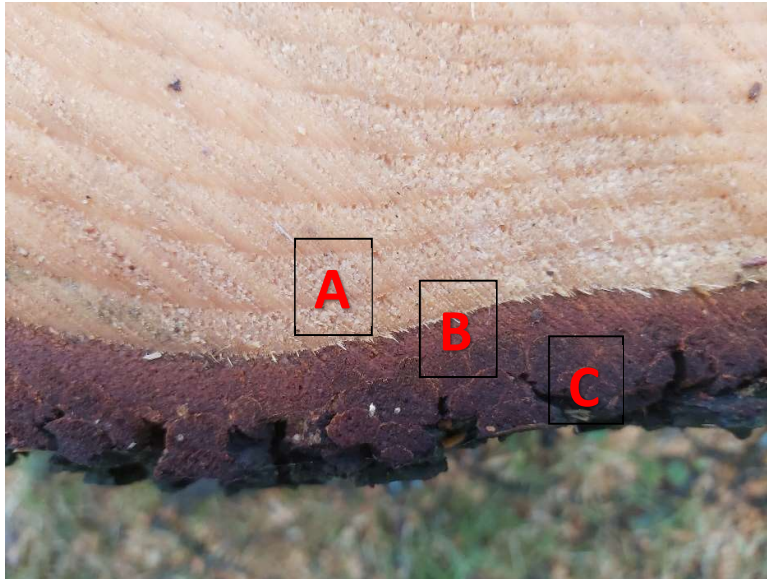


Afbeelding jaarringen grove den

Bomen groeien vanaf de buitenkant, dat is zichtbaar in dwarsdoorsnede van de stam. Tussen de **stam** en de **bast** zit de dunne, levende laag: het **cambium**. Het hout en de bast zelf zijn dood materiaal maar zijn van belang voor de stabiliteit en de bescherming van de boom. De meest recente jaarring bevindt zich onder de bast en de oudste ring zit in het midden van de stam.



Vlaanderen
verbeelding werkt



Afbeelding: dwarsdoorsnede stam (A), cambium (B) en bast (C)

Dendrochronologie

Dendrochronologie is de wetenschappelijke discipline die hout dateert op basis van jaarringen. Deze wetenschap onderzoekt zowel de jaarringreeksen van levende en dode bomen, als die in archeologische artefacten, houtskool en subfossiel hout. Door meerdere jaarringreeksen te ordenen ('kruisdateren') volgens dezelfde patronen kunnen ze steeds verder en nauwkeuriger terugkeren in de tijd en de regio waarvan het hout afkomstig is. Zo komen ze tot exacte jaardateringen die gegevens kunnen opleveren over:

- klimaatpatronen (neerslag en zonne-energie over langere periodes) in bepaalde regio's
- datering van houten artefacten (bijvoorbeeld bij archeologische opgravingen,...)
- geografische oorsprong van objecten (bijvoorbeeld de afkomst van een houten scheepswrak op de bodem van de oceaan)

Deze wetenschap ontstond rond 1930 in Arizona, (Verenigde Staten) door grondlegger Andrew Ellicott Douglass (1867 – 1962). Intussen zijn er wereldwijd meer dan honderd jaarringlabo's actief, in Europa is dat onder meer het geval in Nederland (Universiteit Wageningen), Wales en Zwitserland.



Vlaanderen
verbeelding werkt



Afbeelding: Belgisch paleoclimatologe Valerie Trouet (photo credit: Geoff Notkin)

Dendrochronologisch onderzoek op levende bomen

Met een speciale houtboor wordt een boorkern uit een levende boom gehaald, waardoor men de jaarringen kan tellen zonder de boom om te zagen. De impact op de levende delen van de boom (het cambium) is zeer beperkt waardoor de boom er weinig of geen last van ondervindt.

De tot nu toe bekende oudste dendrochronologisch gedateerde bomen groeien in afgelegen, onherbergzame gebieden. De barre omstandigheden beperken er hun groei, wat zorgt voor compact hout dat bestand is tegen aanvallen van insecten, schimmels en bacteriën waardoor ze minder gemakkelijk vergaan. Snelgroeiende of **pioniersbomen** (bijvoorbeeld populieren of berken) vormen licht, zacht en week hout waardoor ze gemakkelijk aangetast worden door ziekten en ongedierte.

