

## University of Groningen

### Kalenders van hout

Jansma, E; van der Plicht, Johannes

*Published in:*  
Natuur en Techniek

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
1998

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*  
Jansma, E., & van der Plicht, J. (1998). Kalenders van hout. *Natuur en Techniek*, 66/8(8), 62 - 71.

#### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

In 1994 vonden archeologen in Amsterdam een oude fundering. Was die van het kasteel van de Heren van Aemstel uit Vondel's *Gijsbrecht*? De geleerden waren het daarover niet eens. Voor de archeoloog zijn de jaarringen in de eikenhouten balken van de fundering een kalender. Kon die uitsluitsel geven in deze controverse?



## KALENDERS VAN

**H**et kasteel van de Heren van Aemstel, dat een begrip werd dankzij Vondel's *Gijsbrecht van Amstel*, moest volgens historici omstreeks 1200 in Ouderkerk aan de Amstel hebben gestaan. Maar op 3 februari 1994 vonden archeologen onder de Amsterdamse Nieuwezijds Kolk een bakstenen fundering die kenmerken vertoonde van een defensief bouwwerk uit diezelfde periode. Hadden de historici zich vergist in de locatie van het

*De funderingsresten op de Nieuwezijds Kolk in Amsterdam zorgden voor een flinke controverse. De horizontale balken op de foto vormen een onderdeel van de fundering. De verticale staanders zijn van later datum. Ze zijn dwars door de fundering heen geheid.*



Ernest Annyas fotografie, Amsterdam

**Dr Esther Jansma**

*Rijksdienst voor  
het Oudheidkundig  
Bodemonderzoek,  
Amersfoort*

en

**Dr ir Hans van der Plicht**

*<sup>14</sup>C-laboratorium,  
Rijksuniversiteit  
Groningen*

# HOUT

kasteel? Dan was Amsterdam niet in 1250 ontstaan, zoals men altijd gedacht had, maar minstens een halve eeuw eerder. Was dat zo? De archeologen meenden van wel. Een vroeg dertiende-eeuws gebouw van dit formaat kon immers niet aan de aandacht van de kroniekschrijvers zijn ontsnapt. Andere oudheidkundigen bleven twijfelen: de plattegrond van de fundering was te modern, het formaat van de bakstenen verkeerd en het ontbrak aan histori-

sche argumenten voor een kasteel van de Heren van Aemstel in Amsterdam.

De controverse haalde de pers en heel het land puzzelde mee, want het pleit diende beslecht. De tijd was daar om twee onafhankelijke, objectieve dateringsmethoden los te laten op de fundering. Dat was mogelijk vanwege de zware, eikenhouten balken waarmee de fundering was versterkt. Eikenhout is een orga-

nisch materiaal, dat zich leent voor een datering met de koolstof-14-methode. Er bestaat echter nóg een dateringstechniek: de *dendrochronologie*. Voor de archeoloog zijn de jaarringen in het eikenhout een kalender.

Het woord dendrochronologie is een samenstelling van de drie Griekse woorden *dendron* (boom), *chronos* (tijd) en *logos* (woord, ofwel de leer van). Het onuitspreekbare woord betekent dus gewoon boomtijkunde. Wat de dendrochronologie doet, is aan de jaarringen van een stuk hout een jaartal hangen, uiteraard in oplopende volgorde van binnen naar buiten. De buitenste jaarringen van een oudere boom corresponderen met de binnenste jaarringen van een jongere. Daarmee heeft de archeoloog belangrijke informatie in handen, bijvoorbeeld over het bouwjaar van een fundering.

### Logboek

Zonnevlekken komen en gaan in een cyclus van elf jaar. In de jaren twintig mocht die cyclus zich verheugen in de levendige belangstelling van de Amerikaanse astronoom Andrew Ellicott Douglass (1867-1962). Men vermoedde dat zonnevlekken van invloed zijn op de weersgesteldheid hier beneden op aarde. Douglass zocht dan ook naar een methode om het weer in het verleden te achterhalen. Zo'n methode vond hij in de suggestie van de Franse bioloog Compte de Buffon, die al in 1729 opmerkte dat het weer wordt vastgelegd in de jaarringen van bomen. Daarmee had Douglass een middel in handen om de activiteit van zonnevlekken te onderzoeken aan de hand van het aardse klimaat. Veel regen leidt in het droge gebied waar Douglass werkte (het zuidwesten van de Verenigde Staten) tot brede jaarringen, smalle ringen wijzen op een droog jaar. Gedurende de honderd tot vierhonderd jaar dat een boom leeft, houdt hij als het ware een logboek bij van de seizoenen. De grilligheid van het weer staat opgetekend in patronen van brede en smalle jaarringen.

