

Hout arrangement Nimeto 2015

Hout Portfolio



Vera Berkeveld
Anne Nuijen

Inhoudsopgave

Inleiding	4
1. Houtbouw door de jaren heen	5
1.1 Midden Steentijd	6
1.2 Nieuwe steentijd	7
1.3 Bronstijd	8
1.4 IJzertijd	9
1.5 De Romeinen	10
1.6 Romaanse tijd	11
1.7 De 12 ^e eeuw	12
1.8 De 13 ^e eeuw	14
1.9 De 14 ^e eeuw	15
1.10 De 15 ^e eeuw	17
1.11 De 16 ^e eeuw	18
1.12 De 17 ^e eeuw	19
1.13 18 ^e eeuw	21
1.13 De 19 ^e eeuw	22
1.14 De 20 ^e eeuw	23
2. Hout pasporten	25
2.1 Vuren, <i>Picea abies</i> (Pinaceae)	26
2.2 Europees lariks	28
2.3 Merbau	30
2.4 Beuken	32
2.5 Europees Eiken	34
2.6 Europees grenen	36
2.6 Douglas	38
2.7 Robinia	40
3. Hout aantasting	42
3.1 Ontstaan van houtrot	43
3.1.1 Milieufactoren	44
3.1.2 Biologische factoren	45
3.2 Insecten	47
3.2.1 Insecten paspoort	48
3.3 Zwammen	50

3.3.1 Zwammen paspoort	51
3.4. Bestrijdingsmethode	54
3.4.1 Hitte behandeling	55
3.4.2 Zuurstofarme lucht methode	56
3.4.3 Oppervlakte behandeling	56
3.4.4 Zwam bestrijding	57
3.4 Houtherstel.....	58
3.4.1 Hout vervanging met hout	58
3.4.2 Houtherstel met epoxytechnieken.....	60
3.4.2 Deelvervanging.....	62
Stap 5.....	63
3.4.3Houtrotreparatie	65
4. Inspectie Josef Beeld	68
4.1 Josef.....	69
4.2 Datering beeld	69
4.3 Technisch onderzoek.....	69
4.4 Aantasting.....	69
4.5 Advies	71
Slot/ nawoord.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Inleiding

Als restauratie schilder ben je niet altijd bezig met verfsoorten en hoe de verflaag moet worden gerepareerd. Er moet ook rekening gehouden worden met de soort ondergrond waar je als restaurator mee te maken hebt of krijgt. Een van de belangrijkste ondergronden is hout. Dit werd al in de prehistorie gebruikt als bouw materiaal. Het herkennen van de houtsoort is belangrijk, zo kun je bijvoorbeeld terug halen met welke tijd je te maken hebt. Ook aan de soort aantasting van het hout kun je zien met welke soort je te maken hebt.

En de belangrijkste vraag luid dan; Hoe conserveren we het of repareren we het zo dat alles zo lang mogelijk behouden blijft?

1. Houtbouw door de jaren heen

Door de jaren heen is men in Nederland steeds meer en anders gaan bouwen. De eerste woningen werden nog uit leem en klei gemaakt, terwijl tegenwoordig alles uit baksteen wordt getrokken. In dit hoofdstuk behandelen we het houtgebruik per eeuw of tijdsvak.

Als restaurator is dit van belang, omdat we daarmee kunnen terughalen uit welke tijd een gebouw komt.



Figuur 2, Prehistorie



Figuur 1, 17e eeuw



Figuur 3, 20e eeuw

1.1 Midden Steentijd

8800 vC tot 5300 vC

De eerste mensen die Nederland bevolkte waren de nomaden. Ze leefde van de jacht en trokken rond. Ze maakte hutten van steen, hout en been. Wat ze in de natuur vonden gebruikte ze voor hun woningen, zoals de ronde stammen van bomen. Omdat ze rondtrokken was het niet nodig een degelijke constructie te maken. Het had immers geen duurzame functie.

Tijdens de Oude Steentijd gebruikten mensen ongeslepen stenen als gereedschap. Ook begonnen ze groepen te vormen. Mensen die in deze tijd leefde worden jagers-verzamelaars genoemd. Dit omdat ze leefden van de jacht, vruchten en groenten die ze in het wild vonden. Ze maakten daarbij gebruik van eenvoudige houten, botten of stenen gebruiksvoorwerpen zoals vuistbijlen. De Oude Steentijd is een periode waarin weinig culturele en technische ontwikkelingen plaatsvonden, in tegenstelling tot de Midden- en Nieuwe Steentijd.



Figuur 4, Huis in de midden steentijd

<https://sites.google.com/site/speurtochtgr78/boeren-in-de-steentijd>

1.2 Nieuwe steentijd

5300 vC tot 2900 vC

In Nederland vestigde mensen zich meer op een plek. Huizen werden gebouwd van hout, leem, riet, biezen en stro. De ondersteuning van het dak waren ingegraven balken, de bovenkant had een gaffelvorm, waar een andere stam ingelegd kon worden. Boerderijen werden gebouwd uit drie rijen zwaardere palen, waarvan de middelste rij de nokbalk droeg (zie figuur 3).

De houtsoort van de palen en soort dakbedekking hing af van het gebied van bewoning. Op veengrond groeien bijvoorbeeld; els, es en wilg, op kleigrond esdoorn en iep. Eik groeit op hoger gelegen zandgrond.

De eerste boeren in Nederland kwamen rond 5000vC in het huidige Zuid-Limburg voor. Ze woonden in grote huizen van ongeveer 30 meter lang en 6 meter breed. De huizen lagen op het zuidoosten, waardoor de zijkanten de (koude)wind opvingen. De wanden waren gevlochten takken, met daartussen aarde.



Figuur 5, Dorp met bewoners uit de nieuwe steentijd



Figuur 6, Prehistorisch huis

http://straatkaart.nl/2408DP-Quadriviumlaan/media_fotos/pre-historisch-huis-YY7/

1.3 Bronstijd

2000 vC tot 800 vC

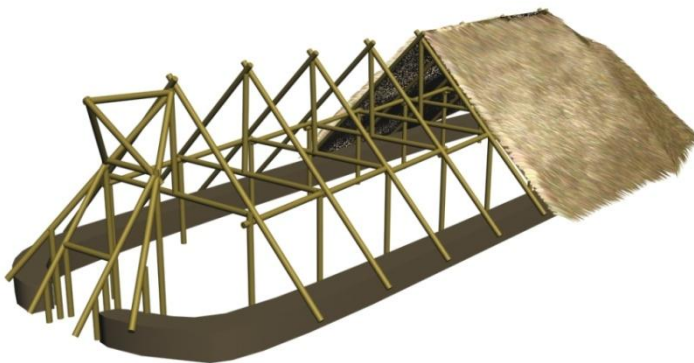
In de bronstijd werden er houtbewerkinggereedschappen gemaakt, zoals bijlen en gutsen. Boerderijen hadden de vorm van een schip. In deze tijd veranderen de huizen nauwelijks ter vergelijking met de nieuwe steentijd.

In Nederland zijn voornamelijk in Drenthe en Noord Holland zijn er tientallen plattegronden van boerderijen bekend. Ten zuiden van de Maas zijn nederzittingslocaties bekend, maar weinig sporen van woningen. Het gebied Land van Maas en Waal, was wel intensief bewoond.

De mensen in de Bronstijd hadden voornamelijk een boeren bestaan. De boerderijen in de Bronstijd waren meestal een woon-stalhuis waarin het vee in de winter binnen stond. Het woongedeelte was het kleinst, hier was ook de haardplaats te herkennen. De boerderijen varieerden sterk in afmeting; sommigen waren 5 x 18 meter en anderen hadden een lengte tot 65 meter. In de Vroege Bronstijd zijn de huizen evenals in de Late Steentijd tweeschepig (zie figuur 3). De indeling was meestal afgeleid van de plattegrond van staanders en wandpalen.

Het stalgedeelte in het huis kenmerkte zich door de aanwezigheid van kleine tussen wanden die dwars op de buitenwand stonden. Deze worden geïnterpreteerd als veeboxen. Door de drieschepigheid (zie figuur 4) ontstond in het midden een ruimte. Gevonden botten geven aan dat hier voornamelijk runderen en klein vee hebben gestaan.

Het woongedeelte kenmerkte zich minder duidelijk door vondsten. Op sommige opgravingen zijn sporen van een haard in het midden van het huis teruggevonden. Op erven rond de Bronstijdboerderijen zijn spiekers teruggevonden. Een spieker is een opslaghuis voor granen.



Figuur 7, Een skeletbouw van de bronstijd in West Friesland

<http://www.bronstijdwestfriesland.nl/>

1.4 IJzertijd

800 v Chr. – 40 n Chr.

De naam ijzertijd is ontleend aan de vele ijzeren voorwerpen die uit deze tijd gevonden zijn. Met deze gereedschappen konden de mensen pen- en gatverbindingen maken, waardoor constructies sterk verbeterde. In deze tijd werden de wanden los van de constructie gebouwd (zie figuur 5)

De woonstalhuizen in de ijzertijd zijn tweebeukig en hebben een groot schilddak dat wordt gedragen door een aantal dikke middenstaanders en een rij palen onder de rand van het dak. Twee ingangen verdelen het gebouw in twee delen. Aangenomen wordt dat het kleinste deel gebruikt werd als leef/woon ruimte voor de mens en het andere deel als stal.

De ijzertijdboeren woonden in langgerekte huizen van hout, waar mens en vee onder één dak leefden. Als na een generatie het huis onbewoonbaar was geworden, werd er verderop een nieuw gebouwd. Zo 'wandelde' een nederzetting in de loop der tijd door het landschap. Er hebben tijdens de ijzertijd overigens ook massale verhuizingen plaats gevonden door klimaatveranderingen. Door de klimaatsverandering bijvoorbeeld kou, trokken mensen naar andere streken, bijvoorbeeld aan de overkant van de IJssel.



Figuur 8, Woonstalhuis uit de ijzertijd

<http://landchapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/18-Beilerdingspel.html>

1.5 De Romeinen

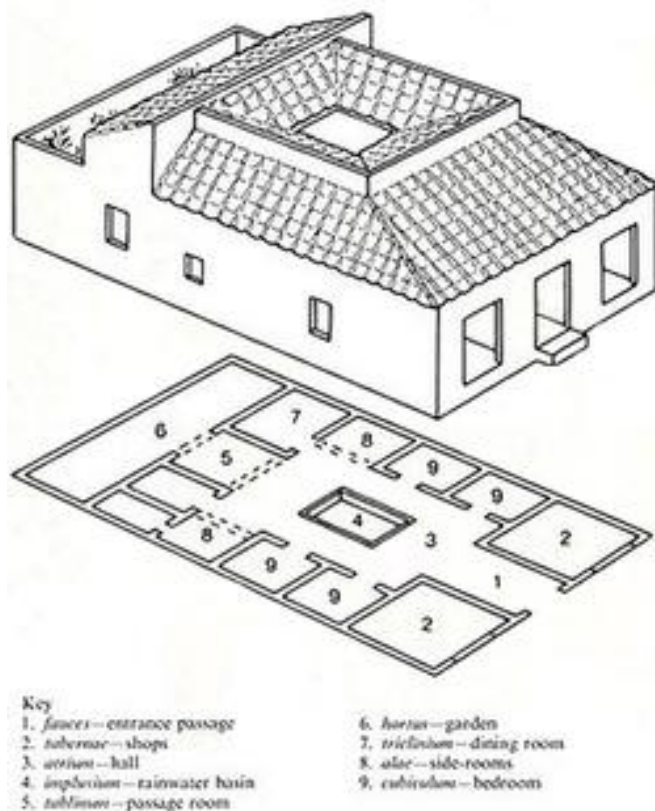
40 n Chr. – 400 n Chr.

De Romeinen maakte vooral constructies met baksteen. Ze bouwde daarom vooral bij rivieren, vanwege de klei die uit de rivieren werd gewonnen.

De Romeinen hebben ruim 300 jaar in Nederland geleefd. Er zijn nog maar bar weinig zichtbare resten over. Op dit moment zijn er in verschillende musea objecten uit de Romeinsetijd tentoongesteld zoals; spelden, olielampjes, schoenen, schrijfwaren en aardewerk, maar tot de verbeelding sprekende bouwwerken ontbreken.

In de 1e eeuw voor Christus kwamen de Romeinen naar Nederland. Gedurende het grootste deel van de Romeinse periode lag de grens van het Romeinse Rijk bij de Rijn.

In deze tijd werden de eerste Nederlandse steden gebouwd, waarvan de bekendste zijn: Noviomagus (Nijmegen), Forum Hadriani (Voorburg), Coriovallum (Heerlen) en Mosa Trajectum (Maastricht). In Zuid-Nederland liggen echter nog veel andere steden en dorpen met Romeinse wortels. Volgens recent archeologisch onderzoek zijn Nijmegen en Maastricht sinds het stichten van het Romeinse rijk continu bewoond gebleven. De meeste andere woonplaatsen zijn (waarschijnlijk) korte tijd onbewoond geweest. Dit was tijdens de chaotische periode van de Volksverhuizingen in de periode 300-500 n. C.



Figuur 9, Romeins huis, voor de rijkere. Boeren bleven met hout werken

http://nl.wikipedia.org/wiki/Romeinse_villa

1.6 Romaanse tijd

950 n Chr-1250 n Chr

Van de bouwwerken uit de eerste duizend jaar na Christus zijn in Nederland alleen nog archeologische vondsten te zien. Op het platteland verbleef mens en dier in dezelfde ruimte.

De romaanse bouwkunst (in Nederland rond ca. 1000-1250) kennen we vrijwel alleen nog uit de kerkelijke architectuur. Romaanse gebouwen als kerken en kloosters maken een gesloten indruk, opgetrokken uit dik natuurstenen, vanaf de 12de eeuw bakstenen muren met daarin kleine vensters en deuren onder ronde bogen. Versieringen zijn sober en aan het exterieur beperkt tot geschakelde rondbogen, sierlijsten en zuilen. Woonhuizen uit deze tijd zijn in Nederland nauwelijks bewaard gebleven. Sporadisch worden vondsten gedaan die aantonen dat adellijke burgers stenen huizen en woontorens lieten bouwen. Gewone burgers woonden in huizen van hout, leem en stro, gebouwd rond een 'binnenhaard'.



Figuur 10, Interieur kerken en kloosters Romaanse tijd

<http://www.hendrickdekeyser.nl/site/20/44/middeleeuwse+woonhuizen.html>



Figuur 11, Boerderij 11e eeuw

http://blokland.dordtenazoeker.nl/papendrecht_deel1.htm

1.7 De 12^e eeuw

De monniken die in de 12^e eeuw naar Nederland kwamen, voerden de techniek van het bakken van stenen weer in. Alleen gebouwen als kastelen, kloosters en kerken werden in baksteen uitgevoerd. Boerderijen, woonhuizen, maar ook kapellen op het platteland, werden gebouwd van (eiken)hout uit de omgeving. Tot de 13^e eeuw lagen houten vloeren in stenen gebouwen op balklagen van dennen- of eikenhouten balken die naast elkaar lagen. De meest gebruikte houtsoort voor kapconstructies is tot en met de 12^e eeuw dennenhout (afkomstig van de zilverspar). Uit dit tijdvak is nagenoeg niets bewaard gebleven.

