

EEN ETNOGRAFISCHE BLIK OP BOSBRANDEN IN NOORDWEST- EUROPA IN HET MESOLITHICUM

Aantal woorden: 29.967

Elliot Dewerte

Studentennummer: 01302145

Promotor: Prof. dr. Philippe Crombé

Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de Archeologie

Academiejaar: 2017 - 2018

Verklaring i.v.m. auteursrecht

De auteur en de promotor(en) geven de toelating deze studie als geheel voor consultatie beschikbaar te stellen voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van gegevens uit deze studie.

Inhoud

i. Voor- en dankwoord	6
ii. Abstract	7
1. Inleiding	9
2. Situering in tijd en ruimte.....	10
3. Methodologisch kader	12
4. Definiëring vegetatiebranden	12
5. Ecologische gevolgen van vegetatiebranden.....	15
5.1 Plant.....	15
5.2 Dier.....	17
5.3 Mens	18
5.4 Snelheid en duur van effecten	19
6. Brandfases in archeologische archieven.....	20
6.1 Onderzoeksmethodes	22
6.1.1 Houtskool	23
6.1.2 Palynologische verstoringsfases.....	24
6.1.3 Houtskool in lacustriene sedimenten.....	26
6.2 Tafonomie	27
7. Interpretatie van paleoecologische archieven	28
7.1 Antropogeen	28
7.2 Natuurlijk	31
8. Etnografische cases	36
8.1 Indianen.....	38
8.1.1 New England	42
8.1.2 Alberta	46
8.1.3 Californië.....	49
8.1.3.1 Koloniale bronnen	50

8.1.3.2 Etnografische bronnen.....	51
8.1.3.3 Ecosystemen.....	55
8.1.3.3.1 Graslanden en bossen	56
8.1.3.3.2 Dennenwouden.....	58
8.1.3.3.3 Chaparral	61
8.2 Aboriginals	64
8.2.1 Westelijke woestijnen	72
8.2.1.1 Mardu	76
8.2.1.2 Pintupi	80
8.2.2 Queensland.....	83
8.2.3 Tasmanië	84
8.2.4 Arnhemland.....	86
8.3 Besluit.....	88
9. Impact van bosbranden.....	90
10. Vegetatiebranden in het mesolithicum.....	94
10.1 Onderzoeken.....	95
10.2 Exploitatie	97
10.3 Besluit.....	100
11. Conclusie.....	100
12. Bibliografie.....	103
12.1 Geschreven bronnen.....	103
12.2 Internetbronnen	124
13. Lijst van illustraties	125
14. Lijst van tabellen	128

i. Voor- en dankwoord

In de eerste plaats zou ik professor Crombé willen bedanken. Niet alleen voor het aanreiken van dit onderwerp, maar ook om mij toe te laten mijn interesse in etnografie te incorporeren, de begeleiding doorheen het jaar en zijn geduld tijdens de lange perioden waarin ik niets van mij liet horen.

Verder zou ik graag Amke en Noémie willen bedanken om delen van deze thesis te willen nalezen. Zonder hen zouden er nog meer schrijffouten of rare zinsconstructies aanwezig zijn die ikzelf keer op keer overlas.

Na 5 jaar archeologie gestudeerd te hebben moeten ook bepaalde mensen extra bedankt worden. Mijn mama om altijd in mij te geloven, nooit vragen te stellen waarom ik in hemelsnaam archeologie wou studeren en om mijn stress altijd te kunnen relativeren en temperen. Ook mijn vrienden wil ik bedanken voor alles wat ze gedaan hebben, maar dan vooral Femke. Danku Femke om er altijd te zijn, wijn te willen drinken en om mij, soms bijna letterlijk, door dit laatste jaar vol gezondheidsproblemen en kleine en grote crises gesleurd te hebben. Bedankt voor alles.

De thesis die volgt is het resultaat van de hulp van de verschillende mensen die ik heb opgenoemd en verschillend die ik niet heb opgenoemd, lange dagen en vele tassen koffie of thee afgewisseld met het occasionele glas wijn.

ii. Abstract

Vanaf het midden van de 20^e eeuw worden, in Noordwest-Europa, verstoringsfases en brandfases in het mesolithicum opgemerkt tijdens analyses van paleoecologische archieven. Minstens een deel van deze brandfases moeten veroorzaakt zijn door de mesolithische jager-verzamelaars, hoewel verschillende processen deze verstoringsfases konden veroorzaken. Waarom zou de mesolithische mens vegetatie afgebrand hebben? Dankzij moderne ecologische analyses van vegetatiebranden en etnografische onderzoeken bij Noord-Amerikaanse indianen en Australische Aboriginals kan een kader gevormd worden over het gebruik van vuur bij jager-verzamelaars. In deze thesis wordt gesteld dat uit etnografische bronnen kan blijken dat het gebruik van vuur bijna universeel was bij jager-verzamelaars. Vuur werd gebruikt voor verschillende doeleinden, waaronder de verhoging van de productie van planten, het drijven van wild tijdens de jacht en de verhoging van de mobiliteit. Jaarlijks werd in de lente en herfst vegetatie afgebrand, maar het opnieuw afbranden van ecosystemen vond soms pas plaats na enkele jaren of decennia, afhankelijk van het ecosysteem. Relatief kleine oppervlakten, kleiner dan 50ha, werden afgebrand. De branden waren voornamelijk beperkt tot loopvuren in de ondergroei. Er wordt gesteld dat de mesolithische jager-verzamelaars een deel van de door Indianen en Aboriginals gebruikte technieken konden hanteren. Verder onderzoek naar bosbrandregimes in Europa, gebruik van vuur bij moderne jager-verzamelaars en gedetailleerde studies van verstoringsfases in de mesolithische periode van Noordwest-Europa zijn nodig om een beter beeld te kunnen vormen van de menselijke impact op de omgeving sinds het einde van de laatste glaciële fase.

Kernwoorden: Vegetatiebranden, Mesolithicum, Indianen, Aboriginals, Noordwest-Europa.

From the middle of the 20th century onwards analyses of paleoecological records show clearance-phases and periods of enhanced fire activity in the Mesolithic period of Northwestern-Europe. Mesolithic hunter-gatherers must have caused at least some of these disturbance phases, yet these disturbance phases could have been caused by a range of different processes. Why did Mesolithic hunter-gatherers burn vegetation? Through the use of modern fire-ecology research and ethnographic studies of North-American Native Americans and Australian Aboriginals a framework can be constructed for understanding the use of fire by hunter-gatherers. This dissertation postulates that the use of fire was a practice that hunter-gatherers universally shared. Fire was used for a plethora of objectives such as the stimulation of plant growth, the driving of animals during hunting and increasing human mobility. Vegetation was burned yearly, often in the spring and autumn, but repeated burnings occurred

only after a number of years or decades dependent on the ecosystem in which the firing took place. Predominantly small areas were fired, less than 50ha. The fires were mostly confined to surface fires in the undergrowth. It is suggested that the Mesolithic hunter-gatherers could have used at least part of the techniques employed by Native Americans and Aborigines. Additional research on fire regimes in Europe, the traditional use of fire by modern hunter-gatherers and detailed studies of clearance phases in the Mesolithic period in Northwestern-Europe are required to obtain a clearer picture of the human impact in his environment since the Last Glacial Period.

Keywords: Vegetation fires, Mesolithic Period, Native American, Aboriginal, Northwestern-Europe.

1. Inleiding

“Fire as the First Great Force Employed by Man” (Stewart 1956, 115).

De impact van de mesolithische jager-verzamelaar op zijn omgeving wordt al sinds de jaren '60 in vraag gesteld (Lee, Devore 1968). Algemeen heerste het idee dat de mesolithische jager-verzamelaar weinig tot geen controle had op zijn impact op de omgeving, in tegenstelling tot de neolithische boeren die hun omgeving actief zouden vormgegeven hebben. De notie dat de mesolithische mens actief zijn omgeving kon aanpassen wordt alsmaar meer aanvaard. De jager-verzamelaar had verschillende systemen ter beschikking, zoals het snoeien en afbranden van vegetatie om de distributie, kwaliteit en kwantiteit van zowel dieren als planten te manipuleren. Deze en andere systemen passen binnen de theorie van *Human Niche Construction*. (Smith 2011, 836). Dit valt niet enkel af te leiden uit archeologische data, maar ook uit etnografische en ecologische studies uitgevoerd o.a. in Noord-Amerika, Australië en Afrika (Anderson 2005, 125; Bishop et al. 2015, 51).

Bosbranden en bosbrandregimes worden in Noordwest-Europa nog maar relatief recent onderzocht, maar in Noord-Amerika en Australië is dit een sterk ontwikkelde wetenschappelijke discipline (Mellars 1976; Moore 2000, 129). Vegetatiebranden worden in de media nog te vaak afgeschilderd als catastrofale en destructieve gebeurtenissen met verlies van bos en eigendommen tot gevolg. Zelden tot nooit worden de positieve effecten in de media besproken of wordt een ecologische verklaring gegeven waarom er genoeg brandstof was voor een intense bosbrand (Bowman et al. 2011, 2227). Zelfs in wetenschappelijke studies naar vuur-ecologie werd het lang als een destructieve kracht gezien, tot in de tweede helft van de 20^e eeuw. De mens werd niet als een deel van bosbrandregimes gezien en werd buiten zijn omgeving geplaatst. Verschillende studies (Mellars 1976; Simmons 1996; Moore 2001) hebben geprobeerd om de mens, en zijn gebruik van vuur, terug in zijn omgeving te plaatsen en die als onmiskenbaar deel ervan te zien (Moore 2000, 129).

In de mesolithische periode van Groot-Brittannië alleen al zijn verschillende honderden brandfases gereconstrueerd (Zvelebil 1994; Simmons 1996), waarvan een deel wordt toegeschreven aan de mens. Uit de paleoecologische data valt moeilijk af te leiden waarom vegetatie afgebrand werd. Dankzij recente ecologische en etnografische onderzoeken kunnen mogelijke redenen of doeleinden voor het afbranden van vegetatie opgesteld worden.

Deze thesis hoopt een antwoord te geven op een aantal vragen: Waarom brandden Noord-Amerikaanse indianen en Australische Aboriginals vegetatie af? Wanneer en hoe frequent werd

er afgebrand? Hoe groot waren de oppervlaktes die werden afgebrand? Hierbij wordt niet enkel gekeken naar etnografische onderzoek, maar ook naar de ecologische gevolgen van vegetatiebranden. Dankzij deze analyses wordt er gehoopt een kader te kunnen vormen over hoe zowel moderne als mesolithische jager-verzamelaars vuur als werktuig konden gebruiken om hun omgeving vorm te geven.