Oude bekende nog levende bomen in verschillende continenten:

- Afrika: 1.025 jaar oud, een atlasceder (*Cedrus atlantica*) in het Atlasgebergte (Marokko)
- Europa: 1.075 jaar oud, een Bosnische den (*Pinus heldreichii*) genaamd Adonis, op de Smolikas, hoogste berg in de Pindos (Griekenland)
- Azië: 1.467 jaar oud, een jeneverbes (*Juniperus* spp.), Karokaramgebergte (Pakistan)
- Oceanië: 2.030 jaar oud, een huonden (*Lagarostrobos franklinii*), Tasmanië
- Noord-Amerika: 4.854 jaar oud, een bristleconeden (*Pinus longaeva*) genaamd Methusalem, in het Ancient Bristlecone Pine Forest (Californië)

Sommige streken verlenen zich minder goed voor onderzoek naar jaarringen: er groeien geen bomen op Antarctica of grote delen van het noordpoolgebied. In de tropen zijn weinig bomen geschikt bij gebrek aan seizoenen en duidelijke jaarringen.

Onderzoek op subfossiele bomen

Als bomen in water of turf vallen of overdekt door oprukkend gletsjerijs, wordt het hout goed bewaard in een **anaerobe** omgeving waarin zuurstof en hout etende organismen ontbreken. Deze subfossiele bomen zijn dood maar nog niet gefossiliseerd.

De tot nu toe langste jaarringchronologie ter wereld bestrijkt een periode van meer dan 10.500 jaar, vanaf 8480 voor Christus tot vandaag. Ze is gebaseerd op subfossiele vondsten van zomereik (*quercus robur*) en wintereik (*quercus petraea*) in Duitsland. Het zijn overblijfselen van bossen die ooit langs



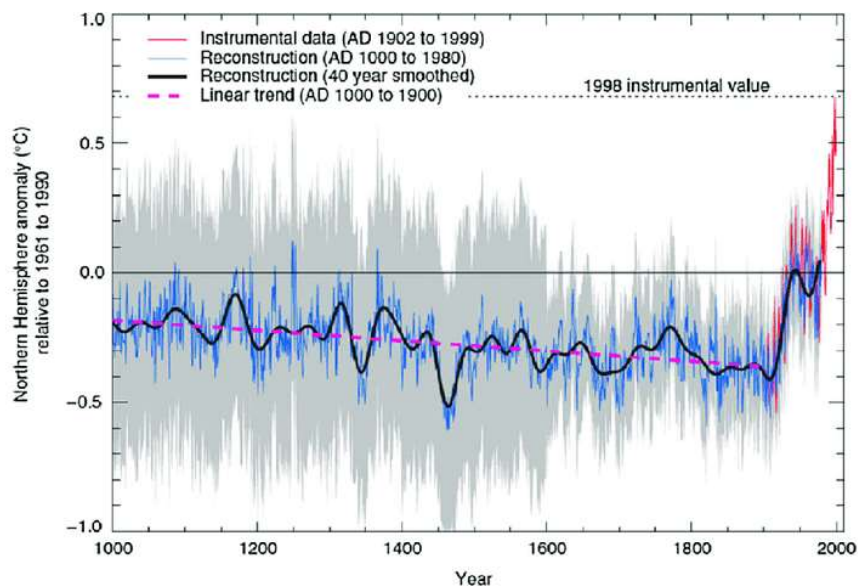
grote rivieren groeiden (Rijn, Main en Donau) maar weggeveegd zijn door erosie. Deze chronologie werd dan weer gekruisdateerd met deze van subfossiele grove dennen (*Pinus sylvestris*) waardoor ze teruggaat tot 10641 voor Christus.

Deze chronologie heeft onder meer geholpen om archeologische houtvondsten precies te kunnen dateren. Zo konden bijvoorbeeld de resten van twee nederzettingen van houten paalwoningen in meren in Zwitserland gedateerd worden aan de hand van het eikenhout dat tussen 3867 en 3854 voor Christus was geveld als bouwmateriaal.

Dendroklimatologie

Is een wetenschappelijke discipline die lange termijnklimaatmodellen maakt op basis van jaarringonderzoek. Gestandaardiseerde metingen met thermometers begonnen maar pas rond midden 19^{de} eeuw en volstaan niet om klimaatverandering over een langere periode in kaart te brengen. Daarom baseert dit onderzoek zich op proxies: meetbare grootheden die helpen om andere niet direct meetbare grootheden uit het verleden te reconstrueren. Jaarringen in hout zijn een proxy voor gemiddelde jaartemperatuur, de dichtheid van huidmondjes van planten zijn een proxy voor de CO₂ concentratie in de atmosfeer.

De wetenschappers Michael Mann, Ray Bradley en Malcolm Hughes brachten de klimaatverandering van het afgelopen millennium (1000 na Christus – heden) in het noordelijk halfrond in kaart op basis van een combinatie van jaarringgegevens, ijskerngegevens en andere proxies. De resultaten van het onderzoek werden samengevat in een grafiek met de vorm van een hockeystick: de gemiddelde jaartemperaturen dalen langzaam tussen 1000 en 1850, gevolgd door een snelle opwarming die zich sindsdien doorzet.