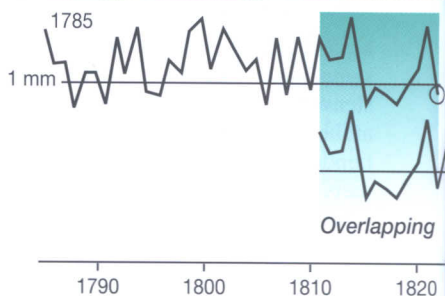
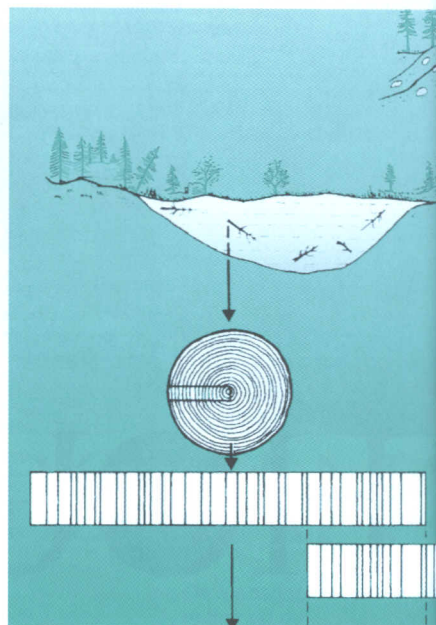


RING/ROB, Amersfoort

*De doorsnede van een zestiende-eeuwse eikenhouten balk. De jaarringen zijn duidelijk zichtbaar, al valt het niet altijd mee om ze te tellen, laat staan om hun precieze dikte te bepalen. Dendrochronologen meten de ringdiktes met behulp van een microscoop tot op een honderdste millimeter.*