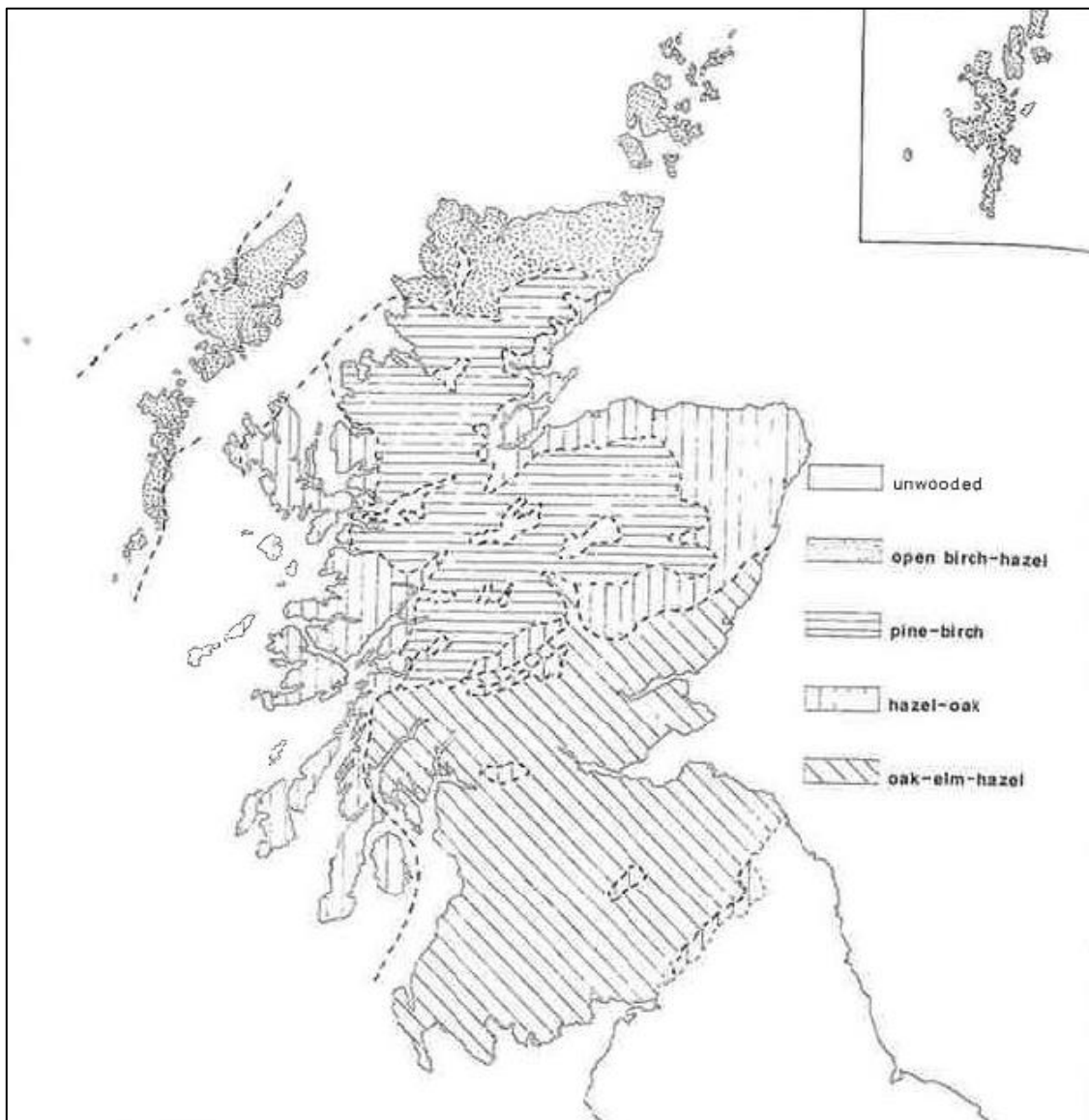
Deze thesis is opgedeeld in een introductie met een situering in tijd en ruimte en een korte schets van de gebruikte methoden, gevolgd door een definiëring van vegetatiebranden, de ecologische gevolgen van vegetatiebranden, het opsporen van brandfases in archeologische archieven en het onderscheiden van natuurlijke en antropogene brandfases. Hierna wordt er dieper ingegaan op verschillende etnografische cases, de mogelijke impact van antropogene bosbrandregimes en vegetatiebranden in het mesolithicum. Dit alles wordt gevolgd door een conclusie.

2. Situering in tijd en ruimte

In deze thesis wordt de nadruk gelegd op het mesolithicum in Noordwest-Europa en dan voornamelijk in Groot-Brittannië. De locatiekeuze werd gemaakt omdat er in deze regio een groot aantal onderzoeken werden uitgevoerd naar de invloed van de mesolithische mens op zijn omgeving. De mesolithische periode begint hier na de laatste ijstijd, rond 11.000 Cal BP, en het einde van deze periode wordt in pollendiagrammen vaak aangeduid met de terugval van de iep (*Ulmus*) rond 5800-5500 cal BP (Innis, Blackford, Rowley-Conwy 2013, 81). Het laat-mesolithicum zou vallen tussen ca. 8500 en 5300 BP (Simmons, Innes 1987, 385).

Uit palynologische studies blijkt dat het bosbestand van Engeland en Schotland varieerde doorheen het mesolithicum en verschilde van regio tot regio (Simmons, Innes 1987, 389; Bennett, Bunting, Fossit 1997, 127; Bishop et al. 2015, 55)(Figuur 1). De berk (*Betula sp.*) koloniseerde Schotland vanaf 10.000-9600 BP, gevolgd door de hazelaar (*Corylus avellana L.*) vanaf 9500-9000 BP (Tipping 1996, 41; Edwards 2000, 117). Pas vanaf 7600 Cal BC duiken de eik (*Quercus sp.*), iep (*Ulmus sp.*), linde (*Tilia sp.*) en de den (*Pinus sylvestris L.*) op. De els (*Alnus glutinosa*) volgde vanaf ca. 6500-6000 Cal BC. Daarnaast is ook geweten dat sommige delen van Schotland, zoals het noordwesten van Lewis, niet bebost waren (Simmons 1975, 3-4; Bennett, Bunting, Fossit 1997, 129; Bishop et al. 2015, 59). Berk en hazelaar waren dominant aanwezig voor 7600 Cal BC, waarna eik en iep ook belangrijk werden in zuid- en centraal-Schotland. In de hoger gelegen gebieden werden bossen gedomineerd door de den. Het belang

van verschillende andere soorten is moeilijk te bepalen aangezien meerdere soorten onvoldoende pollen produceren (Bishop et al. 2015, 59).



Figuur 1: Vegetatiezones in Scotland tussen 9000 en 5000BP

De stijging van zowel de hazelaar aan het begin van de post glaciële periode, als de els aan het begin van het atlanticum worden soms aan het gebruik van vuur door de mens toegeschreven (Smith 1984; Chambers, Price 1985), maar hier is veel kritiek op gekomen (o.a. door Rackham 1980, 104; Edwards 1982, 16-17; Edwards, Ralston 1984, 16-18). Ook de terugval van de iep doorheen Europa rond 5000 BP wordt aan de mens toegeschreven en wordt vaak aanzien als een teken van de transitie van het mesolithicum naar het neolithicum (Simmons, Innes 1987, 389; Edwards 1990, 72).

De etnografische studies gebruikt in deze thesis focussen zich op indianen in Noord-Amerika en Aborigines in Australië. Deze regio's werden gekozen omdat er, vanaf de eerste kolonisten voet aan land zetten tot nu, veruit het meeste onderzoek is verricht naar bosbrandregimes, zowel natuurlijke als antropogene. Dit vanaf de eerste kolonisten voet aan land zetten tot nu.

3. Methodologisch kader

Voor deze scriptie werd er gebruik gemaakt van verschillende etnografische studies (o.a. Jones 1969; Lewis 1973 en Anderson 2005). Verschillende van deze syntheses zijn gekleurd door de tijdsgeschiedenis waarin ze geschreven werden, waardoor ze niet allemaal objectief zijn en zelf als racistisch kunnen worden omschreven. Er werd getracht om deze studies zo objectief mogelijk te bekijken en te analyseren. De bronnen werden niet gebruikt als analogie voor mesolithische jager-verzamelaars, een praktijk waar veel kritiek op geuit kan worden (Bowman 1998, 3), maar verschaffen een kader voor het gebruik van vuur binnen jager-verzamelaarsgroepen.

Om het gebruik van vuur in het mesolithicum te schetsen, werd er gebruik gemaakt van een literatuurstudie. De belangrijkste methoden waaruit data wordt vergaard, zullen hieronder verder uiteen worden gezet.

4. Definiëring vegetatiebranden

Vegetatiebranden komen voor in verschillende vormen van kleine loopvuren tot verwoestende inferno's. Vegetatiebranden kunnen enkel ontstaan als er aan bepaalde voorwaarden voldaan is:

- Er moet voldoende brandstof aanwezig zijn in de vorm van brandbaar plantenmateriaal. De vochtigheidsgraad van het plantenmateriaal en dus het seizoen spelen hier een grote rol in.
- Er moet voldoende zuurstof zijn waarbij de wind en topografie belangrijk zijn.
- De laatste factor is de aanwezigheid van een ontstekingsbron. Deze kan natuurlijk of antropogeen in oorsprong zijn.

Het klimaat zorgt niet enkel voor de vochtigheidsgraad die bepaalt of het plantenmateriaal kan opbranden of niet, maar zorgt ook voor de meest voorkomende ontstekingsbron: bliksem (Moore 1996, 64; Moore 2001, 216; Power et al. 2007, 888; Conedera et al. 2009, 555; Marlon et al. 2013, 6).

Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen drie soorten vegetatiebranden: oppervlaktebranden, kroonbranden en grondbranden. In het geval van oppervlaktebranden of

loopvuren worden er voornamelijk lage vegetaties zoals struiken, gevallen bladeren en grassen verbrand. Bij kroonbranden verspreid het vuur zich voornamelijk via de kruinen van de bomen. Kroonbranden ontstaan bijna uitsluitend als gevolg van oppervlaktebranden, maar kunnen zich nadien ook onafhankelijk voortbewegen. Een precieze grens tussen de twee categorieën is niet te trekken (Albini 1993; Moore 1996, 64-65). Tenslotte spreekt men van grondbranden indien de brand beperkt is tot de bovenste laag van de bodem en het plantenafval dat hierop ligt, maar deze categorie is amper te scheiden van oppervlaktebranden (Moore 2001, 216).

Niet enkel de verschillende types vegetatiebranden kunnen worden gedefinieerd, maar ook de verschillende bosbrandregimes. Bosbrandregime als wetenschappelijk concept is ontstaan begin jaren '60 in een poging om relevante ecologische informatie onder een noemer te brengen. Een bosbrandregime kan omschreven worden als de distributie, frequentie, seizoenaliteit, densiteit en intensiteit van bosbranden binnen een bepaald gebied en binnen een bepaalde periode. Dit wordt beïnvloed door verschillende factoren zoals brandstof, klimaat, topografie, vegetatie en vochtigheid. De mens maakt een belangrijk deel uit van bosbrand regimes doordat ze natuurlijke bosbrandregimes aanvullen en veranderen (Pyne 1984, 223; Chuvieco, Giglio, Justice 2008, 1488; Cochrane 2009, 49; Bowman et al. 2011, 2225). Heinselman (1981) definieerde zeven hoofdcategorieën van bosbrandregimes (Tabel 1). Loopvuren komen het vaakst voor, waardoor categorieën twee en drie het meest vertegenwoordigd zijn, zowel natuurlijk als antropogeen in oorsprong (Moore 2001, 221).

<u>Bosbrandregimes (Heinselman 1981)</u>	
Categorie 1	Geen tot zeer weinig natuurlijke bosbranden.
Categorie 2	Loopvuren van een lage intensiteit, waarbij het interval tussen de verschillende branden minstens 25 jaar bedraagt.
Categorie 3	Loopvuren van een lage intensiteit met een kleiner interval, gemiddeld tussen 1 en 25 jaar.
Categorie 4	Ernstige oppervlaktebranden met een gemiddeld interval langer dan 25 jaar.
Categorie 5	Een combinatie van kroonbranden en ernstige oppervlaktebranden met een kort interval, tussen 25 en 100 jaar.
Categorie 6	Een combinatie van kroonbranden en ernstige loopvuren met een lang interval, tussen 100 en 300 jaar.

Categorie 7	Een combinatie van kroonbranden en intense loopvuren met een zeer lang interval dat langer dan 300 jaar is.
--------------------	---

Tabel 1: De 7 hoofdcategorieën brandregimes volgens Heinselman 1981

Zowel antropogene als natuurlijke bosbrandregimes resulteren in een mozaïeklandschap. Een mozaïeklandschap bestaat uit een verzameling ecosystemen bestaande uit verschillende successiestadia en leeftijdsklassen. De contactzone tussen twee of meer ecosystemen vormen ecotonen. Hoe meer ecosystemen binnen een bepaald gebied, hoe dichter het mozaïeklandschap. Natuurlijke mozaïeklandschappen worden meestal gevormd door grote, intense vegetatiebranden met grote terugkeer intervallen, terwijl antropogene mozaïeklandschappen gevormd worden door kleine vegetatiebranden met vaak korte terugkeer intervallen. Op de afgebrande plaatsen is er in het algemeen een hogere biomassa van zowel planten- als diersoorten aanwezig waardoor de draagkracht van de omgeving verhoogt (Heinselman 1971; Lewis, Ferguson 1988, 58; Smith 2011, 838).

