

# Dendrochronologisch onderzoek aan naaldhout uit Nederlandse monumenten

Ute Sass-Klaassen<sup>1</sup>

## Inleiding

In Nederlandse Middeleeuwse en postmiddeleeuwse monumenten is naast eikenhout ook naaldhout (*Abies alba* *Pinus sylvestris* *Picea abies*) als bouwhout verwerkt. Datering hiervan is voor bouwhistorisch onderzoek van het grootste belang. In de huidige, oriënterende, studie wordt het dendrochronologisch daterend potentieel van deze naaldhoutsoorten beoordeeld. Hiertoe zijn twee groepen van gebouwen onderzocht: gebouwen uit de periode van 1250 tot 1350 waarin dennenhout (*Abies alba*) is verwerkt, en gebouwen uit de zeventiende eeuw en later die grenenhout (*Pinus sylvestris*) bevatten. Het naaldhout dat in beide perioden in Nederland als bouwhout gebruikt werd, stamt vermoedelijk uit de Baltische Staten, Scandinavië en/of Zuid-Duitsland. Naaldhout met deze herkomst is sinds kort door Nederlands Centrum voor Dendrochronologie, RING, te dateren, aangezien het laboratorium sinds kort beschikt over dendrochronologische standaardkalenders uit deze gebieden.

Het succes van de dendrochronologische beoordeling van bovengenoemde naaldhoutsoorten was afhankelijk van factoren zoals de beschikbaarheid per bouwfasen van voldoende voor dendrochronologie bruikbare houtmonsters, d.w.z. monsters met wankant en een voldoende aantal jaarringen (vanaf circa 60), de betrouwbaarheid van de meetreeksen, inclusief exacte lokalisering van ontbrekende jaarringen en de dendrochronologische kwaliteit van het hout. Dit is de mogelijkheid om per afzonderlijke bouwfasen de jaarringreeksen met elkaar te kruis-dateren en (object-) middelcurven te vormen; uit de jaarringreeksen van verschillende objecten en/of bouwfasen relatief gedateerde middelcurven ('zwevende chronologieën') op te bouwen en de individuele jaarringreeksen en/of middelcurven absoluut te dateren met behulp van (buitenlandse) standaardkalenders van dezelfde houtsoort.

Op verzoek van Rijksdienst voor de Monumentenzorg dateerde E. Hollstein uit Trier in 1970 voor het eerst een gebouw in Nederland.<sup>2</sup> Het waren twee dennenhouten vloerbalken met een sterk rechthoekige doorsnede, 275 en 162 jaarringen bevattend, die in 1275 en 1282 dateerden. Een minder sterk rechthoekige balk (dakspoor?) met 47 ringen plaatste het huis in het jaar 1291. Onafhankelijk daarvan werden dezelfde balken met behulp van de C14 methode in Groningen 'gemiddeld' gedateerd in 1150 en 1180. Hoewel niet geheel duidelijk is welke delen van die balken bemonsterd werden, lijkt deze datering (te) vroeg te zijn, of kan daaruit volgen dat de vloerbalken

hergebruikt zijn. Het dendrochronologisch onderzoek toonde dat deze veronderstelling waarschijnlijk ongegrond is. Ter afsluiting van het nu te presenteren onderzoek zijn met behulp van de holle boor twee monsters uit sporen aan de zuidzijde van de kap op Drakenburg (Oude Gracht 114 Utrecht) geboord. Beide hebben wankant en dateren in het najaar van 1289 of de winter van 1289 op 1290. Hiermee wordt de datering van 1970 bevestigd, dat wil zeggen dat het hout voor de kap van Drakenburg op z'n vroegst in 1290 beschikbaar was en in dat jaar of in 1291 aangebracht zal zijn.

## Materiaal

### Onderzoeksubjecten

In totaal werden te Aalten, Amsterdam, Deventer, Leiden, Utrecht en Zwolle 14 panden onderzocht. Gebouwen en bouwfasen waarin binnen een enkele context zowel eiken- als naaldhout is verwerkt, kregen de voorkeur. Deze combinatie van houtsoorten werd nagestreefd om de kans op een datering te optimaliseren; door het eikenhout te dateren, kan een eerste indicatie van de ouderdom van het naaldhout verkregen worden. Helaas kwam slechts in vijf van de negen onderzochte panden eikenhout voor.

In tegenstelling tot de algemene ervaring met eikenhout, bleek het bij het huidige onderzoek vaak moeilijk om voldoende voor dendrochronologie geschikte monsters te vinden. Bij een gecombineerde toepassing van eiken- en naaldhout bleken de bouwfasen van naaldhout vaak aanwezig in kleinere dimensies. Met name bouwfasen van dennen (*Abies alba*, zie tab. 1 voor definitie) hebben een grove structuur, dat wil zeggen dat ze weinig jaarringen bevatten; vaak zijn dat minder dan 30. De monsters bleken merendeels afkomstig te zijn uit jonge bomen. Grenen (*Pinus sylvestris*) uit één bouwfasen blijkt vaak zeer heterogeen te zijn wat de leeftijdsopbouw (het aantal jaarringen in het hout) en het jaarringpatroon betreft.

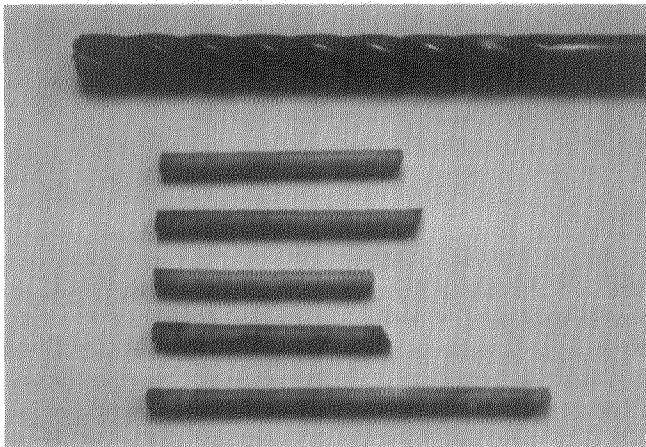
### Chronologieën (jaarringkalenders) voor het dateren van dennen vuren en grenen

Om onderzoeksubjecten te dateren zijn 43 naaldhout chronologieën beschikbaar, waarvan zeven voor dennen (*Abies alba*), 11 voor vuren (*Picea abies*) en 25 voor grenen (*Pinus sylvestris*). De chronologieën zijn afkomstig uit Duitsland, Zwitserland en Scandinavië (tab. 2). Van deze chronologieën zijn de meeste naar RING gestuurd om het onderzoeksmateriaal

voor dit project en voor toekomstige onderzoeksprojecten te analyseren. Enkele chronologieën waren niet direct voor RING beschikbaar en in dat geval zijn vergelijkingen van het onderzoeksmateriaal en deze chronologieën door collegae van andere laboratoria uitgevoerd (zie tab. 2, 'in opdracht').