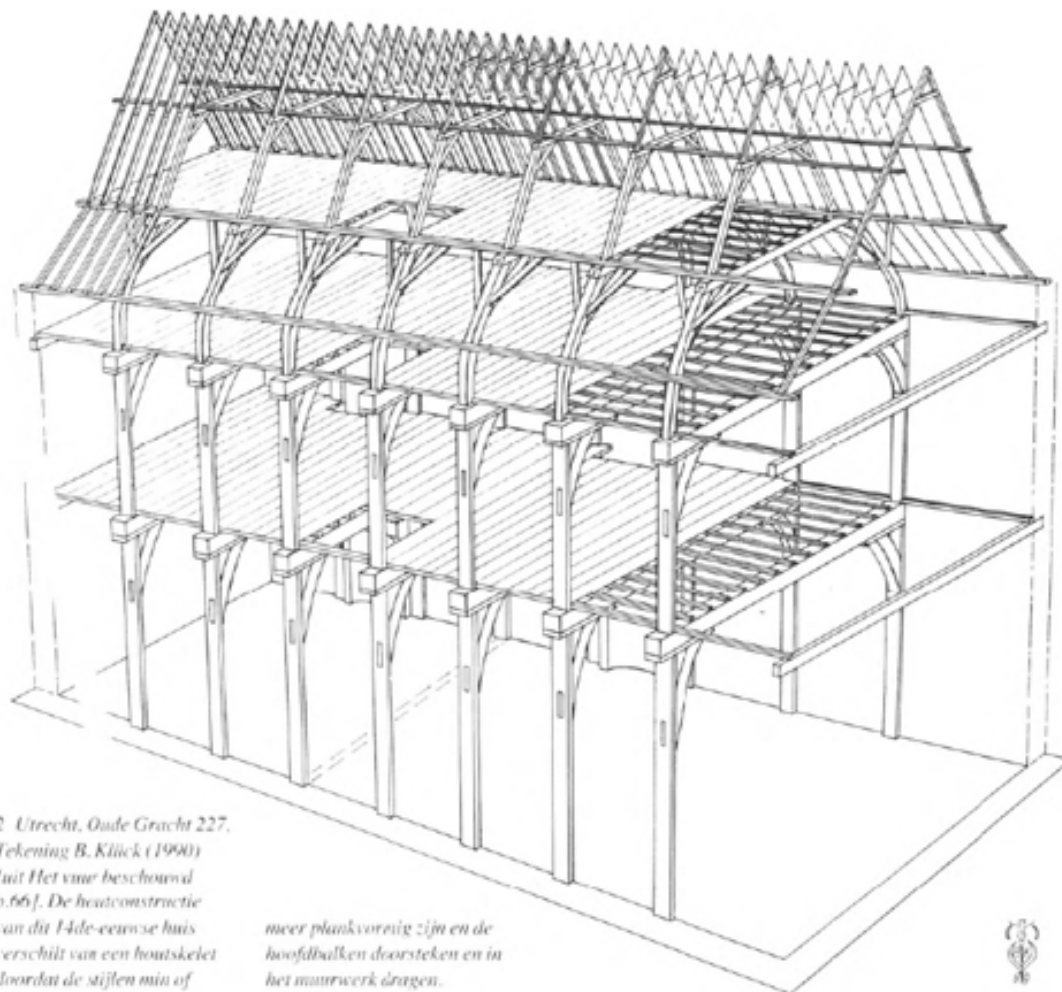
Vakwerk bestaat gewoonlijk uit een houten balkstructuur met een invulling. De stijlen van een vakwerkconstructie maken vaak ook deel uit van de gebintconstructie. De invulling kan bestaan uit vlechtwerk van wilgentenen, eik, vuilboom of hazelnoot dat bestreken is met een mengsel van stro en leem. Het vlechtwerk bestaat uit verticale houten staken (zie figuur 9) die in gaten en sleuven in de kozijn constructie zijn bevestigd. Hiertussen worden vervolgens twijgen gevlochten. Later werd als invulling ook baksteen gebruikt.

In Nederland en Vlaanderen is het vlechtwerk nooit bijzonder populair of dominant geweest. Middeleeuwse houtconstructies in de Lage Landen bestonden doorgaans weliswaar uit een balkenframe, maar dat werd meestal door houtenplanken in plaats van met leem afgedekt. De vele klei-aandragende rivieren in deze streken zorgden ervoor dat de baksteenproductie.



Figuur 12, Invulling van een 'vak' met vitselstek

[http://nl.wikipedia.org/wiki/Vakwerk_\(wandconstructie\)#mediaviewer/File:Lehmausfachung.jpg](http://nl.wikipedia.org/wiki/Vakwerk_(wandconstructie)#mediaviewer/File:Lehmausfachung.jpg)



2 Utrecht, Oude Gracht 227.
Tekening B. Klink (1990)
[uit Het vane beschouwd
p. 66]. De houtconstructie
van dit 14de-eeuwse huis
verschilt van een houtskelet
doordat de stijlen min of

meer plankvormig zijn en de
hoofdbalken doorsteken en in
het muurwerk dragen.

Figuur 13, Utrecht oude gracht 227

http://www.dbnl.org/tekst/_jaa030199301_01/_jaa030199301_01_0004.php

1.8 De 13^e eeuw

In de 13e eeuw werden voor het eerst funderingen toegepast. Dit werd gedaan met dierenhuiden, korte paaltjes, stro of riet (zie figuur 12).

Groepen boerderijen gingen in die tijd buurtschappen vormen. Dit gebeurde op de plaatsen waar de wegen aan weerszijden van een rivier samenkwamen. Een eerste buurtschap werd gevormd door de kerk en enkele huizen, waaronder dat van de ambachtsheer.

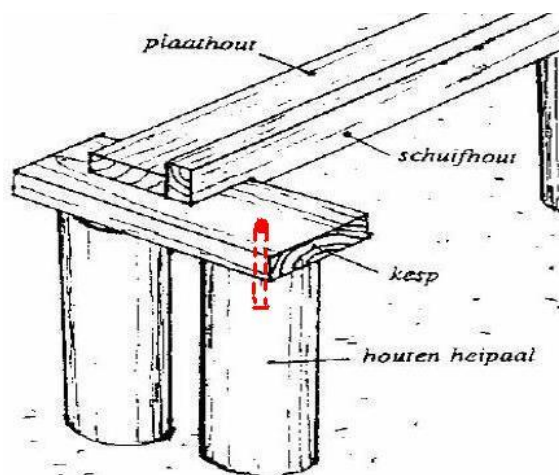
In de 12e eeuw worden in Friesland en Groningen vele kloosters gesticht. De kloosterlingen introduceren het bakken van stenen kloostermoppen en dakpannen in veldovens. In deze tijd is er klei in overvloed, dankzij de opkomende turfwinning heeft men brandstof in overvloed. Daardoor werden er in de 13^e eeuw, in Groningen en Friesland de eerste stenen huizen gebouwd. Stenen huizen konden in die tijd beter beschermd worden tegen rivaliserende burens, vijandelijke bendes en overstromingen dan huizen van hout en leem. Meestal staan deze op een wierde. Een wierde is een opgehoogde woonplaats. Het huis staat op een heuvel.

Alleen de rijkere boeren kunnen zich een stenen huis naast hun boerderij veroorloven. Naarmate deze 'herenboeren' meer bezit krijgen, nemen ook hun macht en aanspraak toe.



Figuur 14, Kasteel Radboud

<http://detweeschouwtjes.nl/68-2/>



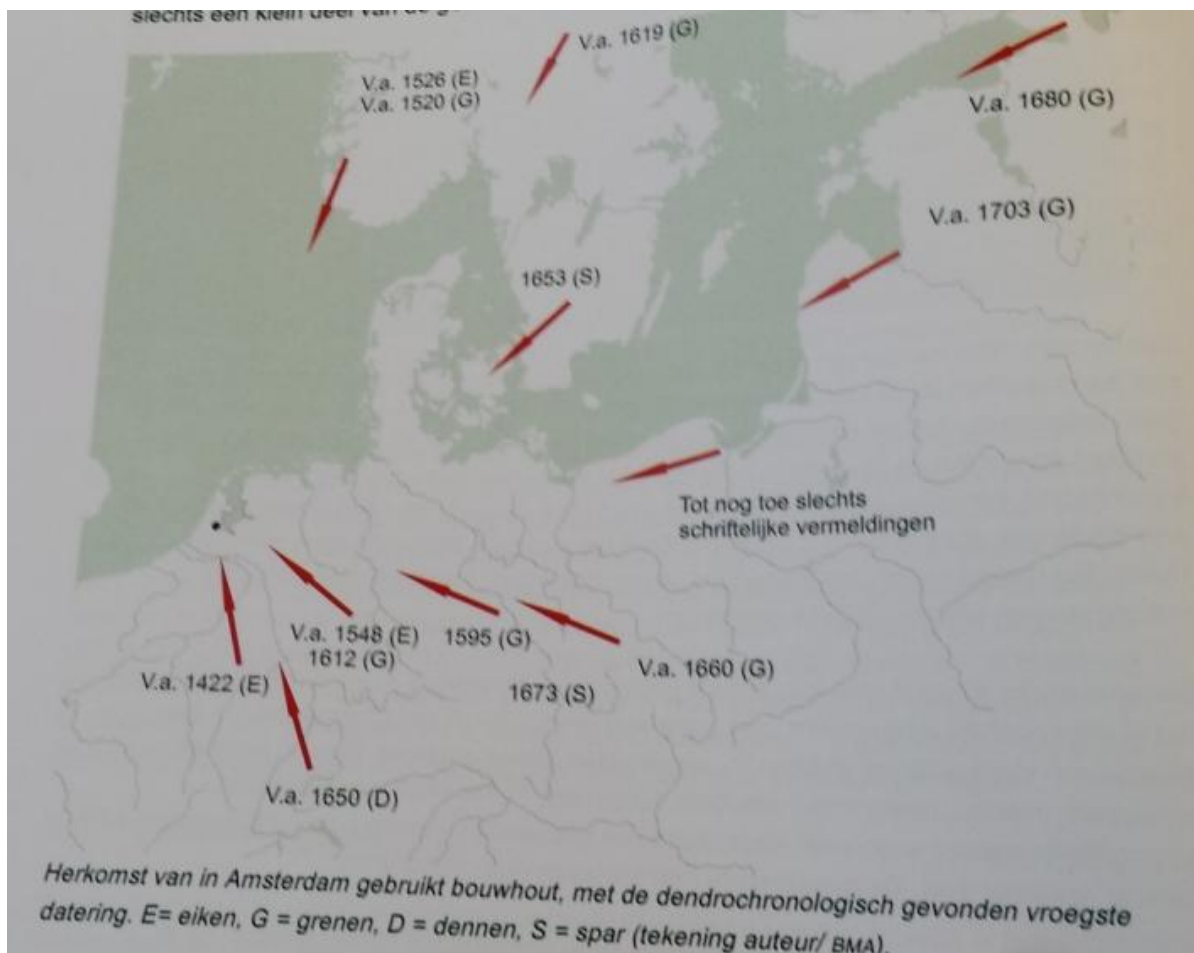
Figuur 15, eerste Funderingen

<http://www.joostdevree.nl/shtmls/treknagel.shtml>

1.9 De 14^e eeuw

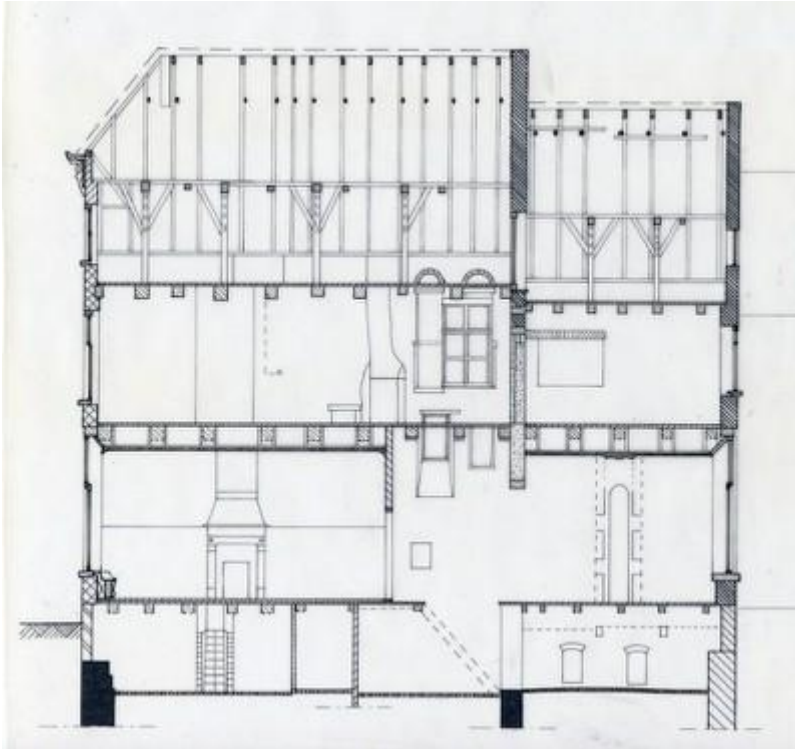
In de 14^e eeuw werd hout uit het Rijn- en Maasland in Holland verhandeld. In deze tijd waren er niet alleen handelscontracten tussen Amsterdam en Hamburg, maar ook voeren schippers naar de Oostzee en dreven handel met Zweedse schiereilanden. De producten die werden gekocht waren grenen- en vurenhout delen, balken en masten.

Tussen 1350 en 1370 transporteerde Hamburgse handelaren aanzienlijke hoeveelheden hout naar Amsterdam. In de 14^e eeuw worden de balkconstructies uitgebreid met bintstellen. Eikenhout is schaars en duur geworden, voor de brede delen wordt in plaats van eikenhout nu grenenhout gebruikt. Tot aan de middeleeuwen werd in de Nederlandse huizenbouw voornamelijk eikenhout gebruikt. Dit duurzame hout is zeer geschikt voor allerlei constructiedoeleinden, zoals draagbalken, maar ook deuren en binnenbetimmering. Gekloofd eiken werd gebruikt als dakbeschot.