Vegetatiebranden zijn niet noodzakelijk slechte gebeurtenissen, integendeel tot hoe ze worden afgeschilderd in de media. Vuur speelt een belangrijke rol binnen verschillende ecosystemen. Intense, verwoestende bosbranden komen relatief weinig voor en zijn vaak het resultaat van een opstapeling aan brandstoffen en dus een teken van slecht bosbeheer. Hiervan is men zich alsmear meer van bewust en dankzij het onderzoek van vegetatiebranden in het verleden en de kennis die verschillende jager-verzamelaarsgroepen hierover hadden, kunnen huidige bosbeheer strategieën worden aangepast. Het opzettelijk afbranden van vegetatie en het niet onderdrukken van natuurlijke bosbranden wordt alsmear meer geïncorporeerd in huidige beheerstrategieën, wat leidt tot uitvoerige debatten (Lewis 1973, 12; Conedera et al. 2009, 555; *Publications*, talltimbers.org/publications). In Noordwest-Europa bleef het onderzoek over dit soort beheer grotendeels afwezig omdat de bossen er in vele gevallen worden beïnvloed door verschillende systemen van landgebruik en minder door bosbranden. Het geringe onderzoek in Noordwest-Europa ging voornamelijk over boreale bossen (Bradshaw, Hannon 1992; Niklasson, Granström 2000; Zackrisson, Nilsson, Wardle 1996; Conedera et al. 2009, 556).

Om een ecologisch kader voor de effecten van vegetatiebranden te kunnen vinden, moet er dus buiten Europa worden gezocht. Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd in Noord-Amerika (o.a. Mellars 1976) die deels kunnen toegepast worden op Noordwest-Europese bossen.

5. Ecologische gevolgen van vegetatiebranden

Vegetatiebranden hebben verschillende effecten op diverse planten en dieren binnen ecosystemen. De precieze effecten van deze vegetatiebranden zijn moeilijk te bestuderen aangezien sommige effecten onmiddellijk plaatsvinden, terwijl andere pas op lange termijn waarneembaar worden. Daarnaast zijn bosbranden onvoorspelbaar en er is een groot gebied nodig om de effecten voldoende te kunnen testen. Verder moet kunnen worden getest wat de effecten zijn van terugkerende bosbranden, iets dat bijna onmogelijk is in een natuurlijke omgeving aangezien meerdere bosbranden verschillende jaren van elkaar gescheiden zijn (Clark 1988c, 81). Verschillende factoren zoals de vegetatiecompositie, vochtigheidsgraad, hoeveelheid brandstof, toevoer van zaden na een brand en landschapselementen beïnvloeden hoe een gebied reageert op vuur waardoor er geen universele modellen kunnen worden opgesteld (Moore 2000, 128). Verschillende studies werden uitgevoerd die toelaten om een aantal effecten van terugkerende bosbranden op te lijsten. Hier werd voornamelijk gefocust op veranderingen die voordelig kunnen zijn voor de mens.

5.1 Plant

Hoe vegetatie reageert op branden hangt deels af van de hitte en de duur van de brand en varieert per plantensoort. Grote planten zijn vaak het kwetsbaarst in vroege groeistadia, zoals de zaailingen van bomen terwijl struiken en kruiden - die als ondergroei aanwezig zijn in bossen veelal wel goed bestand zijn tegen vuur. Zelfs indien de plant boven de grond volledig wordt weggebrand, kan deze dikwijls terugroeien vanuit de wortels. Volwassen bomen worden zelden volledig afgebrand, tenzij tijdens een zeer intense brand. Indien dit het geval is, wordt meestal alle vegetatie verwoest (Mellars 1976, 16-17).

Het afbranden van vegetatie zorgt voor een tijdelijke onderbreking van de plantengroei waardoor er opnieuw pioniersvegetatie in deze zones begint te verschijnen. Dit zorgt voor een gediversifieerd mozaïeklandschap met vegetatiezones in verschillende successiestadia. Hierdoor vergroot ook het aandeel van economisch interessante planten zoals bessensoorten en grassen, aangezien deze vooral voorkomen in de eerste successie stadia en langs de randen van bossen (Mellars 1975, 49; Bishop et al. 2015, 66). Door te zorgen voor een verhoging van het aantal ecotonen en *edge effects* kan de plantendiversiteit verhoogd worden (Zvelebil 1994, 41).

Na een brand groeit vegetatie terug in een grotendeels voorspelbaar patroon. In de meeste bossen groeien er snel gras- en kruidenvegetatie die op hun beurt worden opgevolgd door struikgewassen. Deze struikgewassen vormen het wintervoedsel voor bepaalde grote herbivoren zoals herten en elanden. Na een aantal jaren beginnen er ook weer bomen te groeien.

Hoe lang dit proces duurt hangt af van de intensiteit van de brand, de aanwezigheid van zaden, het klimaat en de bodemeigenschappen (Mellars 1976, 17).

Na een brand kan de lokale vruchtbaarheid stijgen dankzij de introductie van as, en dus nutriënten, in de bodem (Bishop et al. 2015, 66). Het afbranden van grote vegetatie zoals bomen en hoge struiken en plantenafval zorgt ervoor dat meer zonlicht de bodem bereikt waardoor er snel regeneratie van het vegetatiedek kan optreden. Dit alles kan zorgen voor een verhoging in de productie en kwantiteit van plantenmateriaal wat volgens Mellars (1976) kan oplopen tot een vertienvoudiging van beschikbare biomassa de eerste jaren na een brand, vooral als er enkel ondergroei afgebrand werd. Het afbranden van takken van struiken en bomen zorgt voor een snelle teruggroei ervan waardoor er meer noten en vruchten kunnen groeien (Simons 1975, 6; Mellars 1976, 17-18; Moore 1996, 19; Anderson 2005, 144-145). Niet alleen in de productie van planten, maar ook in de kwaliteit ervan kan een verhoging waarneembaar zijn na een brand. Verschillende studies (Einarsen 1946; Swank 1956; Dills 1970; Mellars 1976, 19-20) konden aantonen dat er een stijging in de proteïnewaarden meetbaar was in verschillende plantensoorten. Behalve een toename in de kwantiteit en kwaliteit van de plantengroei wordt er ook vaak een toename in de diversiteit opgemerkt, dit vooral door een grote stijging van het aandeel van pioniersvegetatie zoals grassen en struiken (Mellars 1976, 30).

Afbranden van vegetatie kan nog verschillende andere positieve gevolgen hebben. De zaden van bepaalde plantensoorten, zoals ..., kiemen beter onder invloed van vuur. Daarnaast versnellen de intense temperaturen het proces waarbij hout uitdroogt, waardoor goed brandhout makkelijker te vinden is na een brand. Doordat er open plaatsen in het bos worden gecreëerd en brandstof wordt verbrand, kunnen intensere en meer destructieve bosbranden later deels voorkomen worden en worden natuurlijke brandgangen gecreëerd. Door een verwijdering van ondergroei stijgt eveneens de mobiliteit en zichtbaarheid voor zowel mens als dier. Ten slotte worden ook parasieten, insecten en ongewenste planten weggebrand (Biswell 1973, 91; Anderson 2005, 144-154; Bishop et al. 2015, 66).

Daarnaast hebben bosbranden ook negatieve effecten. Bepaalde plantensoorten gaan achteruit of kunnen volledig verdwijnen na een brand. Na zeer intense branden kunnen planten voor enige tijd niet meer groeien en kan er zelfs erosie optreden of het verdwijnen van nutriënten uit de bodem. Desalniettemin kan er worden gesteld dat vegetatiebranden, indien beperkt tot de ondergroei en mits voldoende tijd tussen twee branden, een positieve invloed kunnen uitoefenen de omgeving (Mellars 1976, 30; Edwards, Ralston 1984, 18).

5.2 Dier

Vegetatiebranden kunnen zorgen voor een toename in de kwaliteit en kwantiteit van bepaalde planten. Als gevolg daarvan stijgt de draagkracht van een bepaald ecosysteem en kan het een grotere dierenpopulatie ondersteunen. Zo werden bij verschillende diersoorten zoals het hert of de eland na vegetatiebranden verhogingen van de populaties vastgesteld die in sommige gevallen meer dan een verviervoudiging bedroegen. Deze toenames werden vastgesteld in verschillende klimaatzones en vegetatietypes (Mellars 1975, 53; Mellars 1976, 21-22). Vergelijkende studies zijn het er echter niet over eens of de populatie van lokale dieren toeneemt omdat de draagkracht van een gebied werd vergroot, of omdat er een migratie is van externe groepen naar een gebied met meer voedsel (Mellars 1976, 24; Davies, Robb, Ladbrook 2005, 280-281). Door de toename in kwantiteit en kwaliteit van plantaardig voedsel zijn er ook verschillen waarneembaar in de groei, gezondheid, grootte en voortplanting van de dieren. Volwassen herten in Noord-Amerika die van voedselbronnen kunnen genieten met meer nutriënten of hogere proteïnewaarden kunnen tot 40% zwaarder zijn dan hun soortgenoten die enkel toegang hebben tot minder kwalitatief voedsel (Mellars 1975, 53; Mellars 1976, 24-26).

Het creëren van open plaatsen in bossen, o.a. door afbranding, kan zorgen voor een concentratie van boswild op deze plaatsen aangezien er kruiden en grassen aanwezig zijn die kunnen dienen als graasland (Edwards, Ralston 1984, 18; Brown 1997, 134). De vergrote aanwezigheid van boswild is o.a. vast te stellen door de aanwezigheid van *Sporormiella* sporen in pollenstalen die wijzen op de aanwezigheid van mest. Een verhoging van sporen kan bijgevolg wijzen op een verhoging van de populatie boswild (Moore 1996, 19; Innis, Blackford 2003, 186).

De grootte van een brand heeft een invloed op de langdurigheid van de effecten ervan. Indien de brand te veel vegetatie wegbrandt, is er te weinig beschutting voor herbivoren aanwezig tegen roofdieren en weersomstandigheden, wat vooral nadelig is voor jonge dieren. Dit kan zorgen voor een daling in de populatiegrootte of zelfs het verdwijnen van de kudde. Daarnaast bevindt alle vegetatie zich in hetzelfde successiestadium, waardoor er te weinig variatie en diversiteit in voedselbronnen is en bijgevolg de draagkracht van het ecosysteem daalt. Hoe groot het afgebrande gebied mag zijn zonder bijkomende nadelige effecten, hangt af van de aanwezige vegetatie, klimaat en de aanwezige diersoorten. Ook te kleine branden kunnen nadelige effecten hebben: indien er een grote dierenpopulatie aanwezig is, kunnen de grassen en kruiden snel overbegraasd raken waardoor de kudde zou kunnen wegtrekken. Voor de mens zou dit de jacht bemoeilijken aangezien er veel beschutting beschikbaar is voor de dieren (Mellars 1976, 26-27).

De meeste positieve effecten van bosbranden werden waargenomen na loopvuren en niet na intense kroonbranden. Deze branden zouden weinig veranderen in de pollenproductie binnen een ecosysteem waardoor ze amper zichtbaar zijn in pollenstalen, zo niet onzichtbaar. Het is dus mogelijk dat het aansteken van loopvuren veel werd uitgevoerd door jager-verzamelaars, maar weinig sporen zou nalaten in paleo-ecologische archieven (Mellars 1976, 34).

5.3 Mens

Hierboven werden de ecologische gevolgen van vegetatiebranden op dieren en planten beschreven, maar dit had ook gevolgen voor de mens.

Dankzij het afbranden van vegetatie moest er minder energie en tijd verbruikt worden tijdens het jagen en verzamelen. Zo maakten verschillende groepen in Californië gebruik van het afbranden van ondergroei rond eiken om makkelijker eikels te zien en verzamelen (Lewis 1973, 51, 69; Bishop et al 2015, 66). Dit zou ook kunnen worden toegepast om makkelijker hazelnoten of andere vruchten te verzamelen.

De zichtbaarheid en mobiliteit van de mens verhoogt dankzij het openen van de omgeving en de plaatselijke eliminatie van ondergroei. Dit kon in de vorm van lineaire stroken zoals paden, ook wel *fire corridors* genoemd, of door een algemene opening van het boslandschap door de creatie van open plaatsen of *fire yards* (Lewis, Ferguson 1988, 59). Hierdoor werd niet enkel de jacht vergemakkelijkt, maar moest er ook minder energie worden verbruikt met zich te verplaatsen (Stewart 1956, 119; Mellars 1976, 31-32). De onzekerheid van de jacht daalde nog verder door de concentratie van boswild op recent afgebrande plaatsen (Mellars 1976, 35-36; Bishop et al. 2015, 66).