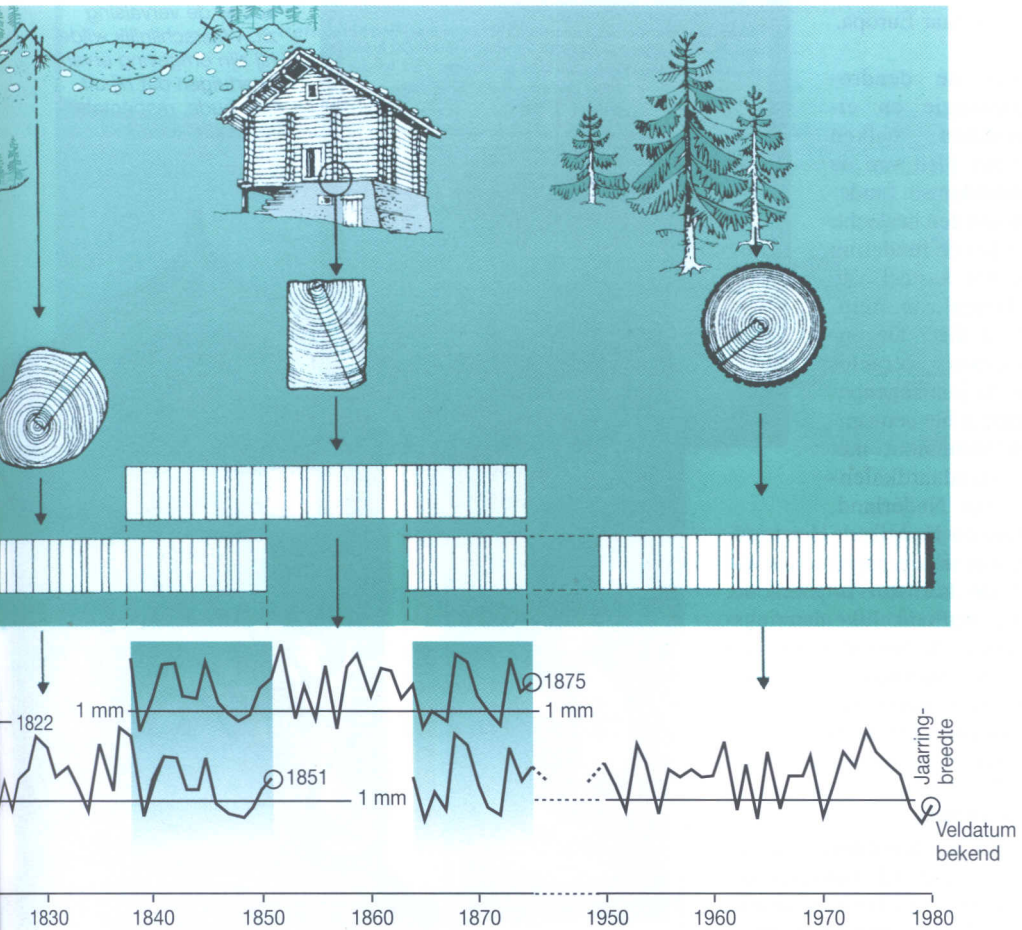
## Kalenders

De grafiek die ontstaat als je de breedte van opeenvolgende jaarringen uitzet, heet een *boomcurve*. Of hij nu gedateerd is of niet, de boomcurve is een soort kalender, omdat je zeker weet dat opeenvolgende ringen corresponderen met opeenvolgende jaren. Een *middelcurve* krijg je als je de gemiddelde ringbreedte van een aantal bomen van dezelfde soort in een grafiek zet. Daarvoor moeten de bomen dan wel onderling gedateerd zijn, anders weet je immers niet welke ringbreedten je bij elkaar moet nemen. Een middelcurve kan gemakkelijker worden gedateerd omdat allerlei toevalligheden die de ringbreedte beïnvloeden en



niets met de globale weersomstandigheden te maken hebben, eruit gefilterd zijn. Het zijn de globale weersomstandigheden waarop de datering is gebaseerd. Als je nu maar genoeg elkaar overlappende curven combineert, kun je een standaardkalender maken. Die begint in het heden, met een aantal verse boorspanen uit levende bomen – de dendrochronoloog hakt zijn onderzoeksobject bij voorkeur niet om. Als je genoeg oude bomen vindt wiens levens elkaar overlappen, kun je op die manier terugrekenen. Zo'n standaardkalender is van grote waarde, omdat hij de referentie is voor de datering van onbekende stukken hout. En daar gaat het om.

De tekening toont een aantal vindplaatsen van bomen die in hun leefjaren een overlap vertoonden. Schommelingen in de dikten van jaarringen ontstaan niet door het toeval, maar door de weersomstandigheden. Jaarringenpatronen van bomen die in dezelfde tijd groeiden, zien er dus (ongeveer) hetzelfde uit. In de uitvergroete balkjes met jaarringen van verschillende bomen vertoont de overlap hetzelfde patroon. Door de dikten van de jaarringen uit te zetten in grafieken en die statistisch met elkaar te vergelijken, kun je de overlap bepalen. Op die manier kun je, uitgaande van een nog levende boom, terugrekenen en een standaardkalender maken.



Het vergelijken van het jaarringenpatroon van een ongedateerd stuk hout met een referentie stelt je in staat het stuk hout op het jaar nauwkeurig te dateren. Die referentie heet een *standaardkalender*: een patroon van ring-breedten die ieder een jaartal hebben gekregen. Douglass legde met zijn werk de basis voor het nieuwe vakgebied van de dendrochronologie, een term die hij overigens zelf introduceerde. Samen met de archeoloog Neil Judd loste hij met zijn nieuwe methode een lang lopend mysterie op, door de periode te bepalen waarin de Anasazi-indianen bij de Zuidwest-Amerikaanse kliffen verbleven. Het eerste grote succes van de dendrochronologie was binnen. In de jaren dertig en veertig waaide de methode over naar Europa.

Met de dendrochronologie en eikenhouten balken kon het pleit van de Amsterdamse fundering worden beslecht. Was het de fundering van het kasteel van de Heren van Aemstel of niet? De onderzoekers vergeleken de jaarringenpatronen in het eeuwenoude eikenhout met de standaardkalenders uit Nederland, België en Duitsland. Het resultaat was in tegenspraak met dat van de koolstof-14-methode. Twee onafhankelijke dateringsmethoden komen met een verschillend antwoord op de propfen? Dan heeft minstens een van de twee het bij het verkeerde eind.