Figuur 16, Land van oorsprong, hout in de 14e eeuw

G. van Tussenbroek, 2012, *Historisch hout in Amsterdamse monumenten*



Figuur 17, Huis aan de Pelsterstraat Amsterdam

Dwarsdoorsnedentekening van Pelsterstraat 19. Achter de voorgevel die is afgewerkt met een 19e eeuwse pleisterlaag gaat een middeleeuws huis schuil. Dit huis is in fasen vergroot en heeft balklagen en kapconstructies van eikenhout.
<http://gemeente.groningen.nl/stadsgeschiedenis/bouwhistorie>

1.10 De 15^e eeuw

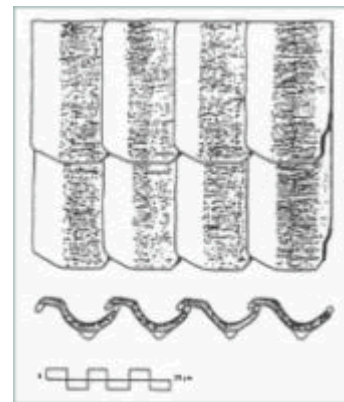
De 15e eeuw wordt ook wel de middeleeuwen genoemd. Het woonhuis in de middeleeuwen heeft daken met een gestapelde dekbalkconstructie met gotische versieringen en sleutelstukken onder de balken. In de 15^e eeuw waren er in het Baltische gebied verschillende regio's die hout naar het westen exporteerden. Uit Pruisen een deelstaat in Duitsland werd eiken-, beuken- en grenenhout geëxporteerd. Dit hout werd over rivieren naar zeehavens gevlot.

In de IJsselstreek werden vanaf 1465 quackpannen (zie afbeelding) op de daken gelegd. Dit waren vereenvoudigde gegolfde pannen.

In Nederland was houtskeletbouw erg populair in gebieden met een weinig draagkrachtige bodem. Een goed voorbeeld hiervan is de Zaanstreek. Door de aanvoermogelijkheden over zee en de rivieren was hout eenvoudig te vervoeren naar de lage landen. Het voordeel van hout is dat het een relatief licht bouw materiaal is. Dit vereenvoudigt het transport van zowel grondstof als bouwelement. Bovendien kan er een lichte fundering worden gebruikt, die vooral werd toegepast bij het maken van een verdieping.



Figuur 19, Boerderij met schilddak



Figuur 18, Quackpannen

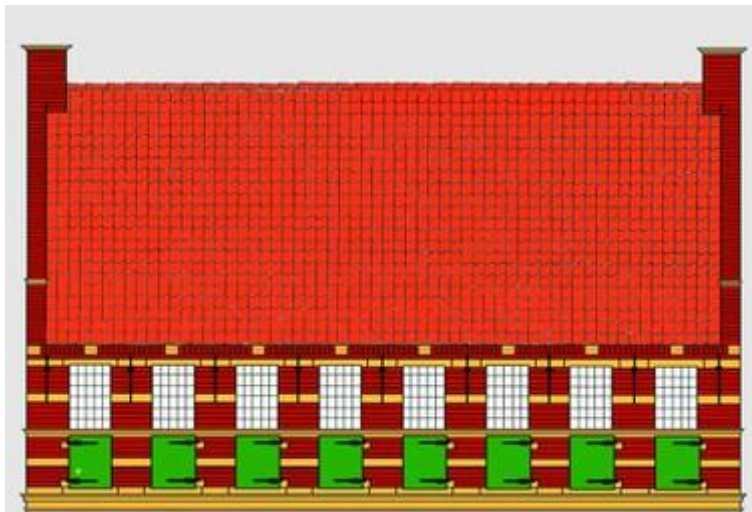
Links: Gepleisterde boerderij, bestaande uit een gedeelte onder een geknikt schilddak, en een gedeelte onder pannen zadeldak. Ernaast een uit hout en steen opgetrokken schuur, Leiden. Rechts: quackpannen
http://rijksmonumenten.nl/monumenten/15e+eeuw/leiden/subcategorie_facets=boerderij/

1.11 De 16^e eeuw

Rond het midden van de 16e eeuw vond in Amsterdam de overgang plaats van de gotische naar de renaissance profileringen plaats. De eerste handelsovereenkomst over levering van hout uit het Zwarte Woud, dateert uit 1593. In de 16e eeuw kreeg de handel met Scandinavië nog een extra impuls, omdat er meer scheepsvaart plaats vond tussen Scandinavië en Nederland. Tot laat in de 16^e eeuw waren de Maas en de Rijn de belangrijkste aanvoerroutes voor eikenhout. Daarna werden grote hoeveelheden uit West-Zweden geïmporteerd.

Als dakbedekking werd er voornamelijk lood toegepast. Torenbekroning en open dakruiters op de kruisverbindingen van de romaanse en gotische kerken werden met lood bekleed.

De bewoning was niet aaneengesloten, er lagen verspreide groepen woningen en boerderijen, herdgangen of heerdgangen geheten. Herd- of heerdgangen was een term die in Midden- en Oost Brabant gebruikt werd om een buurtschap aan te duiden.



Figuur 20, Groningshuis gerenoveerd uit de 16e eeuw

Gelkingestraat 20: Tijdens onderhoud aan de gevel werden op de verdieping de bouwsporen gevonden van de oorspronkelijke gevelindeling uit omstreeks 1600. Dit bood genoeg aanknopingspunten om van dit deel van de gevel een reconstructietekening te maken.

<http://gemeente.groningen.nl/stadsgeschiedenis/bouwhistorie>



Figuur 21, Adellijk huis uit de 16e eeuw

*Rechthoekig adellijk huis. Gebouwd in 16e eeuw.
vervaardiger Provincie Noord-Brabant*

http://www.thuisinbrabant.nl/object/mip/bhic_col1_dat201867

1.12 De 17^e eeuw

Vanaf de 17^e eeuw werd eiken het meeste gebruikt als bouw materiaal, grenenhout werd hierdoor verdrongen. Het vroegste gebruik van grenen hout betreft een pand gebouwd rond 1606 in Amsterdam. Dit is de vroegste complete constructie in grenenhout gevonden, de kapconstructie is nog uitgevoerd in eikenhout. De vraag naar eikenhout was in 1619 enorm. De vraag was groter dan het aanbod. Er werd om deze reden hout hergebruikt, hierbij werd grenenhout vaker hergebruikt dan eikenhout. De vraag naar hout zorgde ervoor dat in een breed gebied, zoals geheel Europa hout gezocht werd als bouw materiaal voor de Amsterdamse markt. Amsterdam was een rijke stad in die tijd, daarom werd er veel geïnverteerd in handel.

Aan het eind van de 17^e eeuw begin 18^e eeuw, nam de productie van hout uit het Rijngebied weer toe. Uit het Zwarte Woud werden nu vuren- en grenenstammen geïmporteerd, producten die in deze tijd niet uit Scandinavië konden worden geïmporteerd. Vanaf de 17e eeuw vond het verstenen van voor- en achtergevels op grote schaal plaats. Dit betekend dat de houtengevel vervangen werden door (bak)stenen gevels

Bijgebouwen zoals schuren, werden uit hout opgetrokken. De dragende constructie bestond uit gebintstellen waartegen de betimmering van hout of riet versierd met vlechtwerk van stro, werd aangebracht.



Figuur 22, Gebintsconstructie

Friesestraatweg 422: In de gemeente Groningen unieke gebintconstructie uit 1610. Binnen de gemeentegrens zijn dit de oudste gebinten die destijds volledig met nieuw materiaal zijn gemaakt.
<http://gemeente.groningen.nl/stadsgeschiedenis/bouwhistorie>



Figuur 23, Houten afdekking, pand Haarlem

Pand met klokgevel met voluten en houten afdekking, top 1765, Haarlem

<http://rijksmonumenten.nl/monument/19157/pand+met+klokgevel+met+voluten+en+houten+afdekking+++top+1765++ouder+huis+uit+17e+eeuw+in+raamsteeg+aanwezig/haarlem/>

1.13 18^e eeuw

In de 18e eeuw was het meest hout afkomstig uit de Rijnstreek, een klein gedeelte uit Bremen, Duistland, Rusland en Scandinavië. Ten gevolge van de Grote Noordse Oorlog, nam de rol van de Rijnhandel toe. Het houtskelet binnen de houten wand bestond tot in de 17^e eeuw uit eikenhout en daarna uit grenenhout. Tussen de 16^e en 17^e eeuw werden de houten wanden vervangen door halfsteens metselwerk.



Figuur 24, Kop-hals-romp boerderij uit de 18e eeuw

Zijlvesterweg 6: Kop-hals-romp boerderij die volledig nieuw gebouwd is in 1794. Duidelijk zichtbaar is dat de daksporen op een gebintplaat staan die weer door de gebinten wordt opgevangen. Gemaakt tijdens de sloop begin 2004.
<http://gemeente.groningen.nl/stadsgeschiedenis/bouwhistorie>



Figuur 25, Puntgevel in Utrecht

Huis met op originele bolle puibalk overgebouwde puntgevel, woonhuis Utrecht
http://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_rijksmonumenten_in_de_Utrechtsedwardsstraat

1.13 De 19^e eeuw

In de 19e eeuw is er in Nederland weinig bos overgebleven. Op het platteland bleef men voornamelijk met hout bouwen, een dragende houtconstructie bekleed met houten schotwerk. Bouwen met baksteen en funderingen was in die tijd voornamelijk voor de rijken. De houtbouw vond tot in de 19^e eeuw in ons land plaats met name in Noord-Holland, waar de rivier De Zaan stroomt. Tot het einde van de 19^e eeuw blijven grenenhouten vloeren in woonvertrekken het meest gebruikelijk. Na de oorlog werden er steeds meer andere houtsoorten gebruikt. Er werd hout gebruikt dat nog voorradig was. Tot de 20^e eeuw bestonden kozijnen en ramen vooral uit Europese houtsoorten als eiken en fijn dradig grenen (zonder het zachte spinthout). Bekende combinaties waren grenen stijlen met eiken onderdorpels of grenen raamhout met eiken roeden. Na de Tweede Wereldoorlog is een tijdlang vurenhout (naaldhout) van een slechte kwaliteit gebruikt. Ook in de restauratie werd veel slecht hout gebruikt. Na deze periode werden er steeds vaker kwalitatief betere tropische hardhoutsoorten gebruikt.

In 1901 is in Nederland de Woningwet ingevoerd door het kabinet-Pierson. De wet trad in werking op 1 augustus 1902. Het doel van de Woningwet was om bewoning van slechte- en ongezonde woningen onmogelijk te maken en de bouw van goede woningen te bevorderen. Het was de eerste wet omtrent de volkshuisvesting in Nederland.



Krotten in Amsterdam aan het begin van de 19ste eeuw
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Woningwet>

Figuur 26, Amsterdam begin 19e eeuw

Eerste woningwetwoningen in Amsterdam.
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Woningwet>



Figuur 27, Eerste woningwetwoningen

1.14 De 20^e eeuw

In de 20ste eeuw wordt hout uit Nederland steeds meer gebruikt in de woningbouw.

De kwaliteit van inlands hout komt qua kwaliteit ongeveer overeen met Midden-Europees hout.

Het perspectief voor Nederlands hout ligt niet alleen in grootschalige productie, zoals pallets, papier en tuinhout maar ook specifieke toepassingen zoals; vloerdelen, gevelbetimmering en gelamineerde fietsbruggen van larikshout.

In de 20^e eeuw is Nederland grotendeels aangewezen op hout uit het buitenland, omdat het bos te klein is om in eigen houtbehoefte te voorzien. Ook omdat er in de bossen veel ruimte wordt gegeven aan natuur en recreatie. Bijna driekwart van de totale Nederlandse import van hout en houtproducten is afkomstig uit de EU, voornamelijk uit Zweden en Finland. Noord-Amerika volgt op de tweede plaats met ca. 20%. Een klein deel komt uit tropische landen.

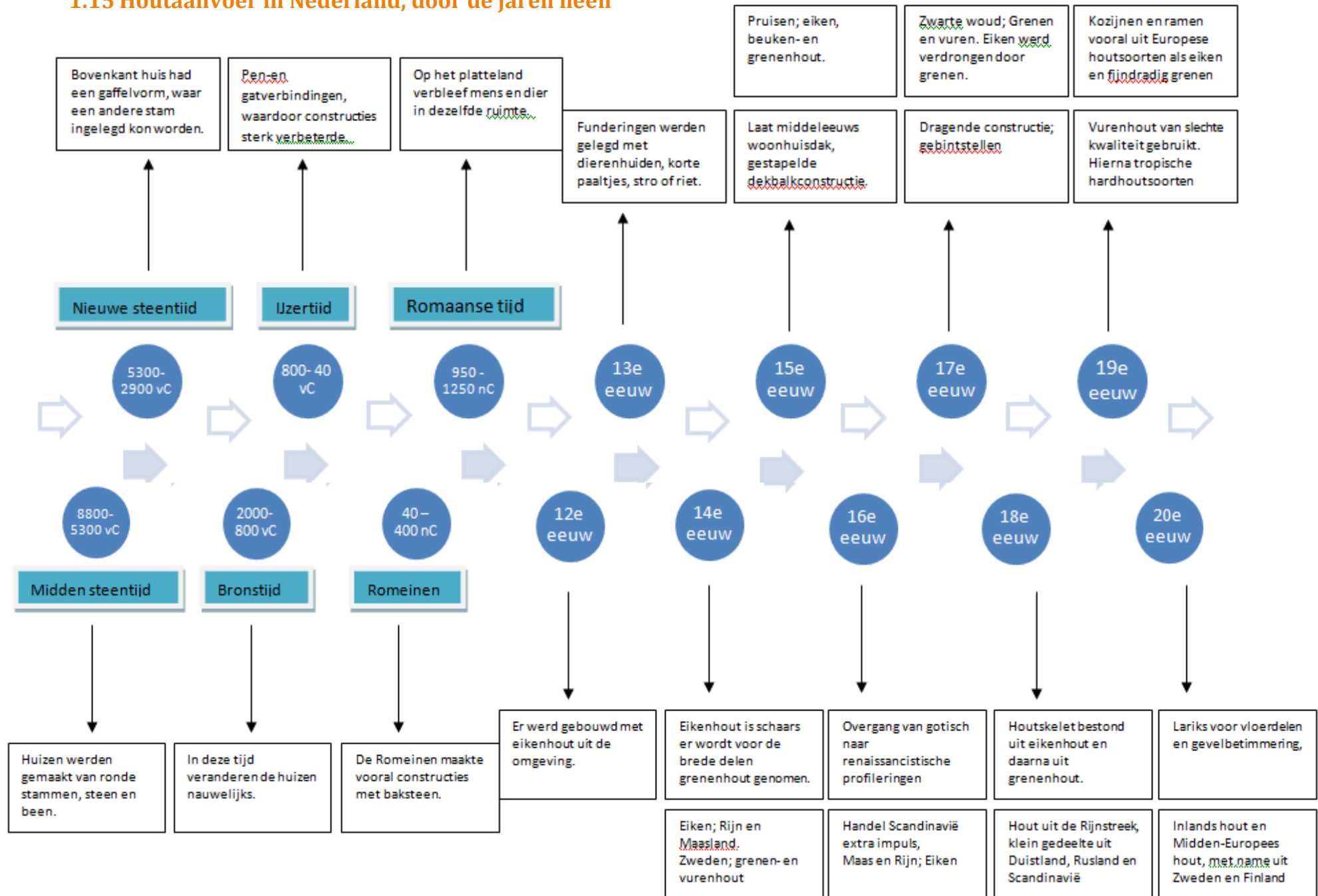
Tegenwoordig wordt in Nederland houtbouw veel toegepast voor het maken van gevel- en dakelementen. De elementen worden in een fabriek geproduceerd en worden per vrachtauto naar de bouwplaats gebracht. Dit wordt ook wel pre-fab genoemd het voor produceren van bouwdelen. Vervolgens zijn de elementen relatief eenvoudig te plaatsen, waardoor een gebouw snel wind- en waterdicht kan worden gemaakt.