### Werkwijze

Voor het boren van het naaldhout zijn dezelfde typen boor gebruikt als die welke gangbaar zijn voor het bemonsteren van eikenhout<sup>3</sup> (afb. 1). Het boren van grenen (*Pinus sylvestris*) levert weinig problemen op. Dennen (*Abies alba*) blijkt erg bros te zijn, waardoor de monsters tijdens het boren gemakkelijk breken. Om dit te voorkomen, moet tijdens het boren grote voorzichtigheid worden betracht.



Afb. 1. Houtboor en monsters van grenen (Utrecht, Haverstraat 30, foto Dirk J. de Vries 1998)

Een belangrijk aspect bij dendrochronologisch onderzoek is de aanwezigheid van bast of wankant aan het hout. Deze bepaalt of de veldatum van het hout op het jaar nauwkeurig vastgesteld kan worden, of (indien wankant ontbreekt) slechts bij benadering. De aanwezigheid van wankant wordt bij onderzoek naar eikenhout tijdens de monsternamen macroscopisch vastgesteld. Tijdens het huidige onderzoek bleek dat ook wankant aan bouwdelen van naaldhout macroscopisch, dus tijdens de monsternamen, probleemloos te identificeren is. Microscopisch is dit onmogelijk: anders dan bij eikenhout kan wankant bij naaldhout door de microscoop alleen herkend worden als er nog bast aan het hout aanwezig is. Uit onze waarnemingen van al dan niet aanwezige wankant blijkt dat vooral dennen (*Abies alba*) zelden als rondhout is toegepast. Deze soort werd vooral verzaagd gebruikt, onder andere in de vorm van sporen met een rechthoekige doorsnede (afb. 2). Bij eik kan bij afwezigheid van wankant het aantal aanwezige spintringen een betrouwbare indicatie over het kapdatum opleveren.<sup>4</sup> Het is bekend dat bij de eik het aantal spintringen afhankelijk is van de geografische regio, leeftijd van de boom en de gemiddelde jaarringbreedte, ofwel van de groeiactiviteit



Afb. 2. Utrecht Janskerk, kapconstructie van dennen- en eikenhout (foto Dirk J. de Vries 1998)

van de boom. Verder blijkt het aantal spintringen bij eiken afkomstig uit hetzelfde groeigebied weinig te variëren. Hoewel *Pinus sylvestris* (grenen) ook echt kernhout vormt, varieert het aantal aan spintringen veel sterker dan bij eik. Een betrouwbare schatting van een kapdatum zoals bij eik is niet mogelijk.<sup>5</sup> In het huidige onderzoek is daarom alleen bij een duidelijk macroscopisch verschil tussen spint- en kernhout het aantal spintringen bij *Pinus sylvestris* opgenomen. De drie onderzochte houtsoorten lieten zich soms al macroscopisch van elkaar onderscheiden. In enkele gevallen werden microscopische preparaten van het hout gemaakt om tot een zekere determinatie te komen; microscopisch zijn dennen, grenen en vuren op houtanatomische gronden in alle gevallen duidelijk van elkaar te onderscheiden (tab. 1). Determinaties met als uitkomst vuren kunnen mogelijk ook de houtsoort lariks (*Larix spp.*) betreffen. Vuren- (*Picea abies*) en larikshout (*Larix spp.*) zijn houtanatomisch namelijk niet met zekerheid van elkaar te onderscheiden. In twee gebouwen (Janskerk en Oude Gracht 187, beide in Utrecht) waarin alleen dennen (*Abies alba*) werd verwacht, bleek na de soortdeterminatie vuren (*Picea abies*) te zijn toegepast.

### Dendrochronologische analyse

Het oppervlak van de boorkernen werd met een stanleymes bijgesneden om de jaarringen zichtbaar te maken. Om het contrast tussen het lichte voorjaarshout (grote dunwandige tracheïden) en het donkere zomerhout (dikwandige tracheïden met kleine lumina) te verhogen, werd het houtoppervlak ingewreven met krijt. De ringbreedten van de houtmonsters werden op een Aniol meettafel en gebruikmakend van het meetprogramma CATRAS<sup>6</sup> gemeten met een nauwkeurigheid van 1/100 mm. De jaarringpatronen van de gemeten monsters werden uitgezet in afzonderlijke grafieken. Tevens werden de jaarringreeksen van verschillende onderzoeksobjecten boven elkaar geplot. Dit geeft een indruk van (a) de aanwezigheid van trends, (b) de jaarlijkse variabiliteit (sensitiviteit) en (c) de overeenkomst tussen de jaarringreeksen uit hetzelfde onderzoeksobject. Programma TSAP<sup>7</sup> werd gebruikt voor een overzicht van de statistische eigenschappen van de jaarringreeksen

per onderzocht monument. De kwaliteitscontrole van de metingen, en het bepalen van de onderlinge samenhang tussen de metingen, werd gedaan met behulp van correlatiecoëfficiënten (programma COFECHA<sup>8</sup>). Ter inschatting van de leeftijd van de bomen bij het vellen, is steeds genoteerd of merg aanwezig was of is een inschatting van de hoeveelheid ontbrekende jaarringen tot het merg genoteerd.

De jaarringreeksen van grenen (*Pinus sylvestris*) vertonen een sterke variabiliteit in de lagere frequenties, dat wil zeggen geleidelijke veranderingen in de gemiddelde ringbreedte, welke zeer waarschijnlijk niet door het klimaat maar door lokale factoren zijn veroorzaakt. De trends in deze reeksen werden verwijderd door standaardisering met behulp van wiskundige functies.<sup>9</sup> Met TSAP werd een statistische vergelijking uitgevoerd van de jaarringreeksen per gebouw en per houtsoort (Student's t-test en 'Gleichläufigkeit'<sup>10</sup>). Hierbij werd gekeken of de jaarringreeksen synchroniseerbaar (onderling vergelijkbaar) waren. Indien dit zo was, werd hun middelcurve berekend. Absolute dateringen werden bereikt door de jaarringreeksen en object-middelcurven te vergelijken met de relevante, houtsoortspecifieke, jaarringkalenders uit de mogelijke herkomstgebieden. Middelcurven die niet absoluut dateerbaar waren, werden onderling vergeleken om tenminste tot een relatieve, onderlinge, datering te komen.

#### *Betrouwbaarheid van de metingen*

In tegenstelling tot eikenhout kunnen bij de drie onderzochte naaldhoutsoorten zowel jaarringen ontbreken als dubbele jaarringen optreden. Dubbele jaarringen worden veroorzaakt door variaties in dichtheid binnen een jaarring. Jaarringen ontbreken vooral in perioden waarin een boom slecht groeide, dat wil zeggen perioden met smalle jaarringen en vage jaarringgrenzen. Alleen door het kruisdateren van de patronen van verschillende bomen kunnen ontbrekende jaarringen opgespoord worden en is het mogelijk om te bepalen of vage jaarringgrenzen feitelijke grenzen of slechts dichtheidsvariaties binnen een ring zijn. In het onderzochte materiaal traden dergelijke problemen alleen op bij *Pinus sylvestris* (grenen).