**Poppenhuis**

De dendrochronologie dateert niet uitsluitend funderingen. Alles wat van hout is, draagt een kalender met zich mee,

*Dendrochronologie kan de echtheid van kunstwerken vaststellen. Een echte Stradivariusviool is om voor de hand liggende redenen nooit van na 1737. Met röntgenstralen kan de structuur van de jaarringen in het achterblad van de viool opgenomen worden. De dendrochronoloog weet dan genoeg. De foto's tonen een drieluikje uit de inboedel van Johan van Oldenbarnevelt. Het jaartal 1444 op de achterzijde van het drieluik (linker plaatje) is gegarandeerd vals. Dendrochronologische datering leert namelijk dat de boom waaruit het middenpaneel afkomstig is, in 1596 nog in een Pools bos stond. Men vermoedt dat Johan van Oldenbarnevelt zelf achter de vervalsing zit. Waarschijnlijk wilde hij zijn omgeving ervan overtuigen dat hij uit een oude, respectabele familie kwam.*



## Niet alleen een kalender

Toepassingen van dendrochronologie leveren een aardig staaltje proza: dendroarcheologie, dendromorfologie, dendroglaciologie tot en met dendropyrochronologie. De laatste is het gebruiken van jaarringen om inzicht te krijgen in vroegere bosbranden. De grote natuurgebieden in Amerika, zoals het Yellow Stone Park, zijn vaak geteisterd door bosbranden. Dendrochronologen hebben uitgezocht hoe het met de bosbranden stond voordat de mens zich ermee bemoeide. Uit 'brandwondenonderzoek' bleek dat iedere tien tot veertien jaar wel een klein bodembrandje voorkwam, dat het dode hout opruimde en nieuwe bomen de gelegenheid gaf te ontkiemen. Op grond van dit inzicht hebben Amerikaanse boswachters hun strategie veranderd. Ze stoken nu zelf om de paar jaar kleine brandjes.

Jaarringen komen ook van pas bij geomorfologisch onderzoek (naar de geschiedenis van landschappen). Geconserveerde bomen houden in hun jaarringen een logboek bij van het lokale milieu, bijvoorbeeld van de waterhuishouding. De dendrochronologie vertelt wanneer bomen scheefzakten door grondverschuivingen of door een gletsjer opzij werden geduwd. De prioriteit van de dendrochronologische laboratoria is momenteel mondiaal klimaatonderzoek. Koolstof- en zuurstofisotopen in jaarringen geven informatie over de vroegere weersgesteldheid op mondiale schaal. Dat is van belang voor onderzoek aan het broeikas-effect. De beste klimaatmetingen (met satellieten) bestrijken hoogstens een paar decennia. De dendrochronologie kijkt daarentegen twee- tot tienduizend jaar terug.



## De boom waaruit een beeld is gesneden, is een kalender

zodat de hele kunsthistorie en de bouwkunde er gebruik van kunnen maken. De boom die is uitgehold om te dienen als waterput is een kalender, en hetzelfde geldt voor de boom waaruit een beroemd beeld werd gesneden. De dendrochronologie toonde aan dat het poppenhuis van Petronella Oortman in het Amsterdamse Rijksmuseum stamt uit 1690. In dit geval stemde dat overeen met wat 'het Rijks' er zelf van dacht, maar dat is niet altijd zo. De jaarringen in het houten dak van de dertiende-eeuwse abdij van Rolduc bij Kerkrade verklapten dat het dak niet dertiende- maar zestiende-eeuws was.

Jaarringen ontstaan doordat tijdens het groeiseizoen het *cambium*, de laag cellen die direct onder de boombast ligt en van waaruit de diktegroei van

houtgewas plaatsvindt, zich splitst. Aan de buitenzijde ontstaat nieuwe bast, aan de binnenzijde ontstaan nieuwe houtcellen. De breedte van een jaar-ring is afhankelijk van de omstandigheden in de omgeving van de boom gedurende het seizoen waarin de ring ontstaat. Vooral neerslag en temperatuur hebben veel invloed. De volgorde waarin goede en slechte groei-jaren elkaar afwisselen, is uniek voor zowel het gebied als de periode waarin de boom leeft. De kans dat zich ergens in de Middeleeuwen en ergens in de Romeinse Tijd gedurende enkele honderden jaren precies dezelfde weersomstandigheden in precies dezelfde volgorde voordeden, is zo goed als nihil. Het is die constatering die de dendrochronologie mogelijk maakt. Wanneer een stuk hout dendrochronologisch kan worden gedateerd, betekent dit daarom dat bij iedere jaarring het correcte jaartal is gevonden en dat zo'n jaarring net zomin twee als tweehonderd jaar eerder kan zijn gevormd.

In Amerika zijn het naaldbomen, maar in Europa is eikenhout de belangrijkste bron voor de dendrochronologie. Omdat in Europa pas ruim na de laatste ijstijd eiken kwamen, is het bereik van dendrochronologie beperkt tot de laatste tienduizend jaar. Er zijn diverse redenen waarom eikenhout zo geschikt is. Eiken worden oud en hebben dus veel jaarringen, ze blijven zowel in natte als in droge omstandigheden goed geconserveerd en ze waren vroeger een geliefd bouw materiaal. Bovendien zijn ze eerlijk. Andere bomen willen nog wel eens dubbele jaarringen maken, of er zo nu en dan eentje weglaten.