Figuur 28. Betimmeringen op 20e eeuw huis

<http://www.showhome.nl/blog/houten-huizen/>

1.15 Houtaanvoer in Nederland, door de jaren heen

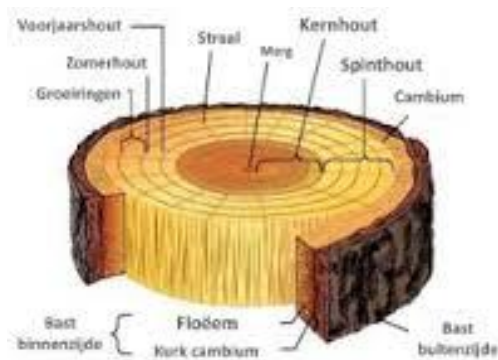


2. Hout pasporten

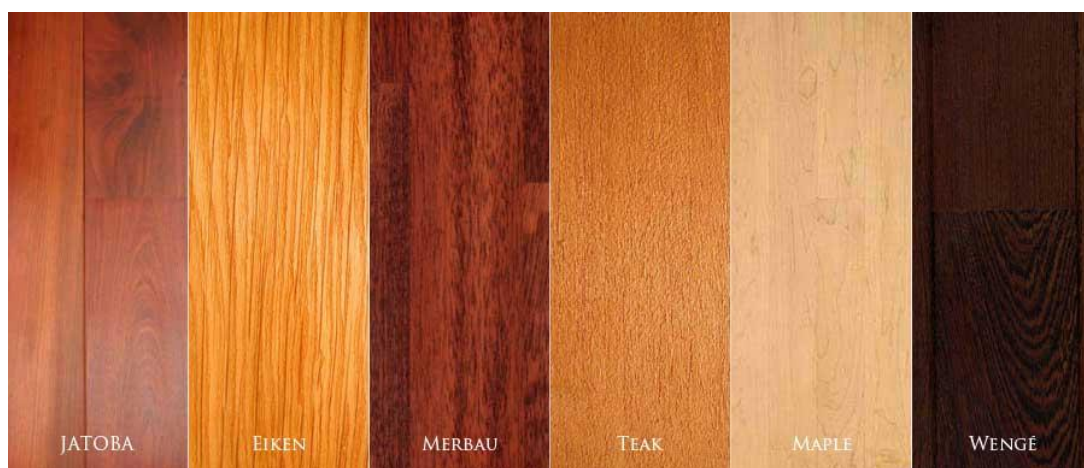
In dit hoofdstuk worden de meest voorkomende houtsoorten behandeld die in de afgelopen in Nederland gebruikt zijn. Daarbij worden de eigenschappen, kenmerken en toepassingen kort weergegeven.

Voor een restaurator is het belangrijk om eigenschappen, kenmerken en toepassingen te herkennen. Zodat de juiste stappen tijdens een restauratie kan worden gevolgd.

Figuur 29, Doorsnede met benamingen



Figuur 30, Voorbeelden houtsoorten



2.1 Vuren, *Picea abies* (Pinaceae)

Archangel, gewone spar, fijnspar, épicéa, sapin blanc (Frans), Fichte, Rottanne (Duits), spruce, white wood, whit deal (Engels). De namen zijn afhankelijk van de herkomst van het hout.



Figuur 31, Vuren

Groeigebied

Vuren is een houtsoort die in Europa maar ook in West-Rusland, Canada en de Verenigde Staten groeit. De hoogte van de boom varieert tussen de 24 en 36 meter met een stamdiameter tussen de 0,6 en 1,2 meter.

Beschrijving

Vuren is een lichte houtsoort, wit tot licht geelbruin. Er is weinig tot geen kleur verschil tussen het spinthout en het kernhout. De draad is vrijwel recht, fijn van nerf en heeft een natuurlijke glans. De jaar- of groeiringen zijn door het kleur verschil van het voor- en najaarshout goed uit elkaar te houden. Vurenhout valt onder de naaldhout soorten.

Eigenschappen

Vurenhout heeft een lage schokweerstand, stijfheid en een gemiddelde druk- en buigsterkte. Dit wil zeggen dat het zich zeer slecht laat buigen. Het is een houtsoort die handmatig en machinaal makkelijke te bewerken is. Er moet wel opgelet worden dat de noesten of kwasten hard zijn, ze kunnen het snijvlak van het gereedschap beschadigen. Alle mogelijke bewerkingen gaan het hout goed af. Het drogen van vurenhout moet zorgvuldig worden gedaan om kwaliteitsverlies te beperken, maar ook om scheuren en splijten te voorkomen. De werking van het hout is gemiddeld.

Duurzaamheid

Vurenhout is niet duurzaam en weinig bestand tegen schimmels, prachtkevers en ambrosiakevers of boswespen. Het spinthout is gevoelig voor houtworm daarnaast is het kernhout moeilijk te impregneren.

Toepassingen

Vuren wordt vooral gebruikt in de bouw: kapconstructies, binnenkozijnen, stijl- en regelwerk etc. De fijnere kwaliteiten komen in aanmerking voor te verven binnentimmerwerk. Ook is vuren te vinden in boekenkasten en magazijnstellingen. Het wordt veel verkocht in doe-het-zelf-winkels en bouwmarkten: aangezien de mindere kwaliteiten veel noesten hebben, die er na droging uit kunnen vallen, is het voor bepaalde toepassingen wenselijk op uiterlijk te controleren



Figuur 32, Geïmpregneerd vuren

Toepassingen van geschaafde, geïmpregneerde vuren

<http://www.vanaarlehoutbedrijf.nl/geschaafd-geïmpregneerd-vuren-hout/geschaafd-geïmpregneerd-tuinplank>



Figuur 33, Bouwconstructie van vuren

<http://www.vanaarlehoutbedrijf.nl/eik-eiken-en-douglas-constructiehout>

2.2 Europees lariks

Lorken, lerken, l rche (Duits), larch (Engels), m l ze (Frans)

Groeigebied

Europa en Nieuw Zeeland. De hoogte van de boom is rond de 21 meter. De diameter van de stam is 0,6 meter.



Figuur 34, Europees lariks

Beschrijving

Het kernhout heeft een lichtrode tot steenrode kleur. De groei- of jaarringen zijn duidelijk zichtbaar, dit komt door het duidelijke kleur verschil in het voorjaars- en najaarshout. In larikshout komen vaak harde noesten voor, deze worden na drogen hard en kunnen losraken. Larikshout heeft een rechte draad, sommige bomen hebben een spiraalvormige draad. De houtnerf is fijn en effen.

Eigenschappen

Larikshout heeft een lage stijfheid, een gemiddelde schokweerstand en druk- en buigsterkte. Het is een houtsoort die matig geschikt is om te buigen. Het laat zich handmatig gemakkelijk bewerken en is uitermate geschikt om machinaal te bewerken. De noesten kunnen een probleem vormen bij machinale bewerken als ze losraken. Voorboren is bij schroeven en spijkeren vereist.

Duurzaamheid

Larikshout is duurzamer dan andere naaldhout soorten, maar blijft matig duurzaam en is gevoelig voor aantasting door insecten. Het kernhout is slecht impregneerbaar, het spinhout matig.

Toepassingen

Larikshout wordt toegepast als deur- en raamkozijnen, vloeren zoals parket, trappen. Het wordt ook gebruikt in de boten- en scheepsbouw, palen, heiwerk, stoken, hekken en dakspanen. Ook wordt van larikshout decoratief fineer gesneden.



Figuur 35, Constructie van lariks

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Lork>



Figuur 36, Voorbeeld lariks

<http://www.woodforum.be/nl/houtsoorten/lorkenhout>

2.3 Merbau

Moluks ijzerhout, mirabow, hintzy, ipil, kubok, lumpho, zolt, kwila.

Groeigebied

Merbau heeft verschillende groeigebieden zoals: Madagaskar, Filippijnen, Indonesië, India, Maleisië,

Australië, Vietnam en veel eilanden in de westelijke Stille Oceaan. De diameter van de stam is ongeveer 1,5 meter, de boom wordt zo'n 40 meter hoog.



Figuur 37, Merbau

Beschrijving

Het kernhout heeft een gelige tot oranjebruine tot donker roodbruine kleur. De kleur variatie is veelal groot en kan per boom van elkaar veel verschillen. De draad kan recht, golvend, kruisend of een linttekening hebben op de radiale vlakken. Het hout heeft een effen nerf en voelt vettig aan, waardoor het ook een soort glans krijgt. In de vaten komt een gele stof voor die in de textiel industrie als verfstof gebruikt wordt. Het spint hout steekt af tegen het kernhout en is witgrijs tot geelbruin.

Eigenschappen

Het hout is redelijk zwaar en hard, heeft een gemiddelde stijfheid, buigzaamheid en schokweerstand. Onder invloed van stoom of water laat het zich matig buigen, maar heft een grote drukwerking. Merbau is redelijk goed met de hand te bewerken. Om Merbau te zagen zijn er hardmetalen zaagbladen nodig. Het zagen wordt bemoeilijkt door het gomstof dat zich in het hout ontwikkelt. Bij schaven is het bijna alleen mogelijk op de insprongen van het kwartiersgezaagde hout. Boren, draaien, lijmen, beitsen, lakken en schilderen gaat goed. Bij spijkeren moet er eerst worden voorgeboord, want het hout is lastig te schuren of te schroeven.

Duurzaamheid

Het kernhout van Merbau is duurzaam en zeer moeilijk te impregneren. Het spinhout is wel impregneerbaar en gevoelig voor aantasting door insecten.

Toepassingen

Merbau wordt veel toegepast als parket, zware constructies, betimmeringen, stelen van slaggereedschap, in de botenbouw, bielzen, meubelen waaronder kantoormeubelen, keukenkasten. Mooi getekende stammen worden tot fineer gesneden en gebruikt als bladen van tafels.



Figuur 38, Vloer van merbau

<http://www.designflooring.com/nl-nl/projectvloeren/producten/rp93-medici-merbau>



Figuur 39, Prachtig gesneden deuren

Merbau deur (hout gesneden), http://nl.aliexpress.com/price/merbau-wood_price.html

2.4 Beuken

De benamingen zijn afhankelijk van de herkomst van het beukenhout. Deen, Duits, Engels, Roemeensbeuken: Beech genoemd, Hêtre (Frans), Buche, Rotbuche (Duits)

Groeigebied

Beukenhout groeit in heel Centraal-Europa en Engeland maar ook in West- Azië. De diameter van de boom is 1,2 meter en de boom kan tot 30 meter hoog worden.



Figuur 40, Beuken

Beschrijving

Het spinthout en het kernhout zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. De kleur loopt uiteen van witachtig tot zeerlichtbruin en kan nadonkeren tot licht rossig bruin. Als het hout gestroemd wordt krijgt het een diep rode bruine kleur. Soms wordt het ader patroon van het kernhout donker. De draad is recht en de nerf fijn en effen. Het beukenhout heeft karakteristieke vlekken. De kwartiers gezaagde vlakken kunnen op de radiale vlakken een tekening van brede stralen geven.

Eigenschappen

Beukenhout is zeer goed geschikt om te buigen onder invloed van vocht, het heeft een gemiddelde stijfheid en heeft een hoge druksterkte. Als beukenhout slecht gedroogd wordt kan tijdens het zagen de zaag vastlopen. Bij kops zagen bestaat de kans op verschroeiing van het hout. Bij het bewerken met de hand geeft het hout enige weerstand. Voordat men gaat spijkeren wordt geacht dat er voorgeboord wordt om splijten te voorkomen. Beuken laat zich goed lijmen, beitsen en schilderen, het laat zich zeer goed afwerken. Beuken leent zich uitstekend voor het draaien.

Duurzaamheid

Beuken is een houtsoort die bederfelijk is dit betekent dat hij gevoelig is voor aantasting door houtworm en de boorkever. De boktor kan het spinthout aantasten.

Toepassingen

Beukenhout wordt toegepast in massieve vorm en in gelamineerde vorm zoals meubelen waaronder bureaus, banken en stoelen. Betimmeringen, keukenvoorwerpen, gereedschappen, handvatten van gereedschap en werkbanken, draaiwerk, muziekinstrumenten, speelgoed, vloeren, triplex en decoratieve fineer.



Figuur 41, Beukenhouten trap

<http://www.maatkraft.nl/beuken-houten-trappen.html>



Figuur 42, Vloer van beukenhout

<http://www.houtvanhoutoldenzaal.nl/beuken/>

2.5 Europees Eiken

European oak (Engels), Chêne (Frans), Eiche, Stieleiche (Duits). De benamingen worden ook naar herkomst vernoemd de namen kunnen daardoor dus ook verschillende zijn.

Groeigebied

Eikenhout groeit op veel plaatsen. Ook Europees eiken groeit op verschillende plekken ook al heet het Europees eiken. Het komt voor in Europa, Turkije, Noord-Afrika maar ook Zuidoost-Canada en Noord oosten van de Verenigde Staten.



Figuur 43, Europees eiken

Beschrijving

Het kernhout van eiken kan variëren van geelbruin tot lichtbruin tot donkerbruin. Het voorjaar- en najaarhout zijn duidelijk van elkaar te onderscheiden. De draad is meestal recht maar kan ook onregelmatig zijn of kruisdraad. De grove nerf en de stralen en groeiringen vormen op kwartiersgezaagd hout "spiegels". Schimmels kunnen leiden tot bruinrot.

Eigenschappen

Eikenhout is redelijk hard, zwaar en compact. Het heeft een hoge druk- en buigsterkte. Het heeft een lage stijfheid en schokweerstand. Daarnaast is het goed te buigen onder invloed van vocht. Het is moeilijk bewerkbaar met de hand, maar machinaal is het goed te bewerken. Voor schroeven en spijkers is voorboren gewenst, dit voorkomt splijten van het hout. Daarbij laat het zich goed verlijmen, schilderen, schuren en lakken. Door eiken te roken kan het natuurlijk donkerder gemaakt worden. Eikenhout bevat looizuur, door dit zuur gaat bij contact het ijzer corroderen.