#### **Belangrijkste resultaten**

De statische eigenschappen van de afzonderlijke jaarringreeksen zijn per object in tabel 4 samengevat. In de laatste kolom zijn de resultaten van het dateringsonderzoek toegevoegd.

Er zijn zeven monumenten onderzocht waarin *dennen* (*Abies alba*) is verwerkt. Alle houtmonsters waren eenvoudig te meten; de jaarringgrenzen waren makkelijk te identificeren en er kwamen geen ontbrekende jaarringen voor. Het aantal jaarringen per monster was opvallend laag. Bovendien waren de jaarringen breed (tab. 3). De ringbreedtevariatie van jaar tot jaar, hier geschat door de parameter 'mean sensitivity', is veelal lager dan bij jaarringpatronen van grenen (*Pinus sylvestris*). Bij langere jaarringreeksen treedt de klassieke leeftijdstrend op van afnemende jaarringbreedten bij leeftijdstoename van de boom.

Van de zes naaldhoutmonsters uit de Broederkerk (Deventer) bleken twee monsters dennen te betreffen (60 en 64 jaarringen, tab. 3), die voor het westelijk koor een veldatum van het najaar of de winter van 1308 geven. De resterende monsters vertegenwoordigden vuren of lariks (*Picea abies*, *Larix spp.*). Daarnaast is er ook eikenhout aangetroffen dat een gemeenschappelijke veldatum van  $1322 \pm 6$  jaar heeft, dus zo'n 14 jaar later dateert. Voor de constructie met stijlen en schoren zijn het dennen- en eikenhout door elkaar heen verwerkt<sup>11</sup>, met andere woorden de montage van het geheel zal niet eerder dan rond  $1322 \pm 6$  jaar hebben plaatsgevonden. Interessant is ook dat het dak van dit deel van de kerk niet door de grote stadsbrand van 1334 werd getroffen. Het westelijk deel van de kap op de hoofdbeuk wijkt af omdat zich daarin een geheel eiken constructie met hoge jukken en andreaskruisen bevindt waarvan het hout geveld werd in 1346.

Van de drie monsters uit het monument Oude Gracht 187 Utrecht, bleken er twee dennen en één vuren of lariks te zijn; de gezamenlijke veldatum valt in het najaar of de winter van 1314. Opmerkelijk is dat eerdere dateringen van de eikenhouten blokkeels, standzootjes en muurplaten uitkomen op het jaar 1309<sup>12</sup>, een verschil van vijf jaar, maar nu is het eikenhout ouder.

Het grootste collectief, tien geassocieerde monsters van dennen, is afkomstig uit de kapconstructie van de Janskerk in Utrecht. De monsters hebben gemiddeld zeer weinig jaarringen, er zijn namelijk drie monsters met circa 70 jaarringen en drie monsters met minder dan 40 ringen (zie tab. 3). Omdat in veel monsters hetzij merg aanwezig was, hetzij slechts weinig jaarringen tot het merg ontbraken, geeft het aantal jaarringen bij de meeste monsters tegelijk een indicatie over de leeftijd van de gekapte zilversparren. De datering valt in het najaar of in de winter van 1278. Dit correspondeert met de datering van de eikenhouten schenkels (t.b.v. het tongewelf) waarvoor het jongste exemplaar valt in het najaar of de winter van 1278, zowel in het schip als de transepten. Het kappen van het hout hangt waarschijnlijk samen met de noodzakelijke vernieuwing van de kap na de grote brand in het jaar 1279.

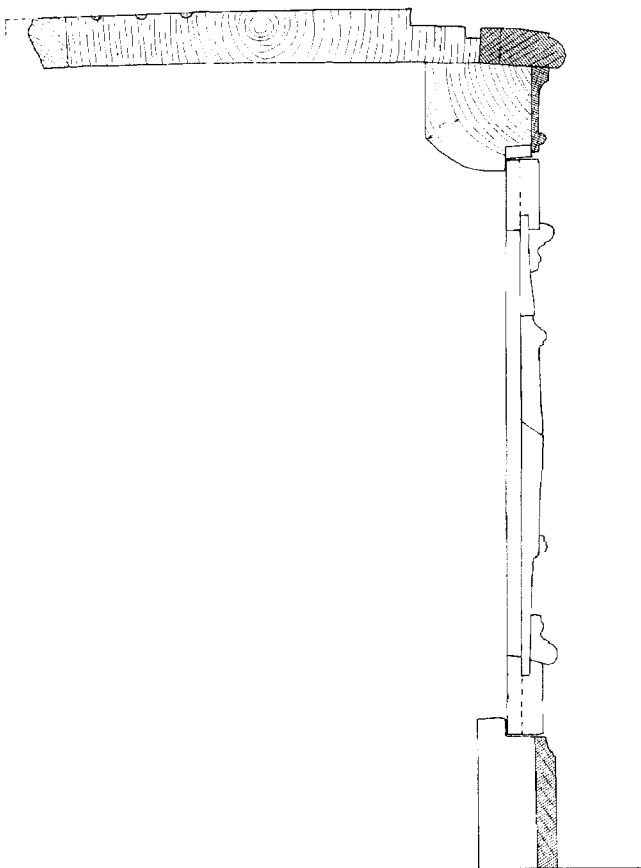
De twee voornoemde dennenmonsters uit 'Huis Drakenburg', Oude Gracht 114 Utrecht, met respectievelijk 135 en 47 jaarringen, hebben beide met een radius van 12 cm. Toch was de correlatie tussen beide jaarringreeksen was zeer hoog en ze waren goed dateerbaar (in het jaar 1290).

De dennenmonsters uit de enkelvoudige balklaag boven de begane grond van het monument Oude Gracht 175 Utrecht vertegenwoordigen oudere bomen; in dit geval was het mogelijk een 100-jaar lange middelcurve te vervaardigen. Er is zowel een balk uit 1307 als één uit het jaar 1309 aangetroffen (beide voorjaar/zomer). Boven de verdieping bevindt zich een samengestelde, eiken balklaag die thans niet werd bemonsterd. Het blijft interessant die alsnog te dateren om zo te zien of er een spreiding in het kappen van het hout dan wel of er twee verschillende bouwperiodes aanwezig zijn.

Ook uit het pand Oude Gracht 219 zijn twee dennenmonsters afkomstig met circa 100 jaarringen. Opmerkelijk is dat met behulp van deze monsters ook de op het eerste gezicht niet geschikte monsters met 32 en 36 extreem brede jaarringen in

het najaar van 1307 of in de winter van 1307 op 1308 gedateerd konden worden. Het materiaal uit het pand Mariaplaats 50 Utrecht vertoonde hetzelfde fenomeen. Hier was het zelfs mogelijk monsters met in totaal slechts 26 en 28 jaarringen als jongste van de groep in 1324 te dateren met behulp van de andere monsters uit het collectief. Bij eikenhout zou dit volstrekt onmogelijk zijn.