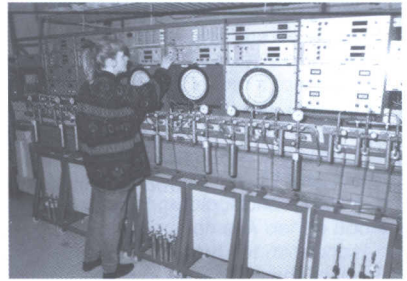
Aan hout dat is verwerkt ontbreken vaak de buitenste jaarringen. Eikenbomen schieten de dendrochronoloog te hulp door *spinhout* te maken. Afhankelijk van de leeftijd van de boom bestaan de laatstgevormde tien tot vijftig jaarringen uit spinhout, dat op het oog gemakkelijk te herkennen is omdat het lichter van kleur is. Dat maakt het mogelijk om de kapdatum nauwkeurig vast te stellen, ook al ontbreken de buitenste jaarringen.

De datering van een stuk hout begint met een scherp mes. De dendrochronoloog snijdt het houtoppervlak bij om de jaarringen goed zichtbaar te maken. De dikte van de opeenvolgende ringen wordt uitgezet in een grafiek en vergeleken met de standaardkalender. Het gaat daarbij om fluctuaties in de dikte, die ontstaan door de weersgesteldheid in hun specifieke groei-jaren. Jaarringen weerspiegelen een combinatie van invloeden uit de omgeving, die echter niet allemaal relevant zijn voor de

**Eiken zijn eerlijk en maken geen valse jaarringen**

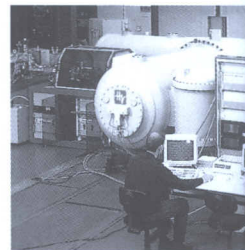
datering. De gemiddelde ringdikte neemt bijvoorbeeld naar buiten toe af, omdat de boom ouder wordt. En omdat een boom met zijn burens concurreert om licht en voeding, kan er een verloop in de dikte van de jaarringen zitten. Dergelijke variaties in dikte hebben te maken met het privéleven

## Koolstof-14



CIO, Groningen

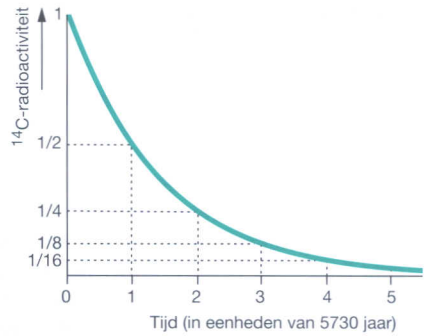
*Je kunt de koolstof-14-concentratie in organisch materiaal op twee manieren meten. Je kunt de radioactiviteit meten door het aantal <sup>14</sup>C-atomen dat in een bepaalde tijdseenheid vervalt, te tellen. Dat gebeurt met telbuizen (foto boven). Je kunt de concentratie ook direct meten met behulp van een versneller-massaspectrometer (onder). De universaliteit van Groningen beschikt over beide soorten apparatuur. Meet je de radioactiviteit, dan heb je ongeveer een gram koolstof nodig. De massaspectrometer doet zijn werk al met een milligram.*





In de atmosfeer komt koolstof voornamelijk voor in de vorm van koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ). Het leeuwendeel van de koolstof is koolstof-12 ( $^{12}\text{C}$ ). Ongeveer één op de duizend miljard koolstofatomen is  $^{14}\text{C}$ . Koolstof-14 wordt in de bovenste lagen van de atmosfeer geproduceerd door invallende kosmische stralen, maar is radioactief en vervalt na verloop van tijd tot stikstof. Als koolstof eenmaal is opgenomen in organisch materiaal, wordt er geen  $^{14}\text{C}$  meer gevormd. De hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  in dood organisch materiaal neemt dus langzamerhand af: in 5730 jaar is de helft weg. Het meten van de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  in organisch materiaal stelt je dus in staat de leeftijd te bepalen. De methode werkt voor alle organische materialen, zoals hout, houtskool, beenderen, schelpen en veen.