Duurzaamheid

Het kernhout is duurzaam maar moeilijk te impregneren. Het spinhout is gevoelig voor de spinthoutkever en houtworm.

Toepassingen

Eiken heeft vele toepassingen zoals meubelen, schrijnwerk, boten, carrosserieën, kerkbanken en kansels, rouwkisten, vloeren, kantoormeubelen. Het wordt daarnaast ook gebruikt voor vaten als opslag voor wijn, cognac en bier. Gesneden eiken finer wordt gebruikt voor decoratieve doeleinden en geschild finer wordt gebruikt voor tri- of multiplex.



Figuur 44, Potdekselplanken van eiken

Toepassing Europees eiken potdekselplanken

<http://www.vanaarlehoutbedrijf.nl/overig-tuinhout/eiken-potdekselplanken>



Figuur 45, Trap van eikenhout

<http://www.stefspanhaak.nl/referenties/gebogen-trappen/europees-eiken-halfslag/>

2.6 Europees grenen

Archangel, pijnboom, grove den, mastboom (Nederland), rood grenen, pin du Nord, Noords grenen (België), Kiefer, Föhre (Duits), Scots pine, redwood (Engels), pin rouge, pin sylvestre (Frankrijk). Ook worden de banmingen naar herkomst Fins, zweeds grenen.



Figuur 46, Europees Grenen

Groeigebied

Het groeigebied van grenen is Europa en Scandinavië. De boom wordt rond de 21 meter hoog en de diameter van de stam is rond de 0,6 meter.

Beschrijving

Deze houtsoort kent zijn diversiteit. De verschillen zijn afhankelijk van de herkomst. Meestal is het kernhout licht roodbruin en duidelijk van het blekere, roomwitte tot gele spinthout te onderscheiden. Het contrast tussen het voorjaar en het najaarshout is groot, maar ook te onderscheiden aan de scherp getekende jaarringen. Grenenhout bevat hars en is knoestig. Het heeft een fijne of grove nerf dit ook afhankelijk van de herkomst.

Eigenschappen

Grenenhout is een zachte houtsoort. Het heeft een lage schokweerstand en stijfheid, een lage tot gemiddelde buig- en druksterkte. Het laat zich onder invloed van vocht slecht buigen. Grenenhout is machinaal en handmatig makkelijk te bewerken. Grenen leent zich uitstekend voor zagen, schaven, modelleren, boren, frezen, snijden, schuren en draaien. Het lijmen van grenen is afhankelijk van het harsgehalte in het hout. Schilderen, beitsen en polijsten gaan redelijk, dit is ook afhankelijk van het harsgehalte.

Duurzaamheid

Grenenhout is geen duurzame houtsoort en is zeer gevoelig voor aantasting door insecten. Het spinthout is impregneerbaar maar bij het kernhout is dit moeilijker.

Toepassingen

Grenen van een goede kwaliteit wordt veel gebruikt voor betimmeringen, meubels, carrosserieën en draaiwerk. Het hout wordt overigens ook gebruikt in de houtbouw, bielsen en palen. Ook wordt er geschilde fineer van gemaakt met als toepassing triplex, maar ook decoratieve fineer wordt gesneden van grenen.



Figuur 47, Grenen vloer

<http://www.houtenvloerenhuis.nl/defc>



Figuur 48, Grenen tafel met stoelen

[http://nl.wikipedia.org/wiki/Grenen_\(hout\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Grenen_(hout))

2.6 Douglas

Oregon pine, inlands douglas, europees douglas, douglas spruce, red fir, yellow fir, Colombian pine. Maar Douglas wordt ook vernoemd naar de herkomst; Oregon, Rocky Mountains Douglas fir.

Groeigebied

Het groeigebied van Douglas is uitgestrekt. Canada en de VS maar ook aanplantingen in Engeland, Ierland, Nieuw-Zeeland, Australië, Frankrijk en België



Figuur 49, Douglas

Beschrijving

Het spinthout kan wit tot lichtgeel tot roodwit variëren. Het kernhout kent veel verschillende kleuren, maar er is een duidelijk contrast tussen voorjaars- en najaarshout. Het zomerhout is harder en roodbruin, terwijl het voorjaarshout zachter en lichtgeel-rose is. De draad is recht en kan effen en soms oneffen zijn. Hij kan golven of warrig zijn. De nerf breedte hangt af van de jaarringen. Hout met smalle ringen is effen van nerf en dat met bredere ringen is meestal oneffen.

Eigenschappen

Het hout heeft een hoge druk- en buigsterkte, een hoge stijfheid en gemiddelden schokweerstand. Het hout dat afkomstig is van de westkust van Noord-Amerika is taaier, harder en sterker dan uit andere gebieden. Het is handmatig en machinaal goed te bewerken. Het hout laat zich goed schaven, spijkeren, schroeven, draaien en lijmen. Schilderen en lakken gaan moeilijk, beitsen gaat redelijk.

Duurzaamheid

Douglas fir is weinig tot niet bestand tegen verwerking en is erg gevoelig voor de boktor en prachtkever. Het kernhout is moeilijk te impregneren en het spinthout redelijk.

Toepassingen

Douglas hout is een houtsoort die veel tri- en multiplex levert. Daarnaast ook grote hoeveelheden fineer brengt. Het wordt veel gebruikt voor steunbalken, bouwwerk, huis- en fabrieksvloeren, bekisting, verpakkingsmateriaal, meerpalen, binnen- en buitenbetimmering, hutten, vaten en bielzen.



Figuur 50, Kapconstructie van Douglas

<http://www.douglashout.nl/balkhout/>



Figuur 51, Buitengevel van Douglas

<http://www.speurders.nl/overzicht/bouw-en-tuin/hout-en-planken/douglas-planken-onbekant-137216609.html>

2.7 Robinia

Acacia, black locust (VS), false acacia (UK), robinie (Duits), robinier (Frans)

Groeigebied

Robinia hout groeit voornamelijk in Canada en VS maar ook in Azië, Europa, Nieuw-Zeeland en Noord-Afrika. De hoogte van de boom is tussen de 12 en 24 meter, de diameter tussen de 0,3 en 0,6 meter.



Figuur 52, Robinia

Beschrijving

Het kernhout is groengeel tot donker- of goudbruin, soms met een zweem groen. Door blootstelling aan daglicht kleurt het goudbruin of roodbruin. Het hout heeft een opvallend rechte draad en heeft een grove nerf met een duidelijk contrast tussen het dichte najaarshout en het ringporige voorjaarshout. Het spinthout is smal en heeft een gele kleur.

Eigenschappen

Robinia is een taaie en duurzame houtsoort, het heeft een gemiddelde druk- en buigsterkte, een lage stijfheid en schokweerstand. Onder invloed van vocht laat het zich zeer goed buigen. Robinia is handmatig als machinaal vrij moeilijk bewerkbaar, maar kan goed glad afgewerkt worden. Voor spijkieren is voorboren aanbevolen. Schroeven gaat zeer lastig. Daarin tegen is het hout wel gemakkelijk te lijmen, redelijk te beitsen en kan glanzend worden gepolijst.

Duurzaamheid

Robinia hout is van nature een duurzame houtsoort en is zonder afwerking bestand tegen verwerking, maar het spinthout is gevoelig voor houtworm en de spintkever. Het kernhout is moeilijk te impregneren.

Toepassingen

De toepassingen van robinia zijn verschillende. Het wordt veel gebruikt voor bootplanken, houtwaren, poorten, palen, stokken, vaten, propellers, lagers en lagerbussen, beschotwerk, heken, kisten, steunblokken, katrollen en carrosserieën. Robinia is kwalitatief een goede houtsoort voor schrijnwerk en fijn timmerwerk en wordt gesneden als decoratieve fineer.



Figuur 53, Damwand van robinia

http://www.hbsprefab-kastanjerobinia.nl/pages/sub/67616/damwand_.html



Figuur 54, Speeltoestel van robinia

<http://www.beebop.nl/producten/78/1325-robinia-vogelnestschommel>

3. Hout aantasting

In dit hoofdstuk worden de aantastingen van hout behandeld. Met de methode hoe ze voorkomen of opgelost kunnen worden. Als restaurator is het belangrijk om te weten welke aantastingen er zijn en wat hier het beste aan gedaan kan worden, met het oog op zoveel mogelijk behoud.



Figuur 55, Hout aantasting door insecten



Figuur 57, Zwam die het hout aantast



Figuur 56, Bestrijden van houtaantasting

3.1 Ontstaan van houtrot

Hout is een natuurproduct dat gevoelig is voor aantasting onder invloed van verschillende aspecten en factoren. Bij het ontstaan van hout rot zijn vier factoren belangrijk:

- Voedingsbodem (hout)
- Zuurstof
- Ideale temperatuur (5-40 °C)
- Vochtgehalte van meer dan 21 %

Hout is een natuurproduct en kan na verloop van tijd worden aangetast. Er zijn verschillende aspecten en factoren die meespelen bij de aantasting van hout. De factoren kunnen in twee groepen worden ingedeeld milieufactoren en biologische factoren. Onder deze twee groep vallen weer subgroepen die de aantasting van hout veroorzaken.

Ook na behandeling met een verfsysteem kan er houtrot

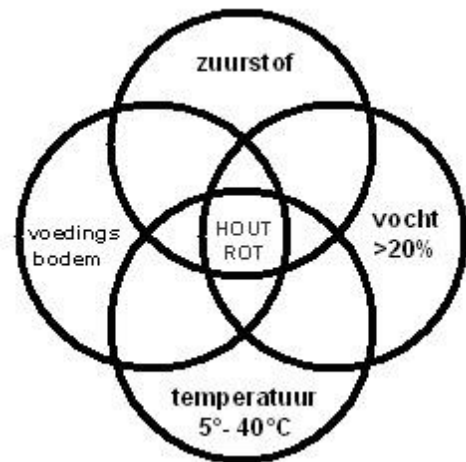
ontstaan, maar ook door gebreken aan houten bouwdelen.

Een belangrijke voorwaarde om houtrot te krijgen is het

langdurig nat blijven van het hout, hiermee wordt een vochtgehalte van boven de 20% bedoeld.

Om natte bouwdelen op te sporen gebruiken we een houtvochtmeter. Er zijn destructieve (maken gaatjes in het hout) en niet-destructieve (maakt het hout niet kapot) houtvochtmeters. De meest voorkomende inwaterpunten bij bouwdelen zijn:

- Openstaande verbindingen
- Opstaande vingerlassen
- Openstaande laminaatverbindingen
- Onbehandeld kops hout bijvoorbeeld een zaagsnede
- Koudebruggen (metalen bevestigingsmiddelen)
- Scheuren in het hout
- Ondeugdelijke glasvoorziening
- Lekkages



Figuur 58, Schema houtrot

3.1.1 Milieufactoren

Er zijn drie milieufactoren die hout kunnen aantasten:

- Zuurstof en licht
- Vocht en licht
- Zand en stof

Zuurstof en licht

Zuurstof en licht tasten de inhoudstoffen van het hout aan. Het gevolg hiervan is meestal dat de kleur van het hout verandert. Onder invloed van vocht, zuurstof en ultraviolette straling ontleedt de lignine (een chemische stof die wordt gevormd in de celwanden van het hout) in het hout. Bij dit proces verandert de kleur van het houtoppervlak. Vuren hout en meranti worden donkerder en teakhout wordt lichter. Deze verkleuring blijft wel alleen aan het oppervlak. Bij een verdergaande aantasting gaat het hout oppervlakkig verweren. Hierdoor krijgt het hout een vergrijsd houtoppervlak. Voordat dit kan worden afgewerkt met een verfsysteem moet deze vergrijzing geheel verwijderd worden. Gebeurt dit niet is er kans op een slechte hechting en een bont geheel van de verf.

Vocht

Bij sommige houtsoorten lossen de inhoudstoffen gemakkelijk op in water. Merbau is hier een voorbeeld van. Bij het proces ontstaat een vloeistof die kleurvlekken veroorzaakt op verschillende andere bouwmaterialen zoals: metselwerk. Daarnaast zwelt de houtdraad op onder invloed van vocht. De vlekken kunnen door het verfsysteem zichtbaar worden dit wordt ook wel doorbloeden of bloeden genoemd. Bij merbau zijn dit rode vlekken.

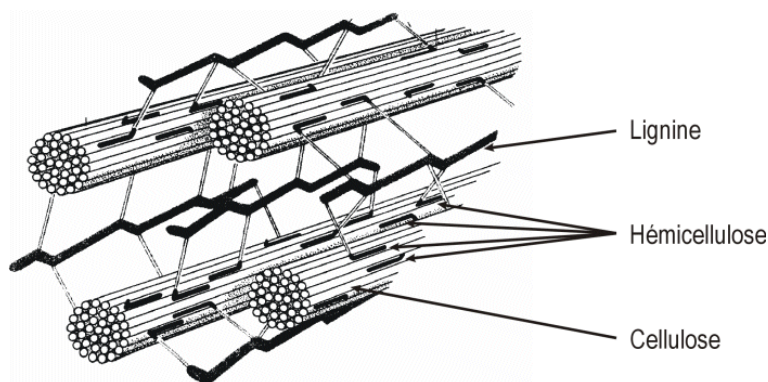
Zand en stof

Door zand, stof en vuil die de wind mee neemt, slijten de zachtere delen van het hout meer dan de hardere delen. Bij niet geschilderd hout is dit reliëf effect vaak duidelijk zichtbaar. Dit reliëf effect wordt ook kunstmatig nagebootst door middel van bestraling of borstelen, zo worden de zachtere delen van het hout verwijderd.

3.1.2 Biologische factoren

Schimmels (organisme)

Schimmels worden ook wel zwammen genoemd, deze schimmel sporen worden verspreid door de lucht. De schimmelsporen kunnen het hout aantasten. Er zijn een aantal aspecten van belang bij de aantasting en ontwikkeling van en door schimmels. Zoals; een voedingsbodem (hout), een lange periode met een vochtgehalte van meer dan 20%, een temperatuur tussen de 5 en 40 °C, weinig of geen ventilatie. Dat niet alleen er zijn ook schimmels die zich voeden met de inhoudsstoffen, Lignine, van het hout. Hierdoor verzwakt het hout niet, een voorbeeld van aantasting is blauwschimmel. Andere soorten schimmel tasten de celwanden, Cellulose, in het hout aan. Door deze aantasting verzwakt het hout. Als het hout veel vocht bevat bijvoorbeeld als het onderwater staat kan de schimmel zich niet meer ontwikkelen. Onderwater is er te weinig zuurstof aanwezig voor de ontwikkeling van de schimmel. Vorst dood schimmels niet maar warmte boven de 50°C wel.