Samenvattend kan gesteld worden dat vrijwel alle monsters van dennen, ongeacht hun onderlinge verschillen qua aantal jaarringen en groeipatroon, met de Zuidduitse dennenchronologie gedateerd konden worden. De gevonden data komen overeen met de inschatting van de bouwtijd van de monumenten. In de Janskerk kwamen de dateringen van het eiken- en dennenhout overeen. Dat wil zeggen dat voor de herbouw van de kapconstructie na de brand eikenhout werd gebruikt dat in najaar/winter 1278 in West-Duitsland werd gekapt, en dennen dat in precies hetzelfde jaar, maar ook eerder werd gekapt in Zuid-Duitsland. Een verschil van vijf jaar is zicht-



Afb. 3 Amsterdam, Herengracht 366, doorsnede van de onderkant van een wandkast (tegenover de vensters) in de tuinzaal. Hierin is zowel eikenhout (donker gearceerd) als grenenhout verwerkt. Alleen van de horizontale plank kon de laatste jaarring in 1782 gedateerd worden. Naar verwachting moeten hier nog enkele decennia aan toegevoegd worden, waarmee deze (porselein?) kast niet ouder dan het begin 19de eeuw is (tek. D.J. de Vries 1999)

baar tussen het vellen van het eiken- en dennenhout van Oude Gracht 187. Een opmerkelijk verschil tussen de kapdata van eik en dennen is daarentegen aanwezig tussen de monsters van de Broederkerk in Deventer. De kapdata van eik en dennen in dezelfde constructie liggen namelijk vier tot maximaal 24 jaar uit elkaar. Hoewel aan het eikenhout geen wankant aanwezig is, is de voor de inschatting van de kapdata gebruikte berekening van ontbrekende spintringen naar alle waarschijnlijkheid correct. Een eikenmonster uit het westelijk schip van hetzelfde gebouw en ook afkomstig uit Westfalen beschikte namelijk over wankant en 18 spintringen. Dit komt overeen met de in de spintberekening gebruikte aannames.

Een verklaring voor het grote verschil tussen de kapdata van de eiken en zilversparren in de Broederkerk en het (kleinere) verschil in het hout van Oude Gracht 187 kan niet gegeven worden. Dit verschijnsel hangt wellicht samen met de langere aanvoerroute van het Zuidduitse naaldhout en/of een tussentijdse stapeling daarvan, langduriger althans in vergelijking met de door Hollstein aangetoonde korte verwerkingstijd van eikenhout.<sup>13</sup> Dit laatste komt ook naar voren in de spreiding van de gedateerde naaldhoutmonsters met wankant binnen één context. Deze loopt bij de Janskerk uiteen van 1268, 1276, 1277 tot 1278, varieert bij Oude Gracht 175 van 1307 tot 1309, maar is bij andere gebouwen niet of minder significant aanwezig (door het beperkte aantal monsters).

De zeven onderzochten bouwwerken waarin dennen is verwerkt dateren alle rond 1300. Het oudste hout uit 1278 is gevonden in de Janskerk en het jongste hout dateert uit 1323 of later in het pand aan de Mariaplaats 50 in Utrecht. Het dennenhout is over de Rijn uit Zuid-Duitsland naar Nederland gekomen. In 1299 zijn aan de stad Dordrecht stapelrechten verleend. Het hout, dat destijds in Dordrecht verhandeld werd, was zonder enige twijfel afkomstig van de benedenloop van de Rijn.<sup>14</sup>

Vuren (*Picea abies*) is in Nederlandse monumenten niet op grote schaal toegepast als bouwhout. Tot nu toe hebben wij in twee objecten, de Broederkerk in Deventer en Oude Gracht 187 Utrecht vuren in combinatie met dennen gevonden. De jaarringreeksen zijn met zes vurenchronologieën (zie tab. 2) uit de regio Württemberg, Bayern, Zwarte Woud en vijf chronologieën uit verschillende delen van Zwitserland vergeleken, maar een datering was niet mogelijk.

Grenen (*Pinus sylvestris*) is met name in de 17<sup>de</sup> eeuw in Nederlandse monumenten toegepast.

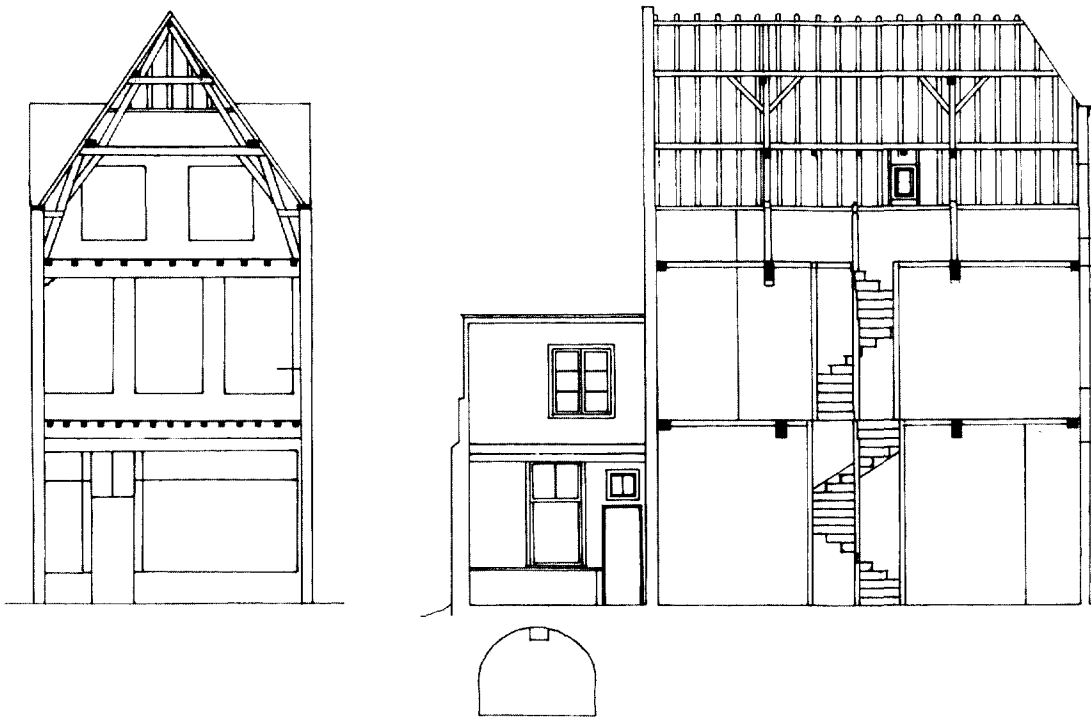
Tot nu toe was het slechts mogelijk om drie grenenmonsters uit twee van de zeven onderzochte monumentale gebouwen absoluut te dateren. Dit waren: de zuidelijke aanbouw van het stadhuis in Utrecht en een grenen plank uit een kast in de tuinzaal van Herengracht 366, Amsterdam (afb. 3). De laatste jaarring van het grenen uit beide objecten dateert, respectievelijk in of na 1843 en na 1782, en is daarmee later dus het hout uit de niet-dateerbare 17<sup>de</sup>-eeuwse monumenten. Doordat de monsters rond 100 jaarringen bevatten zijn beide dateringen zeer betrouwbaar. Het grenen voor de aanbouw van het stadhuis is vermoedelijk in voorjaar/zomer 1843 gekapt.