De  $^{14}\text{C}$ -dateringsmethode werd rond 1950 ontwikkeld. Onderzoekers veronderstelden in die tijd dat de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  in de atmosfeer constant is. Dat zou betekenen dat je aan de hand van de  $^{14}\text{C}$ -concentratie in het materiaal direct de leeftijd vast zou kunnen stellen (rechtsboven). Dat bleek echter een vergissing te zijn. De cyclus van zonnevlekken en de variaties in het magnetisch veld van de aarde beïnvloeden namelijk de hoeveelheid kosmische straling die de aarde bereikt, en dus de  $^{14}\text{C}$ -productie. Het werkelijke verband tussen de leeftijd van het organisch materiaal en de  $^{14}\text{C}$ -concentratie is daardoor grilliger. Vandaar dat  $^{14}\text{C}$ -dateringen tegenwoordig in hun eigen tijdschaal uitgedrukt worden: in  $^{14}\text{C}$ -jaren. Het ijken van die tijdschaal (het verband vinden tussen  $^{14}\text{C}$ -jaren en kalenderjaren) gebeurt door  $^{14}\text{C}$ -metingen te verrichten aan absoluut gedateerde voorwerpen. Daarvoor is dendrochronologie dé methode. Je kunt de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  meten in een grote verzameling van absoluut gedateerde jaarlingen. Die meting levert je direct de juiste ijkgrafiek (rechtsonder). Deze grafiek is samengesteld uit duizenden metingen aan jaarlingen en reikt tot 9440 v.Chr.



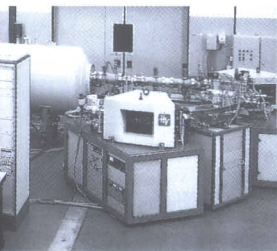
### Radioactief verval van $^{14}\text{C}$

Levende organismen bevatten  $^{14}\text{C}$  in dezelfde concentratie als de atmosfeer. Als het organisme sterft, neemt het geen koolstof meer op, terwijl het aanwezige  $^{14}\text{C}$  via radioactief verval overgaat in stikstof. Dat proces kenmerkt zich door een halveringstijd: na 5730 jaar is de helft van het  $^{14}\text{C}$  verdwenen. De grafiek toont de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  in de loop van de tijd, waarbij de hoeveelheid bij aanvang op 1 gesteld is. Als je de concentratie  $^{14}\text{C}$  in een dood organisme weet en je weet de concentratie toen het stierf, kun je op de grafiek direct aflezen hoe oud het moet zijn. Na ongeveer vijftigduizend jaar is de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  te laag geworden om nog nauwkeurig te kunnen meten.

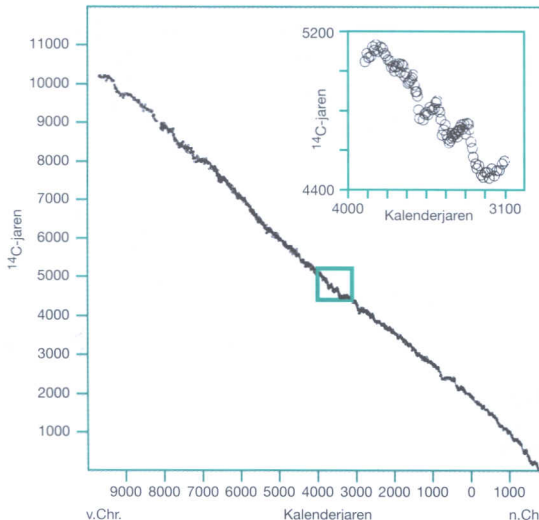
### Ijkgrafiek $^{14}\text{C}$

Omdat de concentratie  $^{14}\text{C}$  in de atmosfeer niet precies constant is, bestaat er voor de koolstof-14-methode een ijkgrafiek. De grafiek hierboven is niet voldoende om het materiaal direct te kunnen dateren, omdat de aan-

vangsconcentratie (die in de grafiek op 1 genormeerd is) varieert. De ijkgrafiek verdisconteert deze variaties door het verband tussen de leeftijd in  $^{14}\text{C}$ -jaren (die volgt uit de afbeelding hierboven) en de echte leeftijd in kalenderjaren te geven. Als de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  in de atmosfeer constant zou zijn, zou de ijkgrafiek een rechte lijn opleveren.



Studio Hasewinkel, Zeist



van de boom, maar zeggen niets over de globale weersgesteldheid. Zij moeten dus uitgefilterd of *gestandaardiseerd* worden.