Figuur 59, Celstructuur hout

Blauwschimmel

Blauwschimmel, de naam zegt het al geeft een blauwe tint of gloed aan het hout. Dit zijn schimmels die leven van de inhoudsstoffen van het hout. Het hout krijgt een niet zo fraai uiterlijk van deze soort aantasting. Omdat de blauwschimmel het hout zelf niet aantast heeft deze weinig invloed op de sterkte eigenschappen van het hout. Blauwschimmel kan wel de oorzaak zijn van een slechte hechting van het verfsysteem op het hout. Het komt veel voor in het spinthout van grenen. Hierdoor wordt grenen ook bijna niet meer gebruikt als gevelkozijnen.



Figuur 60, Voorbeelden van blauwschimmel

Bruinrot en witrot

Bruinrot geeft een roodachtige kleur aan het hout. Bij deze schimmel zijn veel krimp en scheuren in het hout aanwezig die loodrecht op elkaar staan. Bruinrot tast de cellulose van het hout aan. Hout dat volledig is aangetast door bruinrot kan met de hand verpulverd worden. Plekken die gevoelig zijn voor bruinrot zijn kozijnhoeken en verbindingen in dorpels. Bij witrot is het hout witachtig van kleur en veel zachter dan het overige hout. Het valt in lange draden uiteen. Witrot tast de cellulose en het lignine van het hout aan. Deze vorm van houtrot komt voornamelijk voor in loofhout.

Bruin- en witrot zijn beide het gevolg van houtaantasting door verschillende soorten schimmels. De sterkte en duurzaamheid gaan hierdoor sterk achteruit. Een belangrijk kenmerk van aangetast hout is gewichtsverlies, dit ontstaat doordat de koolhydraten uit het hout door zuurstof worden omgezet in water en koolzuur. Dit verdwijnt uit het hout waardoor het lichter wordt. Stilstaande lucht is een grote bevorderaar van schimmelvorming. Schimmels ontstaan eerder in spinhout dan in kernhout, dit omdat in het spinhout de voedingsstoffen van het hout zijn opgeslagen. Daarbij is spinhout erg zacht waardoor het eerder kan worden aangetast. Als de voedingsstoffen in het spinhout op zijn wordt pas het kernhout aangetast. Hout uit duurzaamheidsklasse 1 vormen tijdens het verkernen een natuurlijke hout fungicide (schimmeldoder) zo wordt de schimmel op natuurlijke wijze tegengegaan.



Figuur 61, Voorbeelden bruinrot



Figuur 62, Voorbeelden witrot

3.2 Insecten

Veel soorten insecten tasten hout aan. Onder de soorten wordt onderscheid gemaakt tussen nathoutboorders en drooghoutboorders. Nathoutboorders kunnen alleen leven op hout dat nog op stam staat, in hout dat kort geleden gekapt is of weer opnieuw is nat geworden. In Nederland komen de dennenscheerder, de heldenbok en de gele sparrenhoutwesp voor. Bij drooghoutboorders is de huisboktor een gevreesd soort. Daarnaast wordt het spinhout voornamelijk aangetast wordt door larven van het doodskloppertje. Termieten zijn ook schadelijk voor hout maar komen nog niet in Nederland voor. Drooghoutboorders brengen meer schade aan het hout dan nathoutboorders. De larven van de drooghoutboorders knagen gangen door het hout en voeden zich met cellulose. Dit is een sterke aantasting van het hout. Vaak wordt bij deze vorm van aantasting (gehele) vervanging overwogen. De larven van de boktor tasten voornamelijk naaldhout aan. De houtworm komt in loofhout als naaldhout voor. Hier blijven de larven vaak voor lange tijd in het hout zitten. Als ze zijn uitgegroeid worden het insecten en vliegen ze uit.

3.2.1 Insecten paspoort

Soort insect	Volwassen insect	Larve	Boormeel	Boorgangen	Uitvliegopening	Aantastbare houtsoorten	Meest gangbare locaties	Hardnekkige schade	Tegen maatregelen
Gewone Houtwormkever of kleine houtwormkever of meubelkever (Anobium punctatum) 	3-5 mm lang; Donkerbruin; rijen van puntjes op dekschilden	Tot 6 mm lang; Geelachtig wit; licht gekromd (c-vorm) 	Crèmekleurig; Enigszins korrelig gevoel: met sigaarvormig deeltje	Talrijk; Opeen	Cirkelvormig: Ø 1-2 mm (bij oude aantastingen vaak ook openingen kleiner dan 1 mm van vijanden van de gewone houtwormkever	Loof- en naaldhoutsoorten: Alleen in spinhout van soorten met gekleurde kern (eiken en grenen); ook in kernhout bij schimmelaantasting en bij soorten zonder gekleurde kern (vuren)	Meubels: beeldsnijwerk; Sommige triplexsoorten; constructie hout, (bijv. onder trappen en in kapvoeten)	Langdurig, Behalve bij zeer lage houtvochtgehalte	Behandeling met chemische bestrijdingsmiddelen (constructiehout) of lage zuurstofconcentratie (interieuronderdelen en voorwerpen)

Soort insect	Volwassen insect	Larve	Boormeel	Boorgangen	Uitvliegopening	Aantastbare houtsoorten	Meest gangbare locaties	Hardnekkige schade	Tegen maatregelen
Spinhoutkever (lyctus spp.) 	4-7 mm lang, roodachtig bruin tot zwart, afgeplat borststuk, slank, langgerekt lichaam	Tot 6 mm lang, geelachtig e wit gekromd ook wel c-vorm 	Crèmekleurig : Fijn, talkachtig gevoel	Talrijk: Opeen	Cirkelvormig: Ø 1-2 mm	Zetmeelrijk spinhout van enekele loofhoutsoorten zoals: eiken, iepen en essen; niet in naaldhoutsoorten	Veelal meubels, parketvloeren, panelen en omlijstingen; ook in fineer, triplex en meubelplaat	Kan doorgaan to er niets meer over is van het spinhout	Behandeling met chemische bestrijdingsmiddelen
Gekamde houtwormkever (ptilinus pectinicornis) 	4-6 mm lang, borststuk zwart tot bruin, dekschilden roodachtig bruin, waarin puntje; opvallende voelspriet in de vorm van een veer (vrouwetje) of kam (mannetje)	Tot 6 mm lang, geelachtig wit, licht gekromd ook wel c-vorm	Crèmekleurig : Fijn, talkachtig gevoel, vast opeengepakt, zit goed vast in de boorgang	Talrijk: Opeen	Cirkelvormig: 1-2 mm	Enkele loofhoutsoorten, veelal beuken, iepen, haagbeuken en esdoorn, vrijwel niet in naaldhoutsoorten	Veelal in meubels, beeldsnijwerk en trappen	Langdurig, behalve bij zeer lage houtvochtigheid	Behandeling met chemische bestrijdingsmiddelen

Tabel 1: soorten insecten, schades die ze achter laten en bestrijdingmethoden. (Rijksdienst voor cultureel erfgoed, 2006)

3.3 Zwammen

Schimmels vormen naast planten en dieren een apart rijk. Schimmels in hout zijn schadelijk als ze ervan leven. Want dan gaat het om schimmels die de opbouwstoffen van hout (cellulose en lignine) afbreken en opnemen. Het hout verliest zo zijn gewicht en sterkte. Dit noemen we houtrot. In hout met deze schadelijk schimmels dringt een priem met gemak in. Ook klinkt het dof als we er met een hamer op kloppen. Dat is niet zo als het gaat om niet-schadelijke schimmels, die geen houtrot veroorzaken (bijvoorbeeld oppervlakte-schimmels).

Gebruikelijke vochtgehalten van hout

Schimmels hebben langdurig een vochtgehalte nodig van 22% of hoger. Dit komt alleen voor bij verwaarlozing van bouwkundige eisen (zoals onvoldoende ventilatie) of van het onderhoud (bijvoorbeeld waterindringing van buitenaf). Want in een onverwarmd gebouw bedraagt het houtvochtgehalte – in ongunstig gelegen bouwdelen zoals balkkoppen en kruipruimten – maximaal 18%. In verwarmde gebouwen is dat 14% en in centraal verwarmde gebouwen 9%. (Deze waarden gelden alleen voor de winter, want in de zomer liggen de maxima lager.) Toch kan soms het vochtgehalte tijdelijk hoger zijn dan 22%. Bijvoorbeeld als waterdamp af en toe condenseert op onverwarmde bouwdelen met geringe luchtbeweging zoals kapvoeten. Dit leidt niet tot schimmelproblemen: op hout dat niet lang vochtig blijft, krijgen schimmels geen vat.

3.3.1 Zwammen paspoort

Hieronder beschrijven we de meest voorkomende zwammen en schimmels in gebouwen in Nederland.

Huiszwam *Serpula lacrymans*

Vooraf naaldhout. Ook loofhout. Komt tevens op en in muurwerk voor.



Figuur 63, *Serpula Lacrymans*

Kenmerken van de aantasting:

Mycelium wit tot grijs, vaak met gele vlekken en waterdruppels. Strengen grijs, tot 1 cm dik, in droge toestand bros. Vruchtlichamen vrij plat, 1-3 cm dik, gerimpeld, bruin met witte rand. Grote hoeveelheid sporen vormt "bruin stof". Wanneer een huis door huiszwam is aangetast, is snel ingrijpen noodzakelijk, afhankelijk van de condities in een ruimte kan huiszwam tot wel 10 cm. per week groeien. Groeit gemakkelijk over grote afstand op de bodem van de kruipruimte, aanwezige houtresten en bouwafval zijn hiervan de oorzaak. Daarnaast kan zwam makkelijk door bouwmuren heen naar naastgelegen woning uitbreiden, maar ook vanuit de kruipruimte omhoog groeien achter voorzetwanden, stucwerk of langs kozijnen. Een huiszwam probleem kan overal in een pand/woning voorkomen, zowel in de kruipruimte als in een kapconstructie. Ten gevolgen van een lekkage kan zwam ook op een verdieping ontstaan. Behandelen van (funderings)metselwerk, bodem van een kruipruimte en nog gezonde hout is noodzakelijk.

Kelderzwam (*Coniophora puteana*)

Naald- en loofhout. Soms op muurwerk.



Figuur 64, *Coniophora Puteana*

Kenmerken van de aantasting:

Mycelium eerst witachtig en later geelbruin tot donkerbruin. Strengen bruinzwart, wortelvormig; dun. Vruchtlichamen geelbruin, lichtere rand, bros, 2-4 mm dik, wrattig; komen niet vaak voor.

Poriënzwammen (*Antrodia xantha*, *Antrodia vaillantii* en *Tyromyces placenta*)

Naald- en loofhout.



Figuur 65, *Atrodia xantha*

Kenmerken van de aantasting:

Mycelium helder wit, wattenachtig. Strengen wit, 1-3 mm dik, in droge toestand buigzaam. Vruchtlichamen tot 1 cm dik, wit tot gelig met grote zichtbare poriën (diameter 0,3-1 mm). Deze zwamsoort groeit zelden op metselwerk, groeit het snelst in zeer vochtige condities. Ook goed te herkennen aan zijn bloemkoolachtige uiterlijk. Bestrijdingsmaatregelen zijn noodzakelijk.

Plaatjeshoutzwam (Gloeophyllum sp.)

Vooral naaldhout.



Figuur 66, Gloeophyllum sp.

Kenmerken van de aantasting:

Weinig beige tot bruin gekleurd mycelium, alleen in droogscheuren. Geen strengen. Vruchtlichamen halfcirkelvormig tot langgerekt, bruin, ong. 3 cm breed.

Oppervlakte schimmels

Vooral naaldhout. Ook loofhout. Vochtige wanden.



Figuur 67, Oppervlakte schimmels

Kenmerken van de aantasting:

Oppervlakte schimmels kunnen voorkomen in allerlei kleuren, de meest voorkomende is de aspergilles niger. Komt veel voor in slecht geventileerde, hoog vochtige (woon)ruimtes. Deze schimmels tasten het hout niet direct aan, echter op termijn kan er wel een houtaantastende zwam ontstaan. Is in staat zeer snel te groeien. Behandeling van de oppervlakken is noodzakelijk, hiervoor zijn specifieke bestrijdingsmiddelen voorhanden.

3.4. Bestrijdingsmethode

Er zijn in de restauratie veel manieren voor bestrijding en herstellen van aangetast hout. In de restauratie gaat behouden voor vervanging. Dit wil zeggen dat er eerst wordt gekeken hoever de aantasting van het hout is. Eerst worden er gekeken naar wat kan behouden blijven, dan naar deelvervanging en daarna naar gehele vervanging van het hout. Er wordt altijd naar behoud van materiaal gekeken. Elke insect of schimmel heeft zijn eigen methode van herstellen en/of bestrijden. Een belangrijk punt bij houtrot zijn de vier voorwaarden die samenkomen om houtrot te ontwikkelen. Als een van deze voorwaarden wordt weggenomen of invloed op wordt uitgeoefend is de kans op houtrot nul. Hiermee wordt een van de grootste aspecten voor houtrot herstel weggenomen. Elke insect heeft een houtsoort waar deze graag in gaat. Zoals in tabel 1 zichtbaar is. In de tabel is ook te zien dat er verschillende tegenmaatregelen zijn waarbij de schade aan het hout voorkomen kan worden. Als het insect zich al genesteld heeft in het hout moet deze gedood worden en het aangetaste hout hersteld worden. De regel bij het herstel bij oude gebouwen in de restauratie is behoud voor vervanging.

Bij houtrot bestrijding is het van belang om te kijken welke van de vier factoren je invloed op kan uitoefenen. Als je een of meerder van de factoren, waardoor houtrot ontstaat wegneemt, kan er geen houtrot ontstaan. Hieronder worden een aantal methoden behandeld ter bestrijding en voorkoming van houtrot.

Bij de huisboktor die leeft op de voedingsstoffen van hout is hout dat ouder dan +/- zestig jaar niet interessant. De voedingsstoffen zijn dan al uit het hout. Hier is preventieve bestrijding dus niet nodig. Dit is bijvoorbeeld bij de bonte knaagkever deze nestelt zich graag in oud hout. Voor dit insect zijn weinig bestrijdingsmiddelen bestand. De bonte knaagkever weet slim de bestrijdingsmiddelen te omzeilen. Ze kruipen veelal door eerder gemaakte uitvliegopeningen (gaatjes) naar buiten en paren buiten het hout. Het vrouwtje kruipt door de eerder gemaakte uitvliegopeningen of open staande scheuren weer terug in het hout en legt haar eitjes diep in het hout. Schimmels zijn net zo moeilijk te bestrijden als de bonte knaagkever. Schimmels zitten diep in het hout en preventief bestrijden helpt ook niet altijd. Bij preventief bestrijden vormen de bestrijdingsmiddelen een dun laagje op de buitenzijde van het hout, dit trekt niet tot diep in het hout. Het blijft aan de oppervlakte waardoor de schimmels die zich diep in het hout vormen gewoon de kans krijgen om zich te ontwikkelen. Bij droog hout helpt preventieve bestrijding wel. Bij de gewone houtwormkever helpt preventief bestrijden. Bij goed onderhouden gebouwen verloopt de aantasting zeer traag. Bij aanhoudend vocht problemen heeft het na verloop van jaren pas schadelijk effect op het hout.