Veranderingen in het voorkomen en de distributie van voedselbronnen kunnen voor veranderingen zorgen in sociale organisatie en de manier waarop nederzettingen worden georganiseerd. Dankzij een verhoogde concentratie van voedselbronnen op plaatsen die recent afgebrand zijn, zijn er meer permanente kampen mogelijk en kan de omgeving een grotere bevolking ondersteunen. Door de verhoogde mobiliteitsgraad is het mogelijk om een groter gebied te exploiteren, waardoor er nog meer voedsel beschikbaar was. Volgens Binford (1968b, 332) zorgt een verandering in de permanentie van een nederzetting ook voor een verandering in de grootte van de totale populatie waardoor vegetatiebranden hier indirect een invloed op hadden (Mellars 1975, 49; Mellars 1976, 36-37).

Bishop et al. (2015, 66) vatte de effecten van de mens samen als het volgt (Tabel 2):

<u>Positieve effecten van vegetatiebranden voor de mens (Bishop et al. 2015, 66)</u>	
Jagen	Verzamelen
Concentratie van dieren op recent afgebrande plaatsen.	Bevordert groei van grassen, kruiden en thermofiele plantensoorten.
Verhoging van mobiliteit en zichtbaarheid tijdens de jacht.	Vermindert ondergroei waardoor bepaalde vruchten en noten makkelijker te verzamelen zijn.
Voorspelbaarheid van boswild waardoor minder energie moet verbruikt worden om wil op te sporen.	Verhoogt bodenvruchtbaarheid.
Hoge kwantiteit en kwaliteit van voedsel wat voor grote dierenpopulatie zorgt en grotere en gezondere dieren.	Elimineert soorten die minder gewild zijn.
	Droogt brandhout.
	Verbrand parasieten en insectenplagen.
	Verwijderd brandstoffen en plantenafval waardoor toekomstige natuurlijke bosbranden vermeden worden.

Tabel 2: Positieve effecten van vegetatiebranden voor de mens (Bishop et al. 2015, Tabel 5, 66)

5.4 Snelheid en duur van effecten

Verschillende factoren bepalen hoe snel verschillende ecologische effecten optreden en hoelang deze blijven duren. De schaal en intensiteit van een vegetatiebrand hebben een grote invloed op de snelheid waarop de successiestadia van de vegetatie elkaar opvolgen en dus ook de snelheid van de invloeden op de aanwezige dierenpopulatie. Bijvoorbeeld bij bosbranden van een lage intensiteit die vooral de ondergroei aantasten, zullen er al effecten in het volgende groeiseizoen te verwachten zijn. Hier zal eerst vooral de groei van kruiden en grassen gestimuleerd worden. Bij bosbranden van een hoge intensiteit, waarbij het grootste deel van de vegetatie weggebrand wordt, komen de effecten veel trager tot uiting aangezien nieuwe zaden moeten geïntroduceerd worden. Hierbij hangt de snelheid dan vooral af van hoe groot het oppervlak was dat afgebrand werd, omdat een groter afgebrand oppervlak betekent dat er minder zaden voorradig zijn. De snelheid hangt ook af van lokale factoren zoals de vruchtbaarheid van de bodem en de duur van het groeiseizoen, en dus indirect ook het klimaat (Mellars 1976, 29).

Dierenpopulaties reageren snel op vegetatiebranden en de veranderingen die die teweeg brengen. Zo is bij zwartstaartherten in California de grootste populatiedichtheid waarneembaar in het eerste seizoen na een brand. Het lijkt erop dat dieren aangetrokken worden tot gebieden waar er zeer recent vegetatiebranden geweest zijn. Dit zou kunnen worden verklaard door de aanwezigheid van de grote hoeveelheid aan proteïnerijk voedsel aangezien deze toenemen in de eerste twee groeiseizoenen na een brand en daarna snel verdwijnen. De toename in de kwantiteit van voedsel blijft langer, maar duurt ook langer om tot stand te komen. In het eerste groeiseizoen na een brand kan de totale hoeveelheid voedsel zelfs afgenomen zijn. Pas drie tot vier jaar na een bosbrand bereikt de voedselproductie zijn maximum. Na enkele jaren neemt de toename in zowel kwaliteit als kwantiteit van het voedsel af tot deze uiteindelijk terug hetzelfde niveau bereiken als voor de branden, meestal al na vijf tot tien jaar. Hierdoor neemt ook de toename in de dierenpopulatie af (Mellars 1976, 29; Zvelbil 1994, 61).

In gebieden waar planten een trage groei kennen, zoals in de naaldwouden in Zuid-Alaska, kunnen de positieve effecten pas na aanzienlijke tijd tot uiting komen indien de vegetatiebrand zeer intensief was. Zo kunnen er tot drie jaar na een brand nog steeds geen planten aanwezig zijn en wordt de maximale plantengroei pas na tien tot vijftien jaar bereikt (Mellars 1976, 30). Ook in boreale bossen moet er soms maar om de vijftien tot dertig jaar vegetatie worden afgebrand. Dit laat toe dat vegetatie zoals notenbomen en fruitbomen terug kunnen groeien. Aan de randen van graslanden en bossen kan er sneller opnieuw afgebrand worden, al na één tot vijf jaren (Zvelebil 1994, 61).

6. Brandfases in archeologische archieven

Sinds Rackham (1995, 71; 2000) bestaat de assumptie dat het zo goed als onmogelijk is om een loofbos in brand te steken in het Verenigd Koninkrijk, aangezien de vochtigheid van deze bossen daar zich niet toe zou lenen. Deze uitspraak zou verder kunnen worden uitgebreid naar andere delen van noordwest Europa. Rackham ziet de bossen die ontstaan zijn na de laatste ijstijd als onaangetaste oerbossen tot de komst van de neolithische mens. Op de Britse eilanden begonnen deze bossen zich te ontwikkelen na de laatste ijstijd rond 11000 v.Chr. Eerst kwamen de berk en de esp, gevolgd door de hazelaar en de den, waarna o.a. de eik, iep en els dominant werden. Tussen 6500 en 4000 v.Chr. zouden deze bossen, tenminste in Engeland, hun climax bereikt hebben dankzij het stabiele klimaat in deze periode (Moore 1996, 62).

Volgens Rackham zijn de meeste Britse boomsoorten moeilijk af te branden, dit in tegenstelling tot de vegetatie in grote delen van Noord-Amerika en Australië. Vanaf een

boomstronk een diameter heeft bereikt van meer dan 25 cm, beschouwt Rackham het als onbrandbaar, enkel de den zou hier een uitzondering op vormen (Bennett, Simonson, Peglar 1990, 635; Rackham 1995, 68-69). Ook Rowly-Conwy (1982) stelde dat het bijna onmogelijk is om volwassen loofbossen af te branden, waardoor *slash-and-burn* landbouw volgens hem niet voorkwam in het neolithicum in de regio's van Europa met een gematigd klimaat (Moore 1996, 62).

Rackham doet uitschijnen dat voor het neolithicum de Britse eilanden bedekt waren met onaangeroerde oerbossen die als climaxvegetatie continu onveranderd in stand bleven. Hij sluit dus manipulatie van de mesolithische mens uit. Een continu en onveranderd bos was echter geen realiteit aangezien o.a. windvallen, bosbranden en boomziektes zorgden voor openingen en veranderingen in het bosbestand (Moore 2000, 127; Vera 2000; Moore 2003, 140).

Verschillende andere onderzoekers (Simmons 1969; Simmons 1975; Innes, Simmons 1988; Simmons 1996) trachtten aan te tonen dat loofbossen, zoals die in Engeland en Schotland, in het mesolithicum werden gemanipuleerd door jager-verzamelaars, waarbij het gebruik van vuur een belangrijk werktuig kon zijn (Stewart 1956, 121; Bennett, Simonson, Peglar 1990, 635; Moore 1996, 63; Moore 2001, 220). Zelfs loofbomen kunnen volledig afgebrand worden in droge omstandigheden of door een deel van de stronk van een boom te verwijderen en deze te omringen met brandend hout (Simmons 1975, 71; Edwards, Ralston 1984, 18).

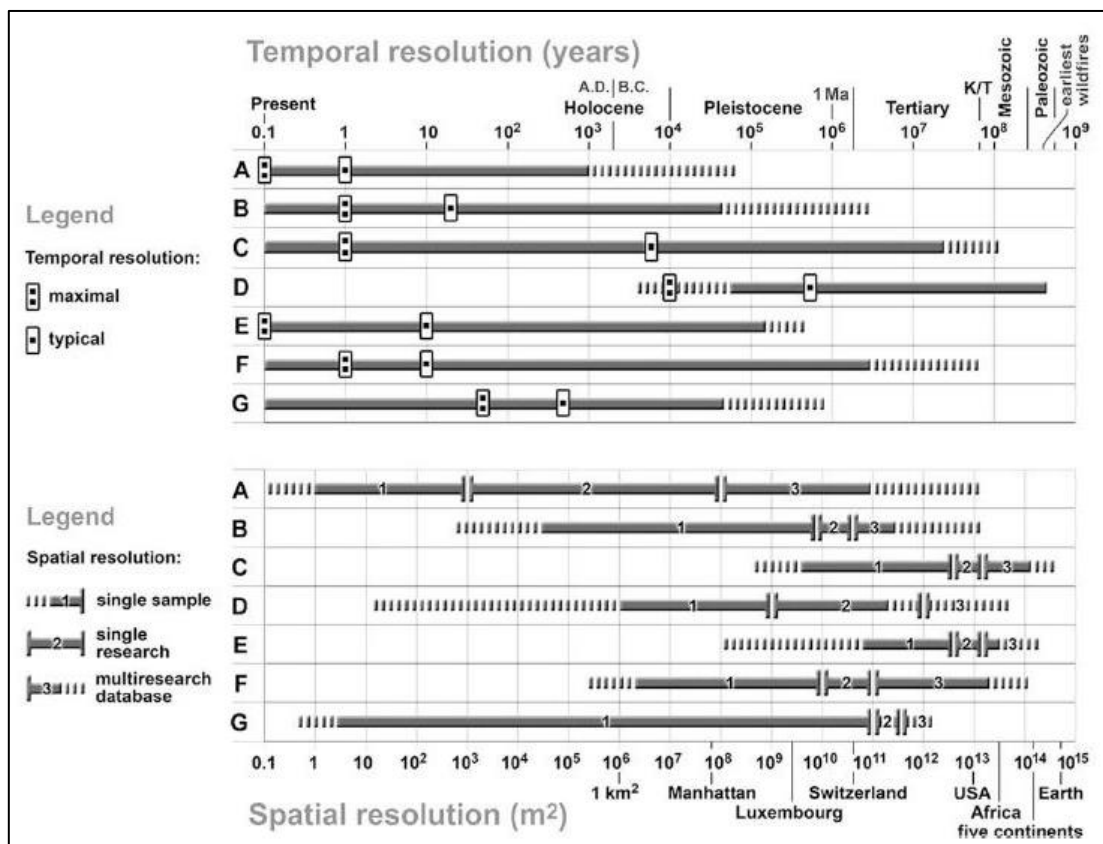
Naast de klassieke veronderstelling dat Britse loofbossen in het mesolithicum onbrandbaar waren, werd lang aangehouden dat er enkel op de hooglanden menselijke manipulatie kon plaatsvinden. Dit zou zijn omdat de vegetatiecompositie in de laaglanden, zoals valleien of alluviale vlaktes, dit niet toeliet (Moore 2000, 126). Deze veronderstelling zou het resultaat kunnen zijn van een onderzoeksbias. De meeste pollenstalen werden genomen op hooglanden waardoor de situatie daar beter gekend is. Het is eveneens mogelijk dat de mesolithische mens meer was aangetrokken tot de randen van bossen, zoals hooglanden en kustgebieden, omdat deze economisch interessant zijn (Edwards 1979, 257; Simmons 1981; Patterson, Sassaman 1988, 130; Brown 1997, 135; Moore 2001, 220). Ondertussen zijn er tevens aanwijzingen dat de mens ook de laaglanden manipuleerde (Innis, Blackford 2003, 185; Bell, Noble 2012, 84).