Omdat de laatste jaarring beschadigd is, laat zich niet zeker uitsluiten, dat er nog een enkele jaarring ontbreekt. Deze datering komt overeen met de inschatting, dat dit gedeelte van het hoekpand in 1845 gebouwd is.

De monsters uit de vijf andere objecten lieten zich helaas niet dateren. Dit hangt samen met de slechte verkrijgbaarheid en kwaliteit van de gevonden monsters. De monsters zijn heel verschillend, wat betreft het aantal jaarringen en de jaarringstructuur. Ook binnen één en hetzelfde object kan het aantal jaarringen op een monster nogal variëren (zie tab. 3, Utrecht, Haverstraat 30, afb. 4, en stadhuis). In monsters met veel jaarringen (Utrecht, Haverstraat: 207 jaarringen, Stadhuis: 221 jaarringen, tab. 3) bleken in zones met groeidepressies jaarringen uitgevalen te zijn. Het hout wordt gekarakteriseerd door een individueel groeipatroon met een hoog aandeel aan boomindividuele laagfrequente variatie (zie tab. 4, autocorrelatie). Ook na standaardisering, waarbij de laagfrequente variatie wordt geëlimineerd, was het alleen visueel, door het vergelijken van de enkele curven op de lichtbak, mogelijk relatief gedateerde middelcurven, zogenoemde 'zwevende chronologieën' voor drie objecten op te bouwen. Hoewel de jaarlijkse variabiliteit (tab. 3, mean sensitivity) bij grenen gemiddeld hoger is dan bij dennen (*Abies alba*). Mogelijk zijn de constructiedelen binnen één bouwwerk ook afkomstig uit verschillende gebieden, wat het opbouwen

van goede middelcurven moeilijk maakt. Het dateren van grenen is en blijft moeilijk, hoewel er veel kalenders uit alle belangrijke importgebieden uit die tijd (Baltische Staten, Polen, Scandinavië, Zuid-Duitsland, zie tab. 2) beschikbaar zijn. Pas als er heel veel monsters verzameld zijn, die tot goede middelcurven te combineren zijn, bestaat er een kans op absolute datering.

Grenen is voornamelijk vanaf de zeventiende eeuw op grote schaal in Nederlandse gebouwen toegepast. Mogelijk hangt het gebruik van grenen met het algemeen gebrek aan bouwhout in deze periode samen. Rond 1640 was de werkelijke houtvoorraad in de Nederlanden tot bijna nul gereduceerd. Dat geldt ook voor dichtbij gelegen grensgebieden.<sup>14</sup> Het meeste grenen kwam via de Noordse houthandel (i.e., houthandel via de Oostzee en Noorwegen) naar Nederland. In 1580 kwam de houthandel met Noorwegen op een hoog niveau te liggen en gedurende de zeventiende eeuw bleef deze houtaanvoer uit Noorwegen naar de Noordelijke Nederlanden vrij constant. Het hout vond zijn oorsprong hoofdzakelijk in Zuid-Noorwegen. Het ging hierbij om vuren en grenen delen, balken en masten. De waarschijnlijkheid dat in de onderzochte gebouwen inheems grenen verwerkt is, is heel gering. De grove den is voor het eerst rond 1520 in Noord-Brabant (Mastbos) aangeplant met zaad uit Nürnberg. Vanaf die periode is de grove den vrijwel constant in dit gebied aanwezig geweest. Incidenteel zijn ook oude



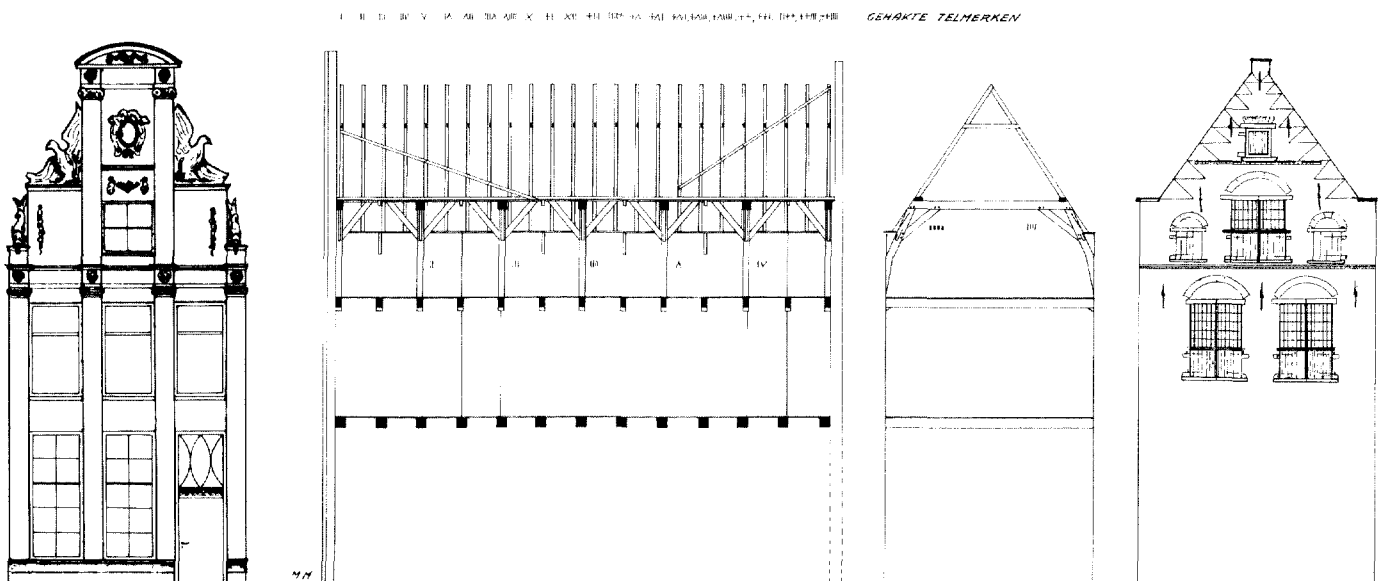
Afb. 4 Utrecht, Haverstraat 30. Het pand is in 1644-'45 in de huidige vorm opgetrokken toen de straat verbreed werd: "Is verstaen datmen d'eygenaers der huysingen aende sudtsijde vande Gortsteech die tot verbredinge vande selve straet affgebroken ende inetogen sullen worden..."<sup>15</sup>. De houtconstructie met moer- en kinderbalken is van grenenhout; de consoles onder de moerbalken, het geprofileerde beschot rond de spiltrap op de verdieping en de spanbeneden zijn van (hergebruikt wat het laatste betreft) eiken maar konden evenmin als het grenenhout dendrochronologisch gedateerd worden. Het pand kwam met beperkte middelen tot stand gezien de hergebruikte bakstenen in de achtergevel en de halfsteens middenmuur die bezuiniging op twee moerbalken mogelijk maakte. De eerste bewoner in 1646 was slotenmaker Willem Jansen van Doorn en ook na hem woonden er smeden en ijzerhandelaren die het huis 'De gekroonde schroef' noemden (tek. en tekst D.J. de Vries).