3.4.1 Hitte behandeling

Behandeling van ongewenste insecten in hout met hitte is een duurzame en milieuvriendelijke manier van insecten bestrijden. Bij deze manier van insecten bestrijden, worden alle levensfasen van de insecten bestreden. Het is een manier die op veel panden, meubels en boten wordt toegepast. Eerst wordt er een inspectie uitgevoerd waarbij gekeken wordt welk insect voor de aantasting heeft gezorgd. Niet alle insecten kunnen bestreden worden met deze methode alleen de boktor, bonte knaagkever en de gewone houtwormkever.

Daarna wordt het object ingepakt met isolatie zeil dit wordt ook wel het bouwen van een isolatiecontainment genoemd. Dan wordt de apparatuur voor de hittebehandeling opgebouwd en geïnstalleerd. In het containment worden sensoren geïnstalleerd die de temperatuur en de luchtvochtigheid aan sturen. Daarnaast worden er ook temperatuur sensoren geplaatst in het aangetaste hout. Hiermee kan gekeken worden tijdens de behandeling of ook daadwerkelijk de temperatuur diep in het hout goed blijft.

De na de voorbereidingen kan de hittebehandeling beginnen. De temperatuur wordt langzaam opgevoerd in de ruimte/containment. Dit gebeurt in fases zodat het verhittingsproces geleidelijk verloopt en geen schade aan kan richten. Tijdens het opwarmen van de ruimte worden de temperatuur en de luchtvochtigheid door de specialist in de gaten gehouden. Dit wordt gedaan met digitale apparatuur ze betreden de ruimte niet. Op de apparatuur is de maximale temperatuursstijging per uur vooraf ingesteld. Zodra de maximale temperatuur van ongeveer 50 graden Celsius is bereikt worden de ruimtes of objecten minimaal een uur op dezelfde temperatuur gehouden zodat de insecten ook gedood worden. De temperatuur wordt gecontroleerd naar een normale waarde gebracht. Alle containmenten en zeilen worden weer verwijderd. Hierna kunnen de behandelde ruimte of objecten meteen gebruikt worden.



Figuur 68, Plan hitte behandeling

(lagerwey bv, 2015)

3.4.2 Zuurstofarme lucht methode

Verschillende insecten (*tabel 1: soorten insecten, schades die ze achter laten en bestrijdingmethoden*) kunnen bestreden worden door de omgevingslucht zuurstof arm te maken. Deze methode wordt gebruikt bij object die zeer kwetsbaar zijn, waar bestrijdingsvloeistoffen en gassen niet kunnen worden toegepast. Zoals: museum voorwerpen, meubels, heilige beelden, orgels, enzovoort. Deze methode wordt ook toegepast in archieven tegen papiervisjes, motten, tapijtkevers en wantsen.

Procedure zuurstofarme lucht

Het principe van deze methode is het terug dringen van de zuurstof concentratie van de lucht. Het object wordt in een folie of zeil gepakt zodat er geen lucht van buiten af in kan. De zuurstof in de lucht rond het object wordt tot een niveau gebracht dat de insecten en larven niet meer voldoende kunnen ademen en sterven.

Figuur 69, Zuurstofarme methode



3.4.3 Oppervlakte behandeling

Voor een aantal insecten is een oppervlakte behandeling van het houtwerk met bestrijdingmiddelen voldoende. Deze methode wordt uitgevoerd met vloeistoffen op waterbasis, er zijn ook bestrijdingsmiddelen met oplosmiddel verkrijgbaar. Het is niet mogelijk om een geschilderd oppervlakte te behandelen met deze methode.

Dit wordt gedaan met permethrin. Permethrin is een insectiide in het pyrethroïde chemische familie The International Union of Pure and Applied Chemistry(IUPAC) naam voor permethrin 3 – fenoxibenzyyl.

Bron; <http://npic.orst.edu/factsheets/Permeth.pdf>

Procedure oppervlakte behandeling

Voor de behandeling wordt het hout schoon gemaakt en stofvrij. Bij een schoon en stofvrij oppervlak is de behandeling effectiever. Hierdoor wordt de bestrijdingsvloeistof beter opgenomen in het hout. De vloeistof wordt aangebracht door middel van sprayen.



Figuur 70, Oppervlakte behandeling

3.4.4 Zwam bestrijding

Zwammen zijn moeilijk te bestrijden. Er zijn twee soorten de kelder- en de huiszwam.

De huiszwam is een van de gevaarlijkste zwammen voor gebouwen waar hout aanwezig is. Deze zwam tast het hout aan waardoor het zijn draagkracht verliest, ook heeft het een negatieve invloed op de gezondheid. De huiszwam ontwikkelt zich op vochtige plekken. Omdat deze schimmel hardnekkig is, is deze moeilijk te bestrijden dit moet ook door een gespecialiseerd bedrijf gedaan worden.

Procedure bestrijding

Iedere zwam heeft zijn eigen kenmerken en eigenschappen. Waardoor elke zwam een eigen manier van bestrijden heeft. Hieronder de meest voor komende manier van bestrijding van zwam aantasting. Zwambestrijding begint met het verwijderen van het aangetaste houtwerk. Dit moet zorgvuldig gebeuren, tot een meter voorbij het aangetaste deel. De draden van de zwam kunnen ook op de muren zitten hier wordt de pleisterlaag verwijderd want hier zitten ook schimmel- en zwam sporen en draden op, deze kunnen blijven voortwoekeren. Het aangetaste muurwerk wordt met een brander schoongebrand, de voegen worden uitgekrabd en de muur wordt bespoten met bestrijdingmiddel op waterbasis. Bij diepe aantasting in de muur zijn de zwam draden diep in het muurwerk gaan zitten, hier wordt ook inwendig behandeld door gaten te boren en die te injecteren met bestrijdingsmiddel. Het hout wordt dan preventief bestreden door een oppervlakte behandeling. Ook de omgeving van de zwam is aangetast door de zwam want deze geeft sporen af waardoor de gehele ruimte behandeld moet worden. Bij kruipruimtes moet zelfs het zand op de bodem vervangen worden voor schoon zand, deze wordt ook preventief behandeld tegen zwam aantasting. Ook de niet aangetaste delen worden preventief behandeld.

3.4 Houtherstel

Bij gedeeltelijke of gehele vervanging wordt gezocht naar dezelfde houtsoort of een vergelijkbare houtsoort. Hout herstellen wordt in veel gevallen gedaan met epoxytechnieken. Bij monumenten wordt het hout behouden en vervangen door eenzelfde soort hout die bij de bouw gebruikt is. Ter voorkoming van houtrot is het van belang om een goed verfsysteem op het hout te zetten. Echter wordt vaak de schuld in de schoenen van de schilder geschoven, waarbij dit in weinig gevallen terecht is. Vaak gaat het bij de productie bij de timmerfabrieken al fout. Er wordt te snel gewerkt waardoor houtverbindingen niet goed op elkaar aansluiten. Deze worden te snel naar buitengezet om te "drogen". Hierdoor ontstaat al vries schade aan de grondverf. Waardoor de verflaag beschadigd, dit zijn de beginselen van het ontstaan van houtrot.

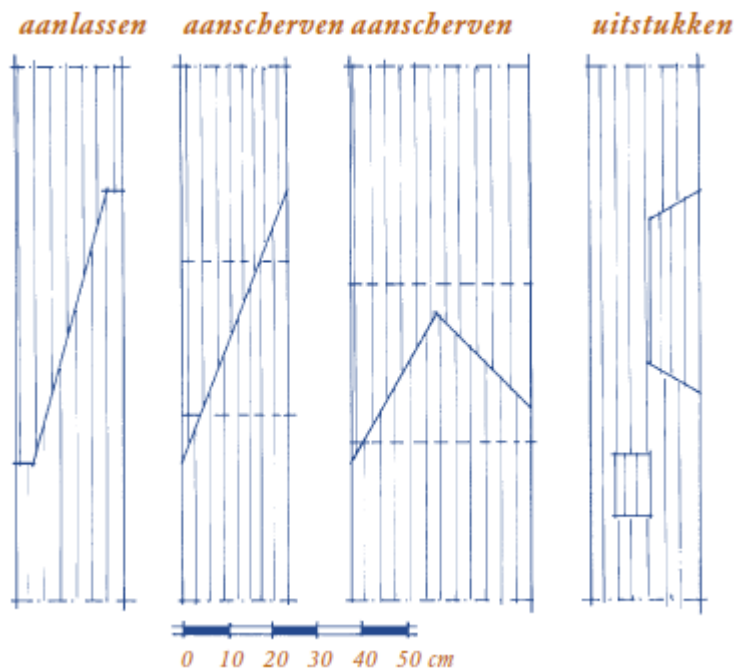
3.4.1 Hout vervanging met hout

Bij restauratie gaat behoud voor vervanging. Vooral vensters en deuren hebben een kortere levensduur dan andere houten objecten. Deze komen geregeld in aanraking met vocht. Aan monumenten moet regelmatig onderhoud gepleegd worden om ze mooi te behouden. Uit bouwhistorische onderzoek blijkt dat reparaties altijd hebben plaatsgevonden en dat het hergebruiken van materialen vaak voorkomt.

In de periode na de Tweede Wereldoorlog was het materiaal duur in vergelijking met de arbeid. Er zijn nog veel voorbeelden uit die tijd bewaard gebleven.

In de 20^e eeuw is de arbeidstijd vaak duurder dan het materiaal. Vaak wordt er dus gekozen voor vervanging, zo snel mogelijk werken. In de restauratie moet er opgelet worden dat behoud boven vervanging gaat. Het tijdige conserveren en repareren draagt bij aan een langere levensduur van het hout. Hiermee worden de karakteristieke eigenschappen van het kozijn of deur behouden. De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed is geen voorstander voor het gebruik van kunststof voor de reparatie van deurkozijnen en vensters. Er worden liever geen kunststof reparatie middelen toegepast omdat hierdoor vochtproblemen ontstaan en de twee verschillende materialen beide een ander uitzettingscoëfficiënt hebben. En in de toekomst kunnen er problemen ontstaan met de afvoer van het hout. De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed pleit ervoor dat de onderdelen vervangen worden met het liefst dezelfde houtsoort of een houtsoort die dicht in de buurt komt van de oorspronkelijke houtsoort. De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed is voorstander van een demontabele constructie. De historische verbindingstechnieken staan garant voor voldoende kwaliteit. Ook verbindingstechnieken als; aanlassen, aanscherven en uitstukken.

Figuur 71, Nieuw stuk laten aansluiten op het oude hout

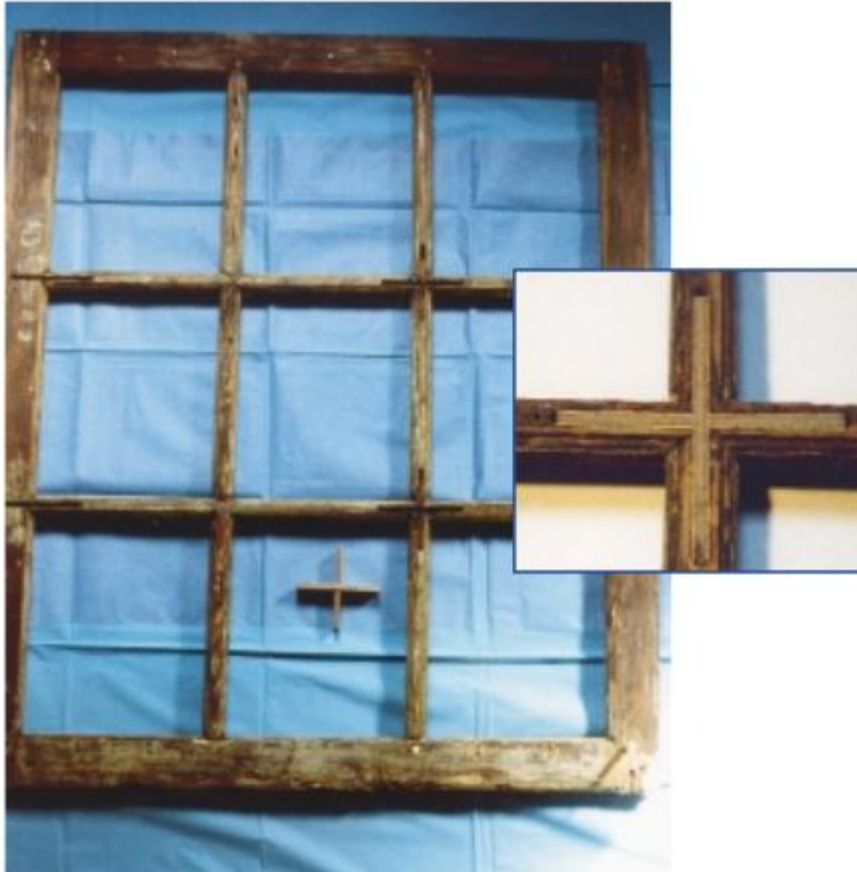


Bron: Rijksdienst voor cultureel Erfgoed

Naast de historische herstel- en conserveringstechnieken zijn er ook nieuwe technieken ontwikkeld. Het aanbrengen van verbindingen met behulp van spandraden, De techniek bestaat uit het verwijderen van aangetaste delen, het aanslassen van stijlstukken en het aanbrengen van een nieuwe onderdorpel. De stijlen en de onderdorpel worden door middel van spannen aan elkaar verbonden. Het aanbrengen van verbinden met behulp van glasvezel. In het hout wordt een sleuf gefreesd waarin na voorbehandeling met een impregneerhars op epoxybasis, een glasvezelwapening, ingebed in een epoxyconstructiepaste, wordt aangebracht. Aan deze methode kleven milieu- en Arbo-bezwaren. Ook het repareren met kunsthars-vulmiddelen, dit zijn middelen voor het repareren van gaten in houtenconstructies de middelen zijn op kunststofbasis en zijn geschikt voor het repareren van kleien gaten. Daarnaast zijn er nog middelen op basis van polyesterhars, epoxyhars of op basis van polyurethaan of acrylaat. Deze techniek wordt als laatste optie gebruik en afgeraden door de Rijksdienst voor Cultureel erfgoed. Voor de preventie van aantasting kunnen pillen en capsules gebruikt worden. Er wordt dan een conserveringsmiddel in het hout gebracht.

Daarnaast kan een raam opnieuw verstevigd worden door middel van nieuwe roede kruisjes in de oude roedes geplaatst. Eerst wordt er een sleuf in de oude roede gefreesd, in deze sleuf wordt het nieuwe roede kruisje geplaatst. Zoals hieronder in de afbeelding te zien is.

Een achttiende-eeuws grenen schuifraam op de 'operatietafel'. Enkele verbroken verbindingen zijn ingefreesd en het verstevigende, nieuwe roedekruisje ligt klaar om ingebracht te worden. Een alternatieve methode wanneer het raam niet meer uit elkaar genomen kan worden. Het ingebrachte roedekruisje (inzet)



Figuur 72, 18e eeuw schuifraam

Bron: Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed.