Hoewel er een lange traditie van scepticisme is over het gebruik van vuur als werktuig om de omgeving te manipuleren in het mesolithicum, worden bij verschillende onderzoeken aanwijzingen van mogelijke bosbranden aangehaald (Innis, Simmons 1988; Simmons 1996;

Moore 2000, 126; Bishop et al. 2015). Hieronder zullen enkele onderzoeksmethodes worden uitgelicht.

6.1 Onderzoeksmethodes

Het onderzoeken van bosbrandregimes op diverse schalen kan via verschillende methodes. Recente bosbranden kunnen opgespoord worden via de vergelijking van satellietbeelden en luchtfoto's. Bosbranden tot enkele eeuwen geleden kunnen o.a. worden onderzocht via dendrochronologie, brandlittekens op bomen (Clark 1990) en historische bronnen. Oudere bosbranden worden onderzocht via verschillende houtskoolarchieven, analyses van pollenstalen, insecten als proxy, verschillende geochemische analyses en nog een reeks andere methodes (Svenning 2002; Whitehouse, Smith 2004; Power et al. 2010, 52). Aangezien geen enkele proxy of methode een volledig beeld kan scheppen van een brandregime, moet een combinatie van verschillende methodes worden gebruikt. Elke methode heeft een bepaalde temporele resolutie (Figuur 2). De gebruikte proxy's zijn altijd het resultaat van verschillende tafonomische processen die de interpretatie ervan verder compliceren (Conedera et al. 2009, 556-558).



Figuur 2: De temporele en ruimtelijk resolutie van verschillende technieken: A) Dendrochronologie en brandlittekens B) Microhoutskool in lacustriene sedimenten C) Microhoutskool en Black Carbon afkomstig uit mariene sedimenten D) Fossil houtschool in gesteenten E) Chemische markers en Black Carbon afkomstig uit ijskernen F) Pollenstalen G) Houtschool en Black Carbon afkomstig uit bodemstalen (Conedera et al. 2009, 558)

Hieronder zullen enkele methodes uitgelicht worden die toelaten om brandregimes te reconstrueren. Deze lijst is zeker niet exhaustief en verschillende andere methodes kunnen worden gebruikt. Enkele van de belangrijkste worden opgesomd, waarbij de methodes niet los van elkaar moeten worden beschouwd. Enkel een combinatie van verschillende methodes kan leiden tot een accurate reconstructie van brandregimes (Nelle 2013, 183).

6.1.1 Houtskool

Houtskool wordt al sinds 1941 (Iversen 1941) gebruikt als proxy voor bosbranden en de reconstructie van de vegetatie in het verleden (Couvert 1968; Patterson et al. 1987; MacDonald et al. 1991; Asouti, Austin 2005, 2). De techniek omvat de opsporing en kwantificatie van macro- en microscopische houtskoolfragmenten, waarbij een relatieve verhoging van de hoeveelheid houtskoolfragmenten wordt gezien als een reflectie van een verhoging in biomassa-branden. Dit kan een individuele brand voorstellen, of een periode met een verhoogde brandfrequentie (Blackford 2000, 33; Power et al. 2007, 888). Door deze houtskoolfragmenten te dateren en statistisch te bekijken, kunnen er voor verschillende gebieden en periodes bosbrandregimes gereconstrueerd worden. Hoewel het gebruik van houtskoolfragmenten wijdverspreid is in ecologische onderzoeken, is de interpretatie ervan zeer complex en niet zonder problemen (Edwards, Ralston 1984, 25; Conedera et al. 2009, 557).

De houtskool die gevonden wordt, kan verschillende bronnen hebben: plaatselijke vegetatiebranden, hardvuren of aangevoerd door wind of water van verdere gebieden. Dit zorgt voor een onzekerheid over wat er precies gemeten wordt (Edwards 1991, 71). Bij grote houtskoolfragmenten, groter dan 1 tot 2 mm, kan er aangenomen worden dat deze lokaal, binnen enkele duizenden m² rond de sampling site, in oorsprong zijn. Indien de fragmenten kleiner zijn in grootte kunnen ze een regionale oorsprong kennen (Clark, Merkt, Müller 1989, 898; Moore 2001, 220).

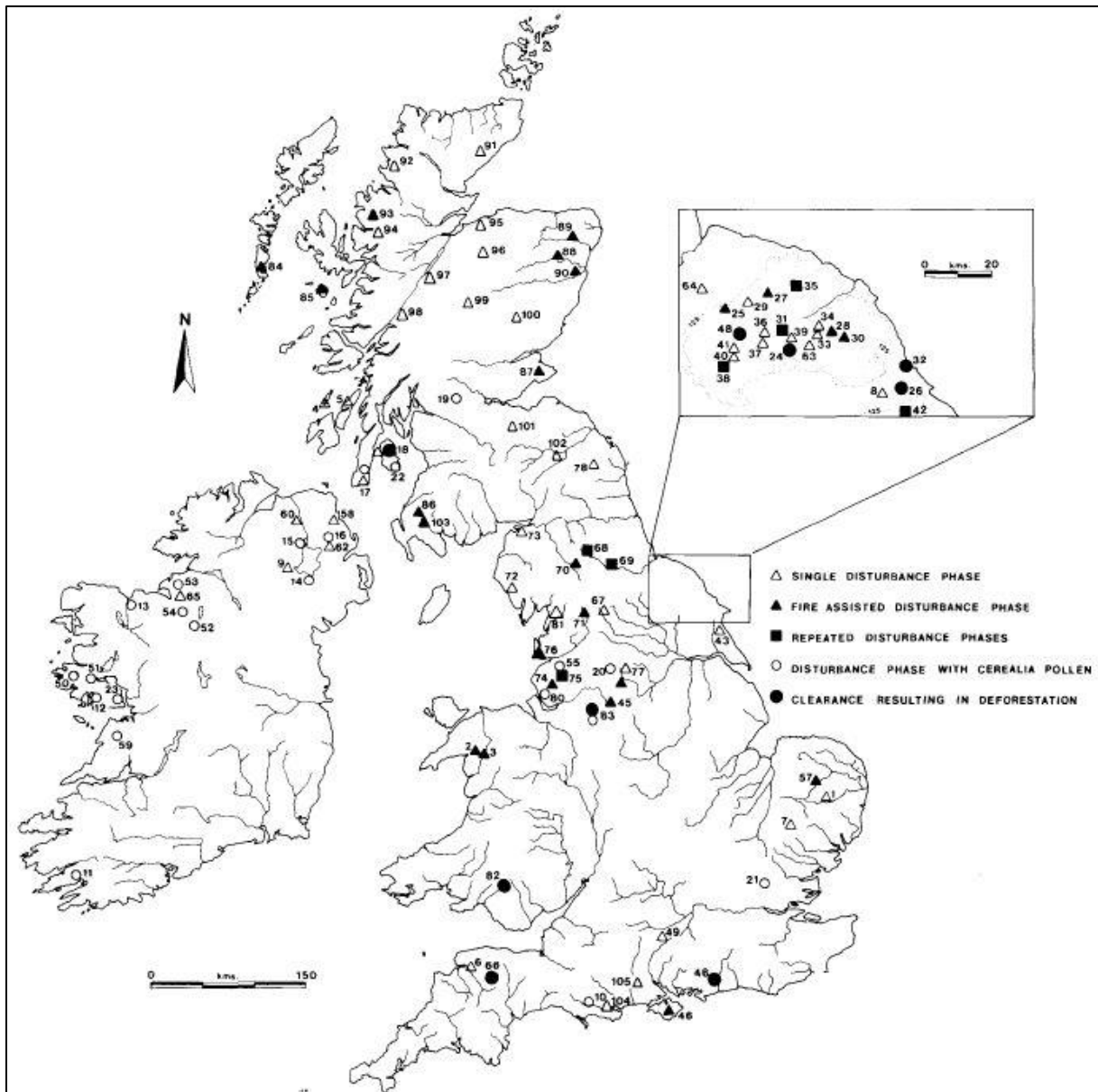
Hoe accuraat de reconstructies van bosbrandregimes zijn, hangt af van verschillende factoren zoals de oorsprong van de houtskoolfragmenten en verschillende post-depositionele processen. Verschillende lokale factoren binnen ecosystemen zorgen voor variaties in de bewaring, grootteverdeling en distributie van houtskool. Tijdens een brand zijn er verschillende factoren die de vorming van houtskool beïnvloeden, zoals de intensiteit van de brand, windsterkte en type vegetatie. Deze processen moeten allen nog dieper onderzocht worden. Hoe de stalen verzameld en verwerkt worden, bijvoorbeeld keuze van een maaswijdte of microscopisch onderzoek uit pollenstalen, heeft ook een invloed op de resultaten. Per context moeten de beste

methoden voor staalname en analyse gekozen worden (Power et al. 2007, 888-889; Conedera et al. 2009, 562; Daniau, Sánchez Goñi, Duprat 2009, 392).

De interpretatie van de data is complex en niet alle brandfases worden noodzakelijk gereconstrueerd. In gebieden met een mozaïeklandschap waar er continu kleine oppervlakten afgebrand worden, zijn de vegetatiebranden grotendeels van een lage intensiteit. Dit zou niet voor grote veranderingen zorgen in houtskool aantallen in paleoecologische archieven, er wordt eerder een continue aanwezigheid van houtskool verwacht. Enkel intense branden zorgen in deze ecosystemen voor grote veranderingen in houtskoolbestanden, waardoor het grootste deel van de vegetatiebranden niet gereconstrueerd kunnen worden (Clark, Merkt, Müller 1989, 898; Moore 2001, 220). Hoe meer vegetatiebranden, hoe minder accumulatie van brandstoffen, waardoor minder intensieve branden optreden. Dit zou voor minder houtskoolfragmenten in de ecologische archieven zorgen. Er moet dus niet noodzakelijk naar pieken in aantal houtskoolfragmenten gezocht worden, maar eerder naar veranderingen in algemene trends zoals een stijging in aantal houtskoolfragmenten gevolgd door een continuïteit hiervan (Moore 2001, 222; Conedera et al. 2009, 566; Williams et al. 2015, 50). Daarnaast luidt ook de vraag of de verhoudingen in houtskoolfragmenten van verschillende vegetatiesoorten eveneens accuraat de verhoudingen reflecteren van de vegetatie in het verleden en hoeveel culturele selectie van verschillende houtsoorten of verschillen in houtskoolproductie per soort dit beeld vertroebelen (Innes, Simmons 2000, 162; Asouti, Austin 2005, 1).

6.1.2 *Palynologische verstoringsfases*

Reducties in het aandeel van boompollen gevolgd door stijgingen in de aandelen van *Corylus*, kruidige vegetatie zoals *Melampyrum*, *Rumex* en grassen kunnen worden aangeduid als een verstoringsfase (Caseldine, Hatton 1993, 128; Brown 1997, 136; Moore 2000, 126; Innis, Blackford 2003, 185; Warren et al. 2013, 643). In het mesolithicum worden o.a. in Groot-Brittannië en Ierland regelmatig verstoringsfases opgemerkt (Zvelebil 1994, 44; Simmons 1979; Simmons 1996; Innis, Blackford 2003, 185)(Figuur 3). Indien verstoringsfases gepaard gaan met een verhoging in microhoutskool, kan dit een indicatie zijn voor een brandfase (Simmons, Innis 1996, 184; Moore 2001, 212). Ook indien er geen toename in houtskool zichtbaar is, wordt voor het late-mesolithicum vaak aangenomen dat de verstoringen werden veroorzaakt door vuur aangezien het rooien van bomen over een groot oppervlak een moeilijke opgave was met stenen werktuigen (Edwards 1990; Brown 1997, 135).