Dan komt de statistiek om de hoek kijken. De gestandaardiseerde grafiek wordt statistisch vergeleken met de referentie, de standaardkalender. Tegenwoordig is het de computer die de vergelijking uitvoert. Hij schuift het patroon jaar voor jaar langs de standaardkalender, totdat beide grafieken een statistisch significante overeenkomst vertonen. In het ideale geval passen de grafieken precies op elkaar, maar in de praktijk komt dat nooit voor, omdat lokale invloeden nooit helemaal uitgefilterd kunnen worden. Maar als het een beetje meezit, lukt het de computer om het ongedateerde jaarringenpatroon in te passen in de standaardkalender. Helemaal

zeker is het resultaat natuurlijk nooit. Daarom worden beide grafieken achteraf altijd nog op het oog met elkaar vergeleken. Het gebeurt zelfs dat een datering die statistisch erg sterk is, achteraf toch nog wordt verworpen.

De theorie is prachtig, maar hoe zit het nu met die Amsterdamse fundering? De koolstof-14-methode leverde daar immers resultaten die in tegenspraak waren met die van de dendrochronologie. Welnu, om de koolstof-14-resultaten van het vermeende Kasteel van Aemstel te verfijnen, pasten de vorsers *wiggle matching* toe. Wiggles is de Engelse term voor de schommelingen in de ijkgrafiek van de koolstof-14-methode. De koolstof-14-concentratie in de atmosfeer is namelijk niet helemaal constant, hetgeen het ijken van de methode bemoeilijkt.

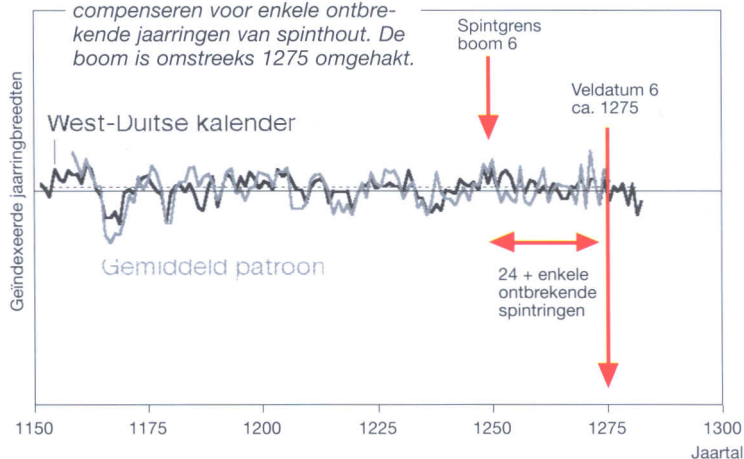
Hier grijpen beide dateringsmethoden in elkaar. Wiggles kunnen juist helpen om een zeer nauwkeurige datering te maken. Een reeks van koolstof-14-metingen aan opeenvolgende ringen geeft namelijk een van jaar tot jaar nauwkeurig beeld van het koolstof-14-gehalte in de



Drents Museum

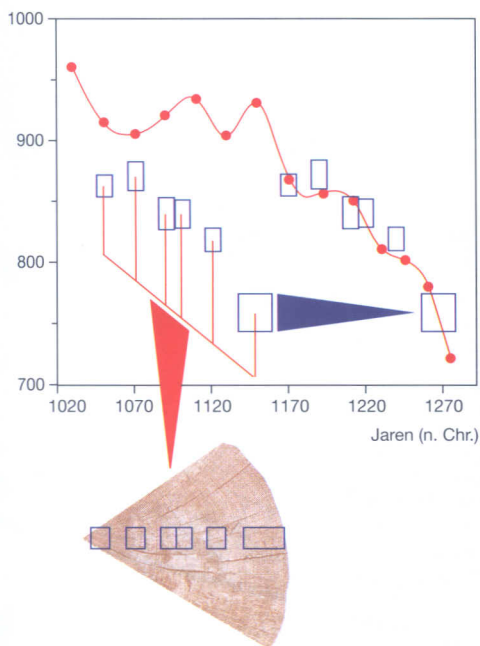
Veenlijken hebben geen jaarringen. De veenlijken op de foto zijn in 1904 bij het steken van turf gevonden in Weerdinge (Drente) en werden met de koolstof-14-methode gedateerd op ongeveer tweeduizend jaar. De koolstof-14-methode kan op alle organische materialen worden toegepast, maar is niet zo precies als de dendrochronologie; doorgaans is de datering nauwkeurig tot op vijftig jaar. Voor dateringen van Middeleeuws materiaal is dat vaak te slordig: enige tientallen jaren verschil kan van cruciaal belang zijn.