3.4.2 Houtherstel met epoxytechnieken

Bij monumentaal hout wordt het grootste deel behouden, het aangetaste deel wordt vervangen door epoxy. Eerst wordt het aangetaste hout verwijderd en worden er gaten geboord waar later de wapening (dit zijn staven van glasvezel) epoxy in komt. Na het inbrengen van de wapening wordt er een bekisting aangebracht als de oorspronkelijke vorm van de balk. Deze dient als mal voor de epoxyhars. De epoxyhars wordt in de bekisting gegoten, de epoxy gaat een sterke verbinding aan met het hout van de balk. Door middel van de wapening wordt het een constructie die als de oude niet aangetaste balk zijn draagkracht had.

De toepassing van deze epoxytechniek wordt niet alleen bij balken uit gevoerd maar ook bij; spantbenen, muurstijlen, korbelen, sleutelstukken, muurplaten, constructieve balkverlijming, constructieve balkverzwaring, constructieve scheurherstel, constructief herstel van gekraakte balken en fixatie.



Figuur 73, Er wordt met een priem gekeken tot waar de houtrot zich bevindt



Figuur 74, De bekisting met glasvezelstaven voor het gieten van de epoxyhars



Figuur 75, Eindresultaat na verwijderen van de bekisting

Naast reparatie middelen met epoxy zijn er ook reparatiepasta's verkrijgbaar op basis van polyester. Als profesional kunnen deze polyester reparatiepasta's beter vermeden worden. Polyester is een product dat krimpt. Dit veroorzaakt een volgend probleem. Er kan zicht in die naden weer vocht ophopen en zo ontstaat er weer nieuwe houtrot.

3.4.2 Deelvervang

Hout wordt op den duur aangetast door verschillende zwammen, bacteriën of insecten. Denk hierbij aan blauwschimmel, witrot of spinhout kevers. Omdat het hout wegrot door deze aantastingen heeft het geen dragende functie meer. Daarom moet het worden gerepareerd of worden vervangen.

Bij deelvervang wordt een nieuw dorpeldeel, stijlstuk of een combinatie hiervan in het kozijn aangebracht.

Stappenplan deelvervang

Stap1

Het kaal maken van het hout. Met de föhn verwarm je de ondergrond en krabt met een krabber de verflaag eraf, totdat je kaal hout overhoud.

Maak het hout zo'n 15 centimeter rondom het verkleurde hout kaal.



Stap 2

Het aangetaste hout, inclusief 1 cm van het aangrenzende gezonde hout, volledig verwijderen door middel van uithakken, zagen of frezen.

Bij uithakken, nafrezen om kapot of platgeslagen houtvezels te verwijderen.

Zorg dat er geen rot hout achterblijft. Anders gaat het verrottingsproces van binnenuit verder.

Controleren op houtvochtgehalte. Bij een houtvochtgehalte boven de 18% eerst laten drogen.



Stap 3

Een nieuw dorpel- of stijldeel pas maken. Het nieuw te plaatsen onderdeel pas maken. Probeer altijd dezelfde houtsoort te gebruiken als het bestaande verwijderde deel. Houd er rekening mee dat er een minimale lijmmaad tussen moet blijven van 0,5 tot max. 1 cm. Bij dragende constructies een hoek van 90 graden aan houden.

Een lijmmaad van minimaal 3 mm tot maximaal 7 mm aanhouden.



Stap 4

Op de lijmszijde van het bestaande en nieuw hout nu de impregneer/fixeer dun aanbrengen en laten intrekken. Niet teveel aanbrengen, dan wordt de laag te glad.



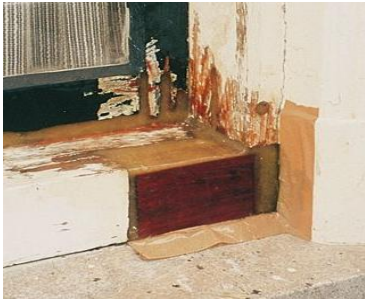
Stap 5

Houtrotvuller aanmaken. Doe de twee componenten bij elkaar en meng deze goed door met je spatel. Het middel moet één kleur worden. Maak niet teveel pasta aan, deze droogt snel.



Stap 6

De lijmzijde van oud en nieuw element goed benatten (aanbranden) met de reparatiepasta. Daarna een bed van reparatiepasta aanbrengen en daar het nieuw deel passend in aandrukken. Het nieuwe stuk hout goed in lijn met het overige nog bestaande kozijn houden. Zorg ervoor dat de lijmnaad volledig gevuld is. Een dikkere laag reparatie aanbrengen zodanig dat na het plaatsen van het nieuwe dorpel- of stijldeel, de lijmnaad volledig is gevuld. Daarna strak afmeten.



Stap 7

Na uitharding mechanisch schuren. Eventuele oneffenheden kunnen nog bijgeplamuurd worden met de reparatieplamuur. Na uitharden mooi glad schuren. Met een schuurmachine schuur je het gehele kozijn. Daarna kun je het gaan afwerken met een verfsysteem.



3.4.3 Houtrotreparatie

Bij kleine aantastingen door houtrot (kleiner of gelijk aan 10 cm) vindt na voorbehandeling reparatie plaats met een reparatiemiddel. Grotere aantastingen die niet tot aan de glaslijn komen, kunnen door lamineren worden gerepareerd. Hierbij wordt een op maat gemaakt nieuw houten deel ingebracht.

Stappenplan houtrotreparatie

Stap 1

Controleer het kozijn op houtrot. Met een niet al te scherpe priem moet je in het hout drukken. Wanneer je erg ver het hout ingaat, kun je concluderen of er spraken is van houtrot, natte plekken.

Een eerste teken van houtrot is verkleurd hout. Maar door verf of beits is deze rotting niet altijd zichtbaar. Houtrot zit vaak verborgen onder een laag verf. Let dus goed op:

- Scheuren, openstaande verbindingen en beglazingskit die niet goed hecht aan het glas.
- Oneffenheden in de beschermende laag.
- Bruinzwarte verkleuring van het hout.
- Zachte plekken in het hout die u met een schroevendraaier zo indrukt (bij kloppen op het hout klinkt het hol).
- Klemmende ramen en deuren door uitzetting van vochtig hout.



Stap 2

Het kaal maken van het hout. Met de föhn verwarm je de ondergrond en krabt met een krabber de verflaag eraf, totdat je kaal hout overhoud.

Maak het hout zo'n 15 centimeter rondom het verkleurde hout kaal.



Stap 3

Rotte plek verwijderen. Met een frees verwijder je de rotte plek, net wat meer dan je tegen komt, zodat het zich niet verder kan verspreiden.

Verwijder het aangetaste deel tot ongeveer een centimeter in het gezonde, niet verkleurde hout. Zorg dat er geen rot hout achterblijft. Anders gaat het verrottingsproces van binnenuit verder.



Stap 4

De uitgehakte plek behandelen. Met fixeermiddel fixeer je het blootgelegde gedeelte van het hout. Voor aantasting tot vuistgrootte volstaat een tweecomponentenreparatiemiddel van epoxyhars, eventueel gecombineerd met een houtverduurzaming (primer/fixeer).



Stap 5

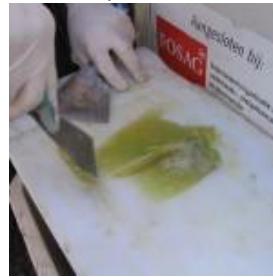
Maak eventueel een bekisting om snel een strak geheel te krijgen (lees de gebruiksaanwijzing van het vulmiddel welk materiaal u hiervoor gebruikt).

Bekisting maken. Je maakt als het een groot gat is een bekisting om ervoor te zorgen dat het reparatie middel op zijn plek blijft zitten. Zijn de randen van het kozijn ook beschadigd, maak dan van een paar stukjes triplex een bekisting voor de houtrotvuller. Bekleed dit met plasticfolie aan de binnenzijde.



Stap 6

Houtrotvuller aanmaken. Doe de twee componenten bij elkaar en meng deze goed door met je spatel. Het middel moet één kleur worden. Maak niet teveel pasta aan, deze droogt snel.



Stap 7

Vul de opening. Met de spatel vul je het weggefreesde stuk. Probeer hierbij te vermijden dat er lucht tussen komt. Strijk het middel zo glad mogelijk af.

Breng de pasta met een smal plamuurmes in het gat aan. Met een breed plamuurmes strijk je het vervolgens glad. Verwijder overtollig vulmiddel direct.

Zit de beschadiging op een hoek, dan is houtrot reparatie wat lastiger. Timmer een plankje op de tegenoverliggende zijde. Breng het vulmiddel hier strak tegenaan. Verplaats het plankje na uitharden naar de tegenoverliggende zijde. Nu kun je de andere kant vullen.



Stap 8

Haal de bekisting weg. Verwijder voorzichtig de bekisting wanneer het houtrotmiddel is uitgehard. Repareer oneffenheden die zijn ontstaan.

Als de gerepareerde plek is uitgehard, bewerkt u de plek voor een glad resultaat. Verwijder grove delen met een beitel. Hoe netter de plamuur is aangebracht hoe minder werk er is. Schuur daarna het oppervlak op tot je een naadloze overgang krijgt tussen het gezonde hout en de reparatiepasta.

Met een schuurmachine schuur je het gehele kozijn.

Daarna kun je het gaan afwerken met een verfsysteem.



4. Inspectie Josef Beeld

Binnen een het houtarrangement doen we een kort onderzoek naar een Josef Beeld, uit de H. Nicolaaskerk. We kijken of er mogelijke schade aan het beeld en geven hier een advies bij. Dit beeld staat nu op Nimeto Utecht om onderzocht te worden. Het beeld komt uit de Rooms Katholieke heilige Nicolaaskerk van Helvoirt te Noord Brabant.



Figuur 77, Het Josef beeld



Figuur 76, Anne Nuijen aan het inspecteren

4.1 Josef

Josef van Nazareth, Sint Josef genoemd, was een joodse timmerman uit Galilea. Josef was de verloofde van Maria en vader van Jezus.

Zijn verering kwam ik het Oosten vroeg op gang. Hij wordt vereerd als Patroonheilige van de kerk. Hij wordt afgebeeld als timmerman met gereedschap, als dragen van Jezus met lelie als teken van kuisheid of met wandelstaf en ezel. Hij is gekleed als ambachtsman in een lang gewaad, met mantel en sandalen. Hij wordt vaak afgebeeld als oudere man.

4.2 Datering beeld

De huidige H. Nicolaaskerk uit Helvoirt, is een Neogotische kerk ontworpen door J.H.H. van Groenendaal.

De bouw van de kerk begon in 1901. De kerk werd in oktober 1903 ingewijd. De kerk is daarna niet meer verbouwd, daardoor is alles nog intact, zo ook de polychromie.

Waarschijnlijk kunnen we zeggen dat Jos Lommen en Emmanuel Pereij de houten beelden in de kerk hebben gemaakt tussen 1914 en 1917.

<http://rijksmonumenten.nl/monument/21465/r.k.+kerk+van+de+h.+nicolaas/helvoirt/>

4.3 Technisch onderzoek

Als je naar de verflaag kijkt, is het beeld in een vrij slechte staat. Er zijn een aantal latex lagen aangebracht over de decoratielaag en er zijn afbladderingen en gaatjes zichtbaar. Er zitten +/- vijf lagen totdat je het hout kunt zien. Het beeld bestaat deels uit massief eiken, maar is aan de achterkant hol. Bij de aansluitingen op de verschillende houten onderdelen is het gaan scheuren, waarschijnlijk door de werking van het hout. Aan de hand van verschillende stalen met houtsoorten hebben we geconcludeerd dat het beeld van licht eikenhout is gemaakt.

Er zijn eerdere restauraties zichtbaar, zo is er een laag latex over delen geschilderd die missen en zijn er kleine stukjes opgevuld.

De lelie die Jozef vasthield, is afgebroken en daar missen ook wat stukjes.



Figuur 78, Staal met licht eikenhout

4.4 Aantasting

Het beeld is duidelijk aangetast door insecten. Het lijkt erop dat er houtworm in het hout is gaan zitten. Er zijn gaatjes van ongeveer 3mm te zien en in een gat vonden we zelfs een (dood)beestje. Er is geel boormeel te zien aan de achterkant van het beeld. Daar lijken de insecten het meeste huisgehouden hebben. Dat komt omdat het beeld daar niet geschilderd is. Daarna hebben de beestjes zich een weg naar boven geboord.

Het is waarschijnlijk de kleine houtworm. Deze komt voor in kerken, zolders en oude woningen, in lichtarme, vochtige ruimtes. Het is een insect dat zich in een voorwerp nestelt en daar veel schade aanricht. Ze maken veelvuldig gaatjes, dit doen ze als ze uitvliegen. Ze maken ronde vluchtgaten van 3 á 5mm. Van het hout wordt vooral het spint aangetast, zo ook bij eiken.



Figuur 79, Achterkant Josef beeld



Figuur 80, Anne Nuijen



Figuur 81, Meten van de gaatjes van de houtworm

4.5 Advies

Bestrijding van houtworm kan doormiddel van het injecteren van de uitvliegopeningen. Deze komen erg veel voor, daarom is dit arbeidsintensief. Een goed alternatief is het bestrijden met gas, zoals stikstof, maar is niet goed voor het milieu. De beste manier zou het verhitten of bevriezen van de insecten zijn. Bij verhitten wordt het beeld langzaam tot 55 graden gebracht, zodat de larven en houtworm kapot springen. Bij bevriezen staat het beeld 14 dagen in een vriescel van -20gr. De larven en houtworm vriezen kapot.

Ons advies is het langzaam verhitten van het beeld (hoofdstuk 3.4.1 Hitte behandeling). Dit is een milieuvriendelijke en snelle manier. Het beeld wordt luchtdicht ingepakt in zeil. Daarna wordt het beeld langzaam in fases verhit. Zodra de maximale temperatuur van ongeveer 50 graden Celsius is bereikt wordt het beeld minimaal een uur op dezelfde temperatuur gehouden zodat de insecten ook gedood worden. Na deze behandeling kan het beeld meteen gebruikt worden.

Het beeld kan daarna geconserveerd of gerestaureerd worden, dit in overleg met de opdrachtgever, in dit geval de huidige H. Nicolaaskerk uit Helvoirt.

Nawoord

Binnen dit arrangement werd onze kennis over houtsoorten uitgebreid. Ook hebben we een houtimitatie, namelijk teak, geleerd.

Samen zijn we enthousiast in het verslag gedoken en hebben we veel nieuwe dingen theoretisch en praktische kunnen leren. De samenwerking verliep goed en het was leuk om te ontdekken welke houtsoorten in verschillende projecten worden toegepast.

We zullen deze reader zeker nog eens naslaan, wanneer we een les of training gaan geven.

Anne en Vera