Figuur 3: Sites met verstoringsfases in Groot-Brittannië en Ierland gebruikt door Zvelebil 1994

Equifinaliteit, waarbij verschillende processen kunnen leiden naar dezelfde uitkomst, vormt een groot probleem (Edwards 1979, 256). Zowel natuurlijke factoren, zoals boomziektes, windvallen en grazende herbivoren, als antropogene factoren kunnen voor verstoringen zorgen. Verstoringen konden ook veroorzaakt zijn door een combinatie van natuurlijke en antropogene processen. Zelfs als een verstoring louter aan de mens kan worden toegeschreven, kan er niet gezegd worden of dit een bewuste manipulatie van zijn omgeving was of niet. Zeker niet alle verstoringen duiden op ontbossing door toedoen van de mens (Brown 1997, 134; Innis, Blackford 2003, 186; Tipping 2004, 45-46; Whitehouse, Smith 2004, 199). Er moet gestreefd worden naar multidisciplinariteit aangezien het gebruik van pollendiagrammen alleen niet voldoende is.

Naast het probleem van Equifinaliteit is de resolutie van analyses een groot probleem. Kunnen plaatselijke variaties in vegetatie en bosbrandpatronen opgemerkt worden in regionale pollendiagrammen (Edwards, Sugden 2003, 16-17; Brown 1997, 133; Bunting, Farrell 2017, 2)? Er moet gestreefd worden naar een fijne sampling en dit op verschillende pollenstalen per site om een zo gedetailleerd mogelijke reconstructie van de vegetatie te kunnen vormen (Edwards 1979, 257; Simmons, Innes 1987, 396).

6.1.3 Houtskool in lacustriene sedimenten

Analyses van houtskoolfragmenten uit lacustriene sedimenten hebben de mogelijkheid om een betere resolutie te hebben dan die van houtskoolfragmenten uit pollensequenties aangezien deze jaarlijks kunnen afgezet worden en de reconstructies bijgevolg zeer precies te dateren vallen (Clark 1988c, 81-82).

Ook bij deze methode rijst de vraag wat er precies gemeten wordt. De grote houtskoolfragmenten, >100 μm , zouden een lokaal beeld geven, terwijl kleine houtskoolfragmenten, <50 μm , eerder een regionaal beeld zouden geven. Hoe groter de *catchment area*, hoe meer kans dat de houtskoolfragmenten een regionale oorsprong kennen (Clark 1988c, 81-82; Clark, Merkt, Müller 1989, 898; Conedera et al. 2009, 562; Power et al. 2010, 53).

Houtskool uit lacustriene sedimenten kunnen een indicator van vegetatiebranden zijn, maar niet alle vegetatiebranden kunnen gereconstrueerd worden. Het grootste deel van de gereconstrueerde brandfases zijn intensieve branden. Afbrandingen van ondergroei of grassen worden vaak niet geregistreerd in de houtskoolarchieven. Brandfases kunnen ook uitgewist worden ten gevolge van erosie tijdens periodes met lage waterstanden. Verder kan houtskool afkomstig zijn van haardvuren, wat leidt tot een vertekend beeld. Houtskool afkomstig uit haarden bestaat vaak maar uit een beperkt aantal taxa aangezien niet alle houtsoorten gebruikt werden in haardvuren. Een analyse op basis hiervan kan een idee geven over de herkomst van het houtskool, maar dit blijft subjectief (Clark 1988c, 88; Macdonald et al. 1991, 53; Bishop et al. 2015; Hawthorne, Mitchell 2016, 45).

Hoeveel houtskool terecht komt in een meer of ven hangt af van verschillende factoren zoals hydrologie, windpatronen, afstand tot de vegetatiebrand en plantbedekking die voor variaties in sedimentatie zorgen (Patterson, Edwards, Maguire 1987, 4-5; Macdonald et al. 1991, 65; Conedera et al. 2009, 565; Power et al. 2010, 53; Lake 2013, 3). Verder hebben ook de manier

van staalname, analyses en preparatietechnieken een invloed op de resultaten van deze methode (Patterson, Edwards, Maguire 1987, 20).

De reconstructies van brandregimes uit deze analyses kunnen aangevuld worden o.a. dankzij palynologische analyses en geochemische analyses. Deze analyses kunnen worden uitgevoerd op dezelfde sedimentkernen waarop de houtskoolanalyses gebeurd zijn. Veranderingen in vegetatie zichtbaar in de pollendiagrammen kunnen dan mogelijks gezien worden als het resultaat van bosbranden (Ali et al. 2009, 462; Conedera et al. 2009, 566).

6.2 Tafonomie

Geen enkele van de voorgenoemde methoden laat toe om volledige bosbrandregimes te reconstrueren. Door verschillende tafonomische processen worden niet alle brandfasen opgenomen of volledig opgenomen in archeologische archieven. Enkele van deze processen werden reeds vermeld.

Door verschillen in vochtgehalte en chemische samenstelling verkolen, fragmenteren en bewaren houtskoolfragmenten van bepaalde soorten beter dan andere. Dit vervormt het beeld dat kan gevormd worden a.d.h.v. de paleoecologische resten. De eigenschappen van de site, zoals vochtgehalte en mate van erosie, waar de resten gevonden zijn en de manier waarop de resten worden ingezameld (met de hand, maaswijdte van de zeven, ...) hebben ook een invloed op welke soorten die gevonden kunnen worden. Een groot probleem doet zich voor bij palimpsesten waarbij de resten van verschillende branden gemengd zijn geraakt. Het is dan ook mogelijk dat de resten niet allemaal afkomstig zijn van vegetatiebranden, maar ook van haardvuren en dat een brandfase eigenlijk het resultaat is van verschillende brandfasen (Bishop et al. 2015, 63).

De keuze van site waar de stalen genomen zijn, kan een bias introduceren. De plaatsen waar pollen optimaal bewaren, bijvoorbeeld laag gelegen natte gebieden, zijn niet noodzakelijk de plaatsen waar mensen hun kamp maakten, zoals hoger gelegen zandheuvelds. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat kleine lokale vegetatiebranden of verstoringsfasen veroorzaakt door de mens niet zichtbaar zijn in bepaalde analyses (Crombé 2016, 317-318).

Door de verschillende processen in kaart te brengen kunnen er modellen opgesteld worden die kunnen toelaten om resultaten te corrigeren. Hier moet nog meer onderzoek naar gebeuren, aangezien dit een zeer complex proces blijft.

7. Interpretatie van paleoecologische archieven

Om de manipulatie van de mens op zijn omgeving te kunnen bestuderen, moet er een onderscheid kunnen worden gemaakt tussen antropogene en natuurlijke vegetatiebranden. Een groot probleem voor de interpretatie daarvan is equifinaliteit, waarbij verschillende processen kunnen leiden naar hetzelfde resultaat. Zowel antropogene als natuurlijke bosbranden laten dezelfde signalen na. Verstoringfases in pollendiagrammen en de aanwezigheid van microhoutschool op een site kan veroorzaakt worden door verschillende processen, waarvan de invloed van de mens er maar één is (Tipping 1996; Brown 1997; Davies, Robb, Ladbrook 2005, 280; Divišová M., Šída P., 2015, 98).

7.1 Antropogeen

Om antropogene bosbrandregimes te kunnen onderscheiden in ecologische archieven moet er worden voldaan aan enkele voorwaarden. Er moeten veranderingen zichtbaar zijn in bosbrandregimes en in vegetatiepatronen zowel in plaats als tijd. Deze veranderingen mogen niet te wijten zijn aan klimatologische veranderingen en ze moeten overeen komen met bewijzen voor menselijke aanwezigheid. Dit kunnen archeologische resten zijn zoals artefacten en graankorrels, maar vaak zijn het eerder indirecte aanwijzingen zoals veranderingen in sedimentologie, erosie of vegetatie. Indien deze veranderingen overeen komen met veranderingen in lokale bosbrandregimes zou dit kunnen wijzen op antropogene manipulaties. De grootste moeilijkheid is de gelijktijdigheid van antropogene veranderingen en veranderingen in bosbrandregimes aantonen omdat hier robuuste dateringstechnieken en paleoarchieven met een hoge resolutie voor nodig zijn. In omgevingen waar er van nature veel vegetatiebranden voorkomen, is het bijna onmogelijk om antropogene branden van natuurlijke te onderscheiden (Zvelebil 1994, 50; Tipping 1996, 40; Conedera et al. 2009, 570; Bowman et al. 2011, 2224; Marlon et al. 2013, 7; Divišová, Šída 2015, 97).

Hoewel het gebruik van microhoutschool een belangrijke en veel gebruikte methode is voor het reconstrueren van paleo-omgevingen en bosbrandregimes in het verleden, blijft de interpretatie ervan complex. Vooral natuurlijke bosbranden scheiden van antropogene blijft een moeilijke opgave omdat hiervoor niet alleen het houtschoolarchief moet worden onderzocht, maar ook gerelateerde factoren zoals ecologische omstandigheden in lokale bossen, vuurecologie, klimaat, topografie en mogelijke etnografische parallellen (Moore 2001, 211). De signalen van de activiteiten van de mens zijn anthracologisch gezien amper te onderscheiden van natuurlijke branden. Huttønen (1980) onderzocht via het gebruik van palynologische en anthracologische data welke invloed *slash-and-burn* landbouw had op de bomsamenstelling in het zuiden van

Finland. Hij kwam tot de conclusie dat, indien er enkel naar pollen- en houtskoolarchieven werd gekeken, de signalen amper te onderscheiden waren van die van natuurlijke bosbranden. De signalen van antropogene branden zouden vaak frequenter zijn dan die van natuurlijke bosbranden en de verstoringen van de mens zijn spatiaal beperkt. Indien de ecologische archieven een hoge resolutie kennen, zouden deze lokale signalen kunnen worden opgespoord (Zvelebil 1994, 49; Moore 2001, 221).

Het is eveneens moeilijk om een onderscheid te maken tussen houtskool afkomstig van vegetatiebranden en houtskool afkomstig van haardvuren. Een belangrijk verschil tussen haardvuren en natuurlijke of antropogene vegetatiebranden is de verspreiding van houtskool. Tijdens een brand ontstaat er een stijgende luchtstroom boven het vuur, deze wordt krachtiger en hoger naarmate de hitte van de brand stijgt, waardoor microhoutskool verder verplaatst kan worden door de luchtstroom. Bij bosbranden zouden er hierdoor in verschillende houtskoolstalen in dezelfde regio (tot verschillende kilometers ver) gelijktijdige pieken zichtbaar moeten zijn. Bij haardvuren is dit niet het geval en wordt houtskool slechts heel lokaal, in een straal van 200m rond het vuur, verspreid. Indien een piek in microhoutskool wordt opgemerkt in verschillende sequenties binnen een bepaalde regio, zou dit erop kunnen wijzen dat het houtskool afkomstig is van een bosbrand (Clark 1988b, 75-76; Bennett, Simonson, Peglar 1990, 639-640).

Voor de detectie van branden wordt er klassiek gekeken naar pieken in houtskoolaantallen, maar zo worden enkel de meest intense branden opgemerkt. Constante aantallen in pollen van bepaalde plantentaxa gekoppeld aan continue niveaus van houtskool zijn mogelijks een betere indicator van menselijke invloed dan grote fluctuaties en verstoringen in pollendiagrammen die al dan niet gekoppeld kunnen worden aan grote hoeveelheden houtskool. Door constante afbrandingen van een lage intensiteit zou er geen opstapeling van brandstof zijn, maar er zou wel een constant niveau van houtskool te verwachten zijn. De continuïteit van bepaalde plantentaxa, zoals de hazelaar, zou er kunnen op wijzen dat de mens deze taxa probeerde te bevorderen of beschermen dankzij het gebruik van vuur. Indien het houtskool afkomstig zou zijn van natuurlijke branden, zouden er eerder fluctuaties verwacht worden binnen houtskoolniveaus. Houtskool afkomstig van haarden zou dan weer niet resulteren in de continuïteit van bepaalde soorten in pollenspectra. Dit model zou dus antropogene vegetatiebranden kunnen aantonen (Moore 1996, 68-70; Edwards 2000, 123; Moore 2000, 134).