groeiplaatsen van grove dennen (*Pinus sylvestris*) uit de periode 1650 tot 1700 bekend (o.a. Veluwe en Twente). Pas vanaf 1750 is de grove den echt een belangrijk 'bosboom' op de Nederlandse zandgronden geworden.<sup>14</sup>

### Samenvatting resultaten

Dennen (*Abies alba*) laat zich zonder problemen dendrochronologisch analyseren en dateren. Dit geldt zowel voor hout afkomstig uit monumentale gebouwen als voor hout uit archeologische opgravingen. Er doet zich soms een verschil van enkele tot mogelijk een tiental jaren voor tussen de datering van dennen- en eikenhout uit dezelfde context, alsook van

gespreide dateringen van het dennenhout uit één context. Wellicht wijst dit op langer durend transport of opslag van het in Nederland toegepaste dennen in vergelijking met het doorgaans vers verwerkte eikenhout. Vuren is zelden in monumentale gebouwen te vinden maar werd in de periode rond 1300 samen met dennenhout verwerkt. De enkele monsters die geanalyseerd zijn, lieten zich echter niet dateren. Grenen is met name vanaf de 17de eeuw in monumentale gebouwen toegepast. Het gevonden grenen was grotendeels niet dateerbaar, omdat onvoldoende monsters per gebouw beschikbaar waren en deze qua aantal jaarringen, jaarringstructuur en herkomst niet onderling vergelijkbaar waren. De kans op een dendrochronologische datering van grenen is daarom klein (afb. 5).



Afb. 5 Zwolle, Melkmarkt 14. De houtconstructie van het pand met enkelvoudige balklagen en brede vloerdelen is grotendeels van eiken, in het jaar 1653 gedateerd. Alleen voor de tussenhangbalken en de planken van de vloering is grenen gebruikt dat niet kon worden gedateerd. De uitmonstering van de voor- en achtergevel en het (late) overdadige gebruik van fors gedimensioneerd, grof eiken wijzen op welstand van de opdrachtgever. Archiefonderzoek maakt aannemelijk dat dit Ernst van der Marck geweest moet zijn, die in 1640 trouwde met Aeltje Thomassen. Van der Marck was aanvankelijk griffier van de drost van Salland, omstreeks 1653 rentmeester (tek. en tekst naar vuurstedenregisters en kaartstelsel van het G.A. Zwolle door D.J. de Vries).

Boomsoort		Houtsoort	Houtanatomische kenmerken		
			Kernhout	Harsgangen	Kruisveldstippels
<i>Abies alba</i>	Zilverspar	Dennen	Nee	Nee	Taxodioid, piceoid
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den	Grenen	Ja	Ja	Vensterstippels
<i>Picea abies</i>	Fijnspar	Vuren	Ongekleurd	Ja	Piceoid

Tab. 1. Belangrijke houtanatomische kenmerken ter determinatie van *Abies*, *Pinus* en *Picea*Dennen (*Abies alba*)

Land	Locatie	Periode	Opgebouwd door	Lab.Code
Duitsland	Württemberg, Bayern, Schwarzwald	820-1985	Univ. Stuttgart-Hohenheim, <i>Friedrich, Spurk Becker 1993</i>	Abalba001 Abalba002
	Lothringen	1059-1983	Landesdenkmalamt Baden- Württemberg, <i>Tegel</i>	in opdracht <sup>1</sup>
	Bayrischer Wald	1820-1984	Jahrringlabor <i>Kontic</i> , Basel,	in opdracht
Zwitserland	Noord-westl. Deel	1209-1983	<sup>1</sup> 'In opdracht' wil zeggen, dat de jaarringreeksen door collegae van andere laboratoria met hun chronologieën vergeleken zijn.	
	Basel, Stadt	1209-1903		
	Basel, Land	1264-1983		
	Noord-oostl. Deel	1440-1823		

Vuren (*Picea abies*)

Land	Locatie	Periode	Opgebouwd door	Lab.Code
Duitsland	Zuid	1032-1985	Univ. Stuttgart-Hohenheim, <i>Friedrich, Spurk, Becker 1991</i>	DHFis300
	Württemberg	1252-1984		DHFis301
	Franken	1191-1981		DHFis302
	Bayern	1032-1965		DHFis303
	Schwarzwald	1246-1985		DHFis304
	Oberschwaben	1256-1822		DHFis305
Zwitserland	Zürich	1333-1823	Jahrringlabor <i>Kontic</i> , Basel	In opdracht
	Noord-Oost	1468-1822		
	Bayrischer Wald	1820-1984		
	Hinterrhein	1633-1983		
	Alpen	1269-1976	WSL, <i>Bräker</i>	

Grenen (*Pinus sylvestris*)

Land	Locatie	Periode	Opgebouwd door	Lab.Code
Denemarken	Dalarna	931-1888	Universitat Lund, <i>Bartholin</i>	Dalpinus
Duitsland	Baden-Württemberg	1391-1985	Jahrringlabor <i>Hofmann</i> , Nürtingen	DNK10001
	Standaard, Zuid	1216-1989		DNK10002
	Mecklenburg	1167-1417	Universitat Hamburg, <i>Wrobel</i> , <i>Eckstein</i>	70513006m
	Mecklenburg	1555-1750		0513005m
	Noord	1519-1856		0510005m
Noord. (Scheer)	1362-1809		0510013m	

Grenen (*Pinus sylvestris*) vervolg

Land	Locatie	Periode	Opgebouwd door	Lab.Code
Finland	Noord	743-1991	Saima Centre for Environmental Sciences, Savonlinna, <i>Lindholm</i>	FiKiNoor
	Oost	743-1991		FiKiOost
	Centraal	1413-1991		FiKiCent
	Zuid-oost	1454-1991		FiKiZuid
Noorwegen	Centr., Troendelag	552-1979	Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, <i>Thun</i>	99700002
	Zuid-west, Vestlandet	765-1996		99500003
	Zuid-Oost, Oestland	871-1840		99200001
	Flesberg	1591-1954	<i>Eidem</i> , 1959	Flesberg
Polen	Torun	1168-1991	Nicolaus Copernicus University, Torun, <i>Zielski</i>	0500020m
	Noord	1780-1986	Akademy of Fine Arts, Warszawa, <i>Wazny</i> ; Universität Hamburg, <i>Eckstein</i>	0500022m
	Noord	1558-1988		0500024m
	Noord	1168-1360		0500025m
Zweden	Jaemtland	1305-1828	Universität Hamburg, <i>Krause</i> , <i>Eckstein</i>	0500018m
	Handoel	1437-1987		0500019m
	Gotland	1124-1987		0500013m
	Z.-Zweden	1745-1990	University Lund, <i>Eggertsson</i>	Scapin01
	Island Nemdeö	1610-1995		3Nem0001
Zwitserland	Noord-Oost	1144-1990	Jahrringlabor <i>Kontic</i> , Basel	In opdracht