De dendrochronologie beslecht het pleit van de Amsterdamse fundering. Balk nummer 6 uit de fundering is de jongst gedateerde balk. Hij bevat 116 ringen, waarvan 24 ringen spinthout. Het jaarringenpatroon (in grijs) is gedateerd met behulp van diverse standaardkalenders (in zwart), waaronder de Duitse Wesserberglandkalender en de Centraal-Europese kalender. De eerste jaarring dateert uit 1157, de laatste uit 1272. Om de kapdatum vast te stellen, moet je dit laatste jaartal nog compenseren voor enkele ontbrekende jaarringen van spinthout. De boom is omstreeks 1275 omgehakt.



## De $^{14}\text{C}$ -concentratie in de atmosfeer is niet constant

Wiggle matching is het vergelijken van een serie  $^{14}\text{C}$ -dateringen met de ijkgrafiek. In dit voorbeeld betreft het een serie van zes  $^{14}\text{C}$ -metingen aan jaarringen in balk 6 van de Amsterdamse fundering; de rechthoeken geven de foutmarge in de meting aan. In de grafiek zijn deze metingen samen met het corresponderende stukje van de  $^{14}\text{C}$ -ijkgrafiek uitgezet, zodanig dat de beste match verkregen wordt. De ijkmeetpunten zijn overigens een gemiddelde over twintig kalenderjaren.



atmosfeer. Met andere woorden: zo'n reeks vormt een stukje van de ijkgrafiek van koolstof-14. Door dat stukje te vergelijken (te *matchen*) met de volledige ijkgrafiek, heb je een instrument in handen waarmee je een zeer nauwkeurige datering kunt bewerkstelligen.

De eikenhouten balken in de fundering kregen een dergelijke *wiggle matching* voor de kiezen, teneinde de controverse voor eens en voor altijd de wereld uit te helpen. Het jongste gedeelte van de balken leverde het jaartal 1278 op. Dat gedeelte ligt aan het eind van het spinthout (aan de buitenkant), en moet dus ongeveer met de kapdatum corresponderen. De dendrochronologische datering van hetzelfde hout kwam, na een correctie voor enkele ontbrekende ringen spinthout, uit op 1275. Beide jaartallen zijn uitstekend met elkaar in overeenstemming. Het onderzoek wierp onbedoeld nog enige zoete vruchten af, doordat de serie metingen een stukje van de  $^{14}\text{C}$ -ijkgrafiek waarover onduidelijkheid bestond, opnieuw in kaart bracht.

Betreffende de vondst in Amsterdam is de conclusie duidelijk: de fundering aan de Nieuwezijds Kolk dateert niet, zoals de archeologen dachten, uit 1200. In 1200 stond boom 6 nog in een Duits bos. Daar bleef hij staan tot hij omstreeks 1275 werd omgehakt, waarna hij als balk in de Amsterdamse fundering terecht kwam. De chronologische ondergrens van de fundering is 1275 of, iets behoudender, 1272. Daarvóór kan de bouw onmogelijk plaatsgevonden hebben. Wat de fundering aan de Nieuwezijds Kolk ook geweest moge zijn, hij behoorde in ieder geval niet tot het rond 1200 gestichte kasteel van de Heren van Aemstel.

### Auteurs

**Dr Esther Jansma** (39) specialiseerde zich na haar studie archeologie in de dendrochronologie aan de Universiteit van Amsterdam en het Laboratory of Tree-Ring Research van de Universiteit van Arizona. Sinds 1991 is ze het hoofd van het Nederlands Centrum voor Dendrochronologie (RING) van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek in Amersfoort. In 1997 ontving ze voor haar proefschrift de W.A. van Es-prijs voor Nederlandse archeologie.

**Dr ir Hans van der Plicht** (46) studeerde technische natuurkunde in Delft en specialiseerde zich in de kernfysica aan de Rijksuniversiteit Groningen. Na een aantal jaren werkzaam te zijn geweest in New Mexico en Michigan is hij nu hoofd van het  $^{14}\text{C}$ -laboratorium van de Rijksuniversiteit Groningen.

### Op internet

<http://tree.ltrr.arizona.edu/~grissino/henri.htm> vertelt je alles over dendrochronologie en geeft bovendien tientallen verwijzingen.

### Literatuur

WG Mook, J van der Plicht, D Leijenaar.  $^{14}\text{C}$  – de toekomst van het verleden. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1994. ISBN 90-367-0431-6.

E Jansma en H Kars. Het dendrochronologisch onderzoek naar het 'Kasteel van Amstel'. Spiegel Historiaal 1995; 30.

FH Schweingruber. Tree rings – Basics and applications of dendrochronology. D Reidel Publishing Company 1988. ISBN 90-277-2445-8.

FH Schweingruber. Der Jahrring – Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Haupt 1983.