Omdat de chronologische resoluties van vele pollensequenties, zoals o.a. in Schotland, niet groot genoeg zijn, is het bijna onmogelijk om menselijke van natuurlijke verstoringsfases te onderscheiden. Hierdoor zijn bijna alle verstoringsfases schijnbaar langer dan 100 jaar. In Schotland zullen de verstoringsfases dan eerder langere perioden van verstoring aantonen met verschillende processen van verstoring en regeneratie (Bishop et al. 2015, 68). In noord Yorkshire is de resolutie wel goed genoeg om verstoringsfases te kunnen onderscheiden die elkaar op een regelmatige manier opvolgen. Om de frequentie van vegetatiebranden te kunnen bepalen, moet er dus een grote en gedetailleerde dataset beschikbaar zijn van zoveel mogelijk sites (Innes, Simmons 2000, 163; Innes, Blackford, Rowley-Conway 2013).

Niet alleen chronologische resolutie blijft een probleem, maar ook de ruimtelijke resolutie. In Noord-Amerika was de impact van de meeste indianengroepen lokaal beperkt (Lewis 1982, 50; Moore 2000, 131). Wanneer er stukken van het landschap afgebrand werden, waren het meestal kleine graslanden, individuele bomen of de ondergroei op open plaatsen in bossen. Grote delen van loofbossen werden zelden afgebrand. De vraag luidt dan of branden op dermate kleine schaal te onderscheiden zijn van natuurlijke branden of haardvuren in paleoecologische archieven? Ook hiervoor moet gestreefd worden naar een fijne sampling op sites die zich daartoe lenen (Patterson, Edwards, Maguire 1987; Simmons 1996, 139; Bishop et al. 2015, 68).

Een verstoring of opening in het bosbestand werd niet noodzakelijk gecreëerd door de mens, hij kon ook gebruik maken van plaatsen die al open waren (Brown 1997, 140). Deze open plekken zouden dan bijvoorbeeld gecreëerd zijn door grote herbivoren of door natuurlijke bosdynamieken, waarvan windvallen veruit de meest voorkomende zijn (Simmons, Innes 1987, 396; Simmons 1996, 145, Brown 1997, Bishop et al. 2015, 69). Indien de mens deze plaats voor een bepaalde periode openhield, bijvoorbeeld door het gebruik van vuur, dan zou dit dezelfde signalen geven alsof de opening gecreëerd was door de mens zelf. De open plaats kon daarna, of afwisselend, ook opengehouden zijn door herbivoren. Een combinatie van menselijke en natuurlijke processen kon deze openingen creëren en open houden. Een eenduidige verklaring volstaat niet noodzakelijk (Bishop et al. 2015, 69).

Er bestaat geen uniform signaal voor manipulatie door de mens. Op bepaalde sites is er een achteruitgang van alle boomsoorten zichtbaar, terwijl dit in andere gevallen slechts zichtbaar is bij enkele taxa of zelfs compleet afwezig is. Zo werd in Burnfoothill Moss een verstoringsfase tussen 7800 en 7700 cal BP geïnterpreteerd als veroorzaakt door de mens, terwijl hier geen terugval in boomtaxa zichtbaar, maar wel een vergroot aandeel van houtskool, kruiden en grassen (Bishop et al. 2015, 68).

7.2 Natuurlijk

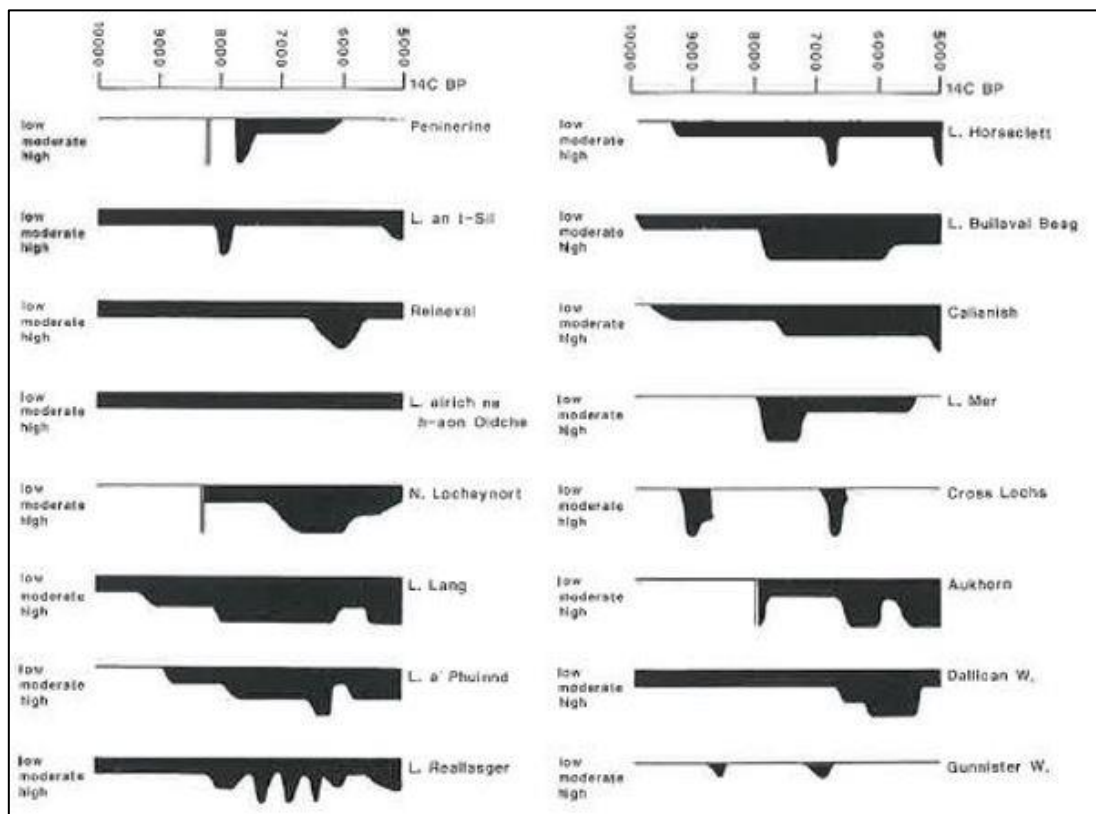
Verstoringsfasen werden niet noodzakelijk veroorzaakt door de mens, ook andere processen kunnen in dezelfde uitkomst resulteren: overbegrazing door grote zoogdieren, natuurlijke bosbranden, windvallen, overstromingen, natuurlijke bosdynamieken en klimaatfactoren zoals droge fasen die zorgden voor veranderingen en openingen in het bosbestand (White 1979, 241-256; Svenning 2002, 134-139; Whitehouse, Smith 2004, 199; Bell, Noble 2012, 82; Bishop et al. 2015, 67). Deze open plaatsen zouden daarna o.a. dankzij begrazing door grote herbivoren tijdelijk open gehouden zijn (Whitehouse, Smith, 2004).

Natuurlijke bosbranden zouden zeker niet alle verstoringsfasen kunnen verklaren. Natuurlijke bosbranden komen relatief weinig voor in loofbossen door het hoge vochtgehalte en een relatief gebrek aan ontvlambaar hars. Zelfs in naaldwouden in noordwest Europa komen bosbranden veroorzaakt door blikseminslagen slechts gemiddeld een keer om de 80 jaar voor. Daarnaast zouden in Noordwest-Europa grote herbivoren eerder als de oorzaak van het merendeel van de verstoringsfasen moeten worden gezien, maar dit kan niet altijd als verklaring worden gebruikt. In de Schotse Hebriden bijvoorbeeld zijn er verschillende verstoringsfasen gekend, o.a. bij Loch an t-Sil, Loch a'Bhodaigh IV en Loch an t-Suidhe (Edwards, Sugden 2003, 11; Edwards 2004, 61), maar er zijn tot nu toe nog bij geen enkele opgraving aanwijzingen gevonden van grote herbivoren (Bishop et al. 2015, 67).

Een andere mogelijke verklaring voor veranderingen in bosbrandregimes zijn klimaatsveranderingen die zorgden voor drogere periodes. Een verdroging van de vegetatie kan zowel optreden bij het gemiddeld stijgen als dalen van temperaturen. Veranderingen in klimaat zorgen o.a. voor veranderingen in vochtregime en weercondities zoals wind of bliksemstormen, de belangrijkste natuurlijke ontstekingsbron. Dit weerspiegelt zich ook door een verandering in de opstapeling van brandstof. Klimaat is een van de grootste, zo niet de grootste drijver van veranderingen in globale bosbrandregimes (Moore 2001, 218; Edwards 2004, 55; Marlon et al. 2009, 697; Marlon et al. 2009, 2520; Marlon et al. 2013, 5; Willis, Bennett, Haberle 2013, 307; Lehndorff et al. 2015, 16). Veranderingen in vegetatie kunnen soms zeer lokaal zijn, waardoor het moeilijk te bepalen is of veranderingen in bosbrandregimes veroorzaakt waren door klimaatsveranderingen, antropogene factoren of beiden. Om te bepalen of een klimatologische verandering aan de basis ligt van een brandfase moet zowel lokale als landschappelijke data verzameld worden (Bowman 1998, 399). Om de invloed van klimaat te kunnen aantonen, moeten de veranderingen in een bepaald gebied min of meer synchroon plaatsvinden en

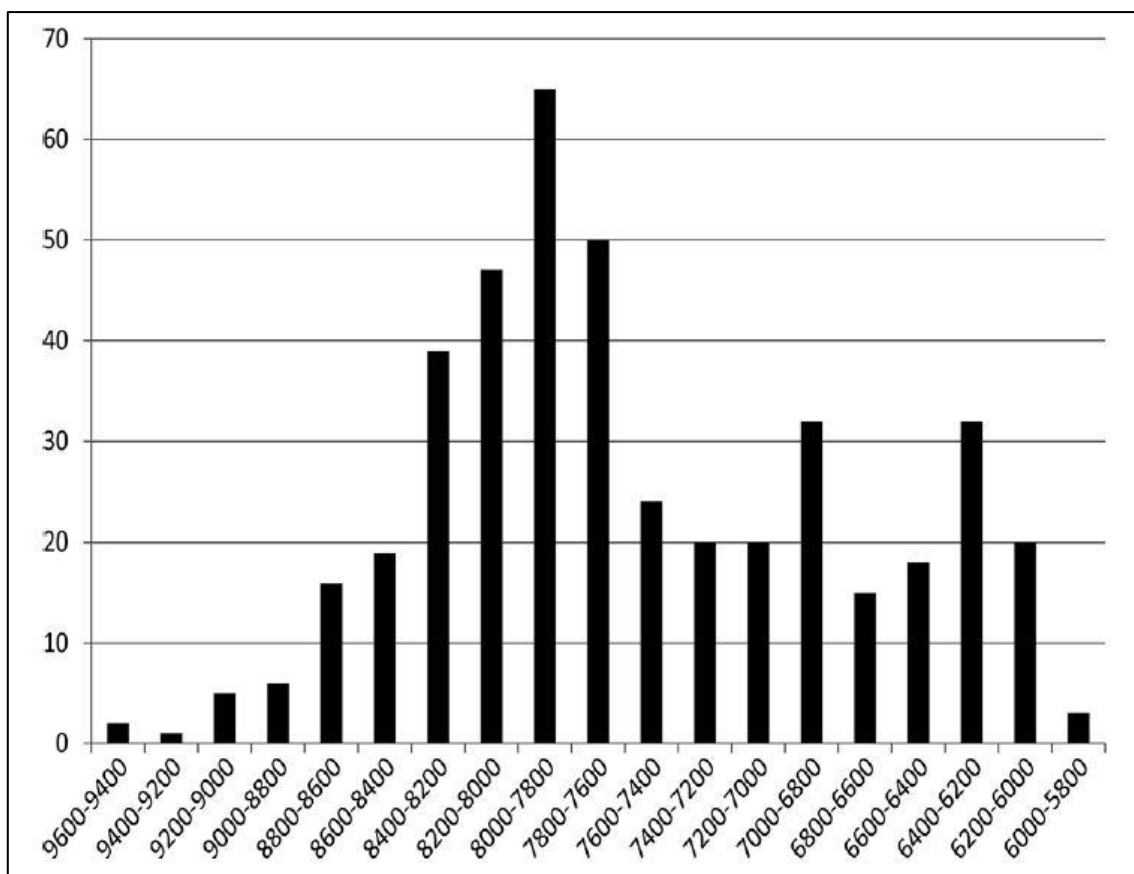
vergelijkbare signalen vertonen. Dit moet vervolgens vergeleken worden met holocene klimaatreconstructies, voornamelijk veranderingen in neerslag (Tipping 1996, 48).