Tab. 2. Chronologieën voor het dateren van dennen, vuren en grenen

## Aalten, Waalfortlaan 1 (boerderij)

Plaats	Houtsoort	N	$\bar{x}$	Std	MS	AC(1)	Datering
Spoor A	Grenen	61	135	89.7	0.20	0.89	n.d.
Spoor B	Grenen	42	153	45.1	0.17	0.62	n.d.
Spoor IIII	Grenen	42	151	45.3	0.19	0.66	n.d.
Spoor X	Grenen	44	106	50.3	0.23	0.83	n.d.
Spoor 3	Eiken	95					Vj/z 1610
<b>Amsterdam, Herengracht 366 (tuinzaal achterzijde)</b>							
Plank kast	Grenen	97	99	29.2	0.21	0.60	Na 1782
Balk kast	Grenen	94	184	43.7	0.16	0.56	n.d.
<b>Deventer, Broederkerk (kappen hoofdbeuk)</b>							
N.sp.schoor 19	Dennen	64	305	78.7	0.16	0.73	Na 1305
Idem II	Dennen	60	313	94.1	0.17	0.79	Nj/w 1308/1309
Middenst. 30	Eiken	82					Na 1313
Middenst. 19	Eiken	97					Na 1298
Z.stoelbeen	Eiken	116					Na 1307
N. korbeel	Eiken	94					Na 1315
N. stijl 19	Eiken	110					Na 1313
							Gem. 1322 ±6
Westelijk schip							
Stijl 18	Eiken	99					Vj 1346
Trekbalk VIIII	Eiken	89					Na 1325
Dekbalk VIIII	Eiken	57					Na 1345
Z.kr.choor VIIII	Eiken	51					Na 1345
O.schoor st.9	Eiken	42					n.d.



**Leiden, Hooglandsekerk (hor. balken in kap viering)**

Vieringbalk 1	Grenen	99	215	115.2	0.17	0.90	n.d.
Vieringbalk 2	Grenen	148	133	69.0	0.17	0.92	n.d.
Vieringbalk 3	Grenen	232	87	49.6	0.22	0.88	n.d.
<b>Utrecht, Janskerk (kappen schip en transept)</b>							
Schip, z.sp. 36	Dennen	56	132	37.7	0.19	0.64	Nj/w 1278/1279
Schip, z.sp. 37	Dennen	71	98	33.9	0.28	0.55	Nj/w 1277/1278
Schip, z.sp. 41	Dennen	72	111	78.5	0.22	0.95	1278?
Schip, z.sp. 42	Dennen	68	120	54.7	0.20	0.81	Nj/w 1268/1269
N.trans. o.sp.8	Dennen	37	249	87.3	0.18	0.82	1278?
N.trans. w.sp.8	Dennen	37	202	66.9	0.22	0.63	Na 1277
N.trans. o.rh. 8	Dennen	51	156	86.6	0.22	0.91	Na 1275
Z.trans.wsp 10	Dennen	62	104	51.4	0.23	0.79	Nj/w 1276/1277
Z.trans. o.sp. 6	Dennen	32	164	37.6	0.18	0.45	Na 1277
Z.trans. o.sp. 8	Dennen	51	110	47.0	0.26	0.71	Na 1273
Schip n.sch 43	Eiken	96					n.d.
Schip n.sch 50	Eiken	<20					n.d.
Schip z.sch 50	Eiken	57					Na 1261
Schip z.sch 27	Eiken	56					n.d.
Schip n.sch 40	Eiken	26					Na 1253
Schip z.sch.43	Eiken	67					Nj/w 1278
Schip z.sch 41	Eiken	34					n.d.
Schip n.sch 41	Eiken	47					n.d.
<b>Utrecht, Oude Gracht 114 (Kap Huis Drakenburg)</b>							
8e spoor zuid	Dennen	135	81	58.3	0.31	0.87	Nj/w 1289
16e spoor zuid	Dennen	47	223	72.7	0.24	0.6	Nj/w 1289
<b>Utrecht, Oude Gracht 175 (balklaag boven b.g.)</b>							
6e balk v.a. vg	Dennen	64	242	65.0	0.17	0.67	Na 1306
4e balk v.a. vg	Dennen	95	142	90.7	0.17	0.93	Na 1304
1e balk v.a. ag	Dennen	57	207	70.5	0.16	0.81	Vj/z 1309
7e balk v.a. vg	Dennen	79	171	62.3	0.20	0.79	Vj/z 1307
<b>Utrecht, Oude Gracht 187 (sporenkap)</b>							
N. spoor 29	Dennen	54	217	65.1	0.19	0.74	Nj/w 1314
Z. spoor 20	Dennen	39	87	73.0	0.23	0.95	n.d.
Z. spoor 20	Dennen	34	158	55.6	0.21	0.69	Na 1311
22e n.blokkeel	Eiken	116					Na 1304
16e z.blokkeel	Eiken	116					Na1288
N. blokkeel V/	Eiken	116					Na1276
Z. blokkeel X	Eiken	101					Na 1273
N. standz. 10	Eiken	60					Nj/w 1309
N.standz. 28	Eiken	51					Na 1305
<b>Utrecht, Oude Gracht 219 (balklaag boven b.g., achterhuis)</b>							
2e balk v.a. ag	Dennen	112	140	70.9	0.20	0.88	Nj/w 1307/1308
3e balk v.a. ag	Dennen	94	144	58.8	0.21	0.76	Nj/w 1307/1308
Vloerbalk	Dennen	36	614	174.1	0.17	0.73	Na 1303
Vloerbalk	Dennen	32	600	148.3	0.14	0.73	Na 1299
<b>Utrecht, Mariaplaats 50 (balken boven b.g. en kap)</b>							
1e balk v.a. ag	Dennen	26	523	104.4	0.11	0.76	Nj/w 1323/1324
3e balk v.a. ag	Dennen	44	253	103.5	0.24	0.71	n.d.
Haanhout 2	Dennen	70	134	48.5	0.18	0.71	Na 1321
4e balk v.a. ag	Dennen	29	604	90.1	0.11	0.61	Nj/w 1323
O. h.h. Kapel	Dennen	27	302	82.0	0.19	0.54	Na 1321
<b>Utrecht, Haverstraat 30 (balklagen, kap en beschot spiltrap)</b>							
Mb. Achter 1e	Grenen	207	85	73.1	0.20	0.97	n.d.
Achterste dekb	Grenen	132	70	55.6	0.26	0.81	n.d.
Hor.b.2de a.juk	Grenen	67	161	62.1	0.19	0.80	n.d.
Voorste dekb.	Grenen	77	152	57.7	0.16	0.86	n.d.
N. fliering	Grenen	81	162	88.3	0.15	0.93	n.d.
Voorste mb bg	Grenen	91	138	75.0	0.23	0.83	n.d.
Achter mb bg	Grenen	84	138	34.0	0.20	0.47	n.d.
Voorste mb 1e	Grenen	105	108	57.9	0.19	0.87	n.d.
O. fliering z	Grenen	78	138	79.0	0.16	0.90	n.d.
O. fliering n	Grenen	71	70	86.8	0.16	0.91	n.d.