Afbeelding: IPCC rapport Climate Change 2001: The Scientific Basis

Deze grafiek werd opgenomen in een rapport uit 2001 van de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) van de Verenigde Naties. Het onderzoek kreeg heel wat aandacht in media, politiek



Vlaanderen
verbeelding werkt

en wetenschappen, er volgde heel veel kritiek maar de inhoud werd niet weerlegd. De bevindingen werden enkel bevestigd door de resultaten van ander wetenschappelijk onderzoek.

Verbanden tussen klimaatgeschiedenis en menselijke geschiedenis

Wetenschappers onderzoeken verbanden tussen klimaatgeschiedenis en menselijke geschiedenis. Ze gaan na of instabiliteit van het klimaat (meerdere jaren of decennia van aanhoudende droogte of koude) in samenhang met andere factoren (epidemieën, migratie, oorlogen,...) impact heeft op een samenleving. Zo onderbouwt dendroklimatologisch onderzoek bijvoorbeeld mogelijke factoren voor de ondergang van het Romeinse Rijk.

Rond het jaar 250 kregen de Romeinen te maken met een reeks afwisselende droge en natte decennia in combinatie met koude zomers. Hierdoor verminderde de productiviteit van de landbouw: lagere zomertemperaturen kortten de groeiseizoenen in waardoor de oogsten verkleinden en voedseltekorten en hongersnood optraden. Onder druk van de vraag van de heersende klasse naar luxeproducten als wijn en olijven werden productieve landbouwgronden gereserveerd voor de meest winstgevende gewassen. De graanteelt verschoof naar meer marginale bodems (minder voedselrijk en droger), die meer gevoelig waren voor klimaatverandering, met alle gevolgen van dien. De draagkracht van de Romeinse landbouw om de magen te vullen verminderde, en daarmee ook de veerkracht van de gehele samenleving.

Daarbovenop waren de afwisselende natte en droge decennia in combinatie met grootschalige ontbossingen goede omstandigheden om moerasachtige omgevingen te vormen: broedplaatsen voor muggen die malaria overbrengen. In die periode kwam de dodelijke ziekte dan ook veel voor in het gebied rond de Middellandse Zee. Malaria heeft mogelijk een negatief effect gehad op de productiviteit van de landbouw: boeren werden ziek en verwaarloosden hun akkers.

Tegelijk was de Grote Volksverhuizing (250 – 410 na Christus) aan de gang: een massamigratie van Germaanse stammen die het Romeinse Rijk binnenvielen. Deze waren op de vlucht voor de Hunnen die op hun beurt vanuit Centraal-Azië naar het westen trokken. Dendrochronologisch onderzoek op basis van jeneverbessen en archeologisch hout leidde tot een 2500 jaar lange jaarringchronologie van de Tibetaanse Hoogvlakte. Deze voedt de theorie dat klimaatverandering leidde tot hongersnood die de Hunnen heeft aangezet naar het Westen te trekken.

Dergelijk onderzoek waarin klimaatverandering gecombineerd wordt met andere factoren, voedt ook hypothesen voor de evolutie van andere samenlevingen zoals bijvoorbeeld de opkomst en ondergang van de Mongolen (dertiende eeuw), de Oeigoeren (achtste eeuw) en de Maya.

Bronnen

IPCC (2001). Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press.

Trouet, Valérie (2020). Wat bomen ons vertellen. Een geschiedenis van de wereld in jaarringen. Lannoo.

https://en.wikipedia.org/wiki/Dendrochronology_geraadpleegd_december_2021



Vlaanderen
verbeelding werkt

Verklarende woordenlijst

<i>Woord</i>	<i>Woordsoort</i>	<i>Betekenis</i>
anaeroob	bijvoeglijk naamwoord	zonder zuurstof
het artefact	zelfstandig naamwoord	een door mensen gemaakt voorwerp, werktuig of kunstwerk
de hypothese	zelfstandig naamwoord	veronderstelling
het klimaatpatroon	zelfstandig naamwoord	kenmerken van het klimaat in een bepaalde regio
kruisdateren	zelfstandig werkwoord	afleiden van de ouderdom van een kunstvoorwerp, een pollinium of een jaarring, uit de ouderdom van iets soortgelijks waarvan de ouderdom preciezer is vastgesteld.
de malaria	zelfstandig naamwoord	tropische infectieziekte die wordt veroorzaakt door parasieten die via een muggenbeet in het lichaam terecht komen
marginaal	bijvoeglijk naamwoord	klein, onbelangrijk of zich in de grens bevindend
subfossiel	bijvoeglijk naamwoord	slechts gedeeltelijk (i.p.v. volledig) gefossiliseerd