**Utrecht, Herenstraat 38 (kap voorzijde)**

Fliering b o-oo	Grenen	63	152	45.9	0.22	0.60	n.d.
O. dekb. 2	Grenen	90	152	105.8	0.26	0.82	n.d.
O. dekb. 1	Grenen	90	141	99.0	0.23	0.94	n.d.
Korbeel 1e juk	Grenen	53	197	85.0	0.20	0.79	n.d.
Korbeel 3 vz	Grenen	107	117	74.8	0.25	0.87	n.d.
<b>Utrecht, Stadhuis (balklagen boven de verdieping, vanaf zuidgevel)</b>							
3e balk voorz.	Grenen	221	98	57.2	0.17	0.92	n.d.
5e balk voorz.	Grenen	92	202	120.0	0.19	0.91	n.d.
1e balk achter	Grenen	143	156	84.5	0.17	0.90	Na 1842
2e balk achter	Grenen	109	223	183.4	0.21	0.95	(Na) vj/z 1843
<b>Zwolle, Melkmarkt 14 (kap)</b>							
Tussenh.b. 4/3	Grenen	84	106	67.7	0.29	0.82	n.d.
Tussenh.b. 4/5	Grenen	63	118	47.0	0.20	0.68	n.d.
Tussenh.b. 5/6	Grenen	69	111	59.9	0.26	0.69	n.d.
Flier. Oz by 4	Eiken	39					n.d.
Zolderb. Sp. 4	Eiken	59					Na 1635
Korbeel IIII	Eiken	52					n.d.
W. sp.been VI	Eiken	52					n.d.
Spantbeen IIII	Eiken	53					Z/nj 1653

Tab. 3. Statistische eigenschappen van de afzonderlijke jaarringreeksen per object en dateringsresultaten

$n$ =aantal jaarringen,  $x$ =gemiddelde jaarringbreedte [1/100 mm],  $std$ =standaardafwijking, [ $lag=1$ ],  $MS$ =gemiddelde sensitiviteit,  $AC(1)$ =Autocorrelatie (1. order), datering : n. d. = niet dateerbaar,  $nj/w$ = najaar/winter,  $vj/z$ =voorjaar/zomer, ?=mogelijk wankant

$$MS = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^{N-1} \frac{|x_{n+1} - x_n|}{\sqrt{2} (x_{n+1} + x_n)}, \quad MS = \text{gemiddelde sensitiviteit, } x_n = \text{jaarring in jaar } n, N = \text{aantal observaties}$$

## Verantwoording

Deze studie werd mogelijk gemaakt door subsidies van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg (RDMZ, Zeist) en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, Amersfoort). Dr. D.J. de Vries (RDMZ), Dr. E. Jansma (RING/ROB) en Drs. E. Hanraets (RING) hebben ieder op eigen wijze bijgedragen aan het onderzoek.

De voor dit onderzoek essentiële jaarringchronologieën voor de datering van het dennen, vuren en grenen zijn beschikbaar gesteld door: Dr. O. Bräker, WSL, Birmensdorf, CH; Dr. O. Eggertsson, Dr. T. Bartholin, Department of Quaternary Geology, University of Lund S; Drs. M. Friedrichs, Dr. M. Spurr, Prof. Dr. B. Becker, Universität Stuttgart-Hohenheim, D.; Dr. J. Hofmann, Jahrringlabor Hofmann, Nürtingen, D.; Dr. R. Kontic, Jahrringlabor Kontic, Basel, CH; Dr. M. Lindholm, Saima Centre for Environmental Sciences, Savonlinna, SF; Drs. W. Tegel, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Hemmenhofen, D.; Dr. T. Thun, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, N.; Dr. T. Wazny, Academy of Fine Arts, Warszawa, PL;

Drs. S. Wrobel, Prof. Dr. D. Eckstein, Dr. C. Krause, Universität Hamburg, D.; Dr. A. Zielsky, Nicolaus Copernicus University, Torun, PL.

## Noten

1 Nederlands Centrum voor Dendrochronologie RING, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort.

- H. van der Wal, 'De bouwgeschiedenis van het Huis Drakenburg te Utrecht', *Bulletin KNOB* 74 (1975), pp. 71-79.
- System ontwikkeld door Hans Tisje, Neu-Isenburg, D.
- E. Hollstein, 'Jahrringchronologische Datierung von Eichenholzern ohne Waldkante', *Bonner Jahrbücher* 165 (1965), 12-27; S. Wrobel, D. Eckstein, 'The capability of joint dendrochronological- architectural large scale studies', in: *Storsletten, Dendrochronology and the investigation of buildings. Proc. Int. Seminar at the Ac. of Sc. Let., Oslo 1th-2nd Nov. 1991*, Riksantikvarens Rapport 22 (1992), pp. 42-48.
- T. Thun, 'The dating accuracy with Scotch Pine', in: *Storsletten, Dendrochronology and the investigation of buildings. Proc. Int. Seminar at the Ac. of Sc. Let., Oslo 1th-2nd Nov. 1991*, Riksantikvarens Rapport 22 (1992).
- R.W. Aniol, 'Tree-ring analysis using CATRAS', *Dendrochronologia* 1(1983), pp. 45-53.
- F. Rinn, TSAP Version 2.6. *Reference Manual*, Heidelberg 1996.
- R.L. Holmes, 'Computer assisted quality control in tree-ring dating and measurement', *Tree-Ring Bull.*, 43 (1983), pp. 69-78.
- Met een spline van 50 jaar (programma ARSTAN), E.D. Cook, *A time-series analysis approach to tree-ring standardization*, Tucson 1985 (Diss. Univ. of Arizona).
- F.H. Schweingruber, *Der Jahrring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie*, Bern/Stuttgart 1983.
- G. Berends, 'Deventer, vm. Broederkerk, thans R.K. kerk van St. Lebuïnus', *Bulletin KNOB* 78 (1979), pp. 158-159.
- D.J. de Vries, 'Bouwen in de late Middeleeuwen. Stedelijke architectuur in het voormalige Over- en Nedersticht', Utrecht 1994, p. 173.
- E. Hollstein, *Mitteleuropäische Eichenchronologie*, Mainz 1980, p. 38.
- J. Buis, *Historia florestis, Nederlandse Bosgeschiedenis. Houtmarkt en houtteelt tot het midden van de negentiende eeuw*, AAG Bijdragen 27 (1985).
- Gemeente Archief Utrecht, Stad II, 121 (1642-1644), fol. 247v; ook Stad II, 3243 pp. 73-75; Not. U302c003, nr. 110, fol. 423-425v, met dank aan Martin de Bruijn, Utrecht.