In het mesolithicum in Groot-Brittannië zouden enkele drogere fases hebben plaatsgevonden. Volgens Tipping (1996, 44) veranderen bosbrandregimes rond 8000 uncal BP, wat een periode van grotere droogte zou reflecteren (Figuur 4). Volgens Tipping (2004, 49) is dit te wijten aan het 8200 cal BP event (6200 cal BC) (Alley et al. 1997), een snelle afkoeling en verdroging van het klimaat die 200-400 jaar aansleepte. Op verschillende sites in Zuid-Schotland is een verhoging in microhoutschool zichtbaar rond deze periode (Edwards, Langdon, Sugden 2007, 77). Om dit te kunnen bewijzen, moet er echter een hoge chronologische precisie zijn die volgens Bishop et al. (2015, 68) niet bereikt is in Tipping's analyse. De precisie van zijn dateringen zou niet voldoende zijn om zekerheid te bieden van een verhoging van microhoutschool rond 8000 uncal BP. Als er wordt gekeken naar alternatieve data, zou de toename in micro-houtschool al beginnen voor het 8200 cal BP event en blijft ook daarna zichtbaar. De verhoging blijft zichtbaar tussen 5050 en 4350 cal BC, een relatief natte periode. Indien er bijgevolg geen correlatie is tussen een verhoging in micro-houtschool en drogere fases, dan kan tenminste een deel van de verstoringsfases verklaard worden door invloed van de mens (Bishop et al. 2015, 68).



Figuur 4: Relatieve houtschoolaantallen in stalen genomen op verschillende sites in Schotland

In Vlaanderen werd de samenhang tussen veranderingen in het klimaat en veranderingen in bosbrandregimes onderzocht door 434 contexten met verkoold materiaal te dateren en onderzoeken (Crombé, Langohr, Louwagie 2015, 158)(Figuur 5). Er waren drie grote pieken in houtskoolaantallen zichtbaar. De eerste en grootste piek viel tussen 8400/8200 en 7800/7600 uncal BP, wat overeen komt met ca. 9500/9300 en 8600/8400 cal BP. Dit is het late boreaal en de overgang naar het vroege atlanticum. De tweede piek wordt gesitueerd tussen 7000 en 6800 uncal BP, of ca. 7900/7800 en 7600 cal BP. De laatste piek viel tussen 6400 en 6200 uncal BP, ca. 7350 en 7100 cal BP (Crombé 2016, 313).

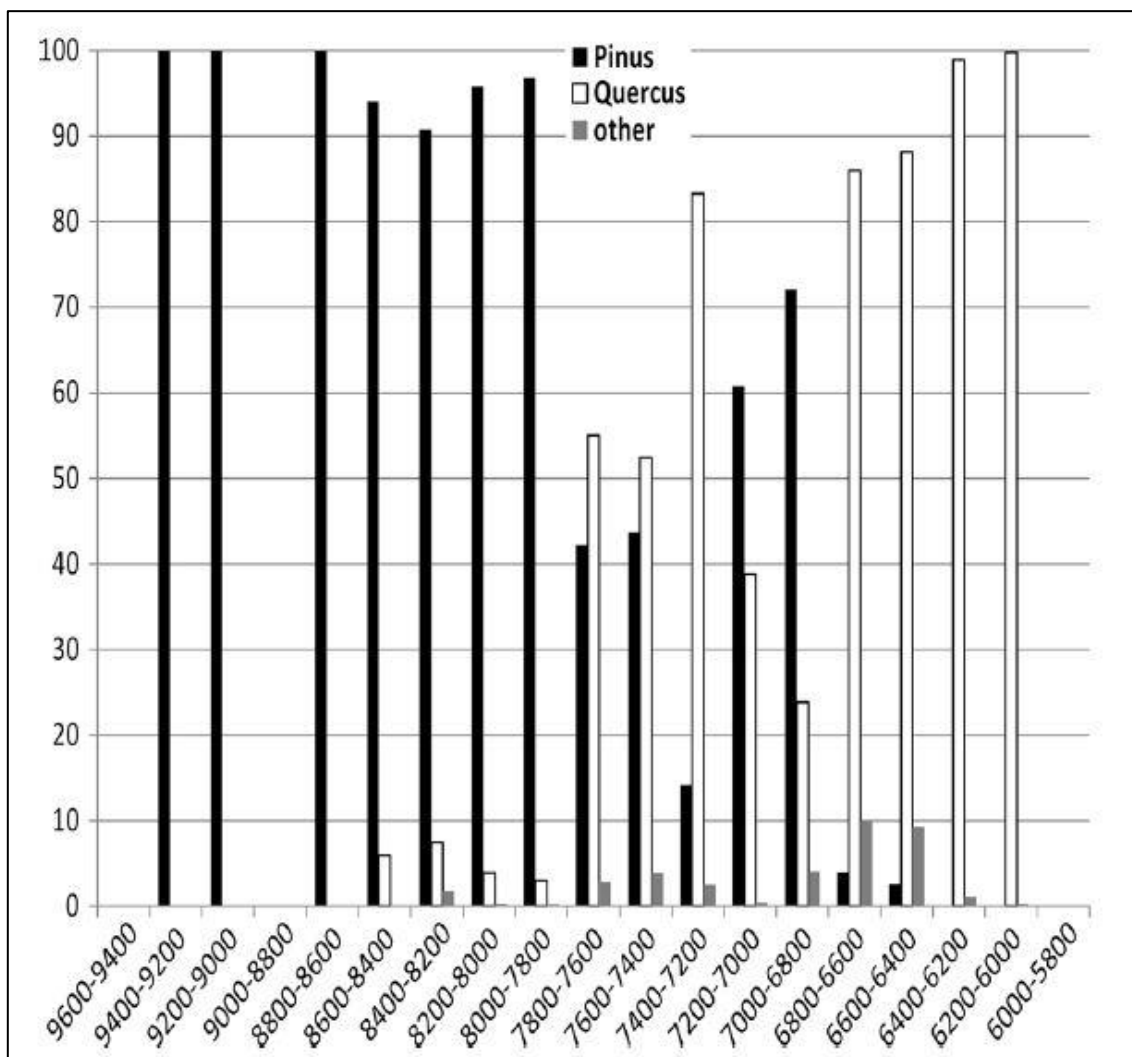


Figuur 5: Ouderdomsverdeling van de gedateerde verkoolde contexten (n=434)

De start van de eerste piek, 8400/8200 uncal BP valt samen met het 9,3 ka cooling event (Edwards, Langdon, Sugden 2007, 77). Deze koude en droge fase van relatief korte duur, minder dan 100 jaar, is goed zichtbaar in o.a. de DYE-3, GRIP en NGRIP ijskernen afkomstig van Groenland en zou een effect gehad hebben op de vegetatie in grote delen van Europa. In de ijskernen is er een toename in bosbranden zichtbaar van meer dan 90%¹ (Taylor et al. 1996, 1;

¹ In ijskernen worden assen en chemische sporen zoals ammonium bewaard afkomstig van het verbranden van biomassa. Deze resten zijn hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit het oosten van Canada, maar over de precieze bron bestaat er nog onzekerheid. De opnamen van assen in ijs gebeurt enkel indien de wind in juiste richting blies waardoor niet alle branden sporen nalaten in de ijskernen (Taylor et al. 1996, 1).

Alley et al. 1997, 483-484; Rasmussen et al. 2007, 1907). Ook in diepzeekernen is het 9,3 ka event duidelijk zichtbaar (Bond et al. 1997, 1262). Naast een daling in de gemiddelde temperatuur was er ook een daling in de watertafelstand. Door de aanhoudende droogte konden blikseminslagen voor meer bosbranden zorgen en dit vooral in dennenbossen (Clark 1988a, 233; Marlon et al. 2009, 2519)(Figuur 6). De den (*Pinus sylvestris*) wordt beschouwd als de boomsoort die het grootste risico op bosbranden kent in Europa. Pollendiagrammen tonen aan dat in deze periode de wouden vooral bestonden uit den en hazelaar. Door een vegetatie *time-lag* zouden bosbrandregimes tot 200 of zelfs 300 jaar na het begin van deze periode nog verandert blijven. Ook een tweede droge fase rond 8000/7800 uncal BP zou een invloed kunnen gehad hebben op bosbrandregimes. Deze is zichtbaar in sommige lacustriene sedimenten, waaronder o.a. in meren in west-Ierland en Schotland (Edwards, Langdon, Sugden 2005, 79; Ghilardi, O'Connell 2013, 107-110; Crombé 2016, 316-317). De bosbranden uit deze periode zouden te wijten zijn aan een kortstondige klimaatsverandering en zijn bijgevolg natuurlijk.



Figuur 6: Dominante boomsoortverdeling van de verkoolde contexten per periode

De tweede, kleinere piek wordt gedateerd tussen 7200 en 6800 uncal BP. In dezelfde periode is er een stijging in *Pinus* houtskool, hoewel na 7800 uncal BP de eik dominant werd in Vlaanderen, samen met populier, els en linde. De aanwezigheid van dichte loofbossen verklaart waarom er vanaf 7800 uncal BP een daling in bosbranden zichtbaar is. Vanaf 7200 uncal BP is de den opnieuw dominant aanwezig. Dit is zichtbaar in de houtskoolarchieven, maar niet in de palynologische archieven. Een verklaring hiervoor is mogelijks een verschil in samplinglocaties. Pollenstalen worden genomen in lager gelegen, natte gebieden, zoals rivier valleien of veensequenties, waar eik en linde bleven groeien, terwijl de houtskoolstalen genomen zijn op hogere, droge zandduinen waar een kortstondige koude fase een grotere impact op de vegetatie zou hebben. Ook deze piek zou kunnen verklaard worden door een verkoeling en verdroging van het klimaat. Het begin van de terugkeer van *Pinus* valt samen met het 8,2 ka event, rond 7300 uncal BP, dat ongeveer 160 jaar duurde (Alley et al. 1997, 484; Crombé 2016, 317-318). Dit zorgde in verschillende gebieden in Europa, zoals in het westen van Ierland (Ghilardi, O'Connell 2013, 100), Schotland (Tipping 1996) en het zuiden van Scandinavië (Hede et al. 2010, 491) voor een terugval in de aanwezigheid van loofbossen en een toename in het aandeel van den (*Pinus*) en berk (*Betula*) (Crombé et al. 2016, 318).

Bij de derde en laatste piek tussen 6400 en 6200 uncal BP is er geen terugval in het aandeel van loofbomen. Zowel pollensequenties als de houtskoolresten geven een dominantie van eik aan, terwijl de den bijna volledig verdwenen is (Crombé 2016, 318). Natuurlijke bosbranden komen weinig voor in dense loofbossen, waardoor de bosbranden in deze periode waarschijnlijk grotendeels door de mens veroorzaakt zijn (Bishop et al. 2015, 67). Ook in andere delen van Europa worden er uit deze periode resten aangetroffen van menselijke manipulatie door afbranding van de omgeving (Crombé 2016, 318). Dit onderzoek toont aan dat hoewel antropogene en natuurlijke branden in houtskoolspectra er hetzelfde uitzien, ze van elkaar kunnen worden gescheiden door andere proxy's te gebruiken zoals klimaatsrecords.

Natuurlijke factoren en invloed van de mens moeten niet noodzakelijk los van elkaar gezien worden. Een opening in het bosbestand kan gecreëerd zijn door natuurlijke factoren zoals grazende herbivoren en windvallen, maar open gehouden geweest zijn door de mens. Dit zou waarschijnlijk ook makkelijker geweest zijn dan zelf openingen creëren aangezien dit in loofbossen veel arbeid vereist (Warren et al. 2013, 642).

Tijdens analyses moet er gestreefd worden naar een zo fijn mogelijke resolutie van de gebruikte proxy's. Stalen moeten niet enkel op de site worden genomen, maar waar mogelijk ook in de omgeving om zo een grondlijn te ontwikkelen van zowel pollen als houtskoolaantallen in de

omgeving (Bowman 1998, 395; Moore 2001, 222). De meeste interpretaties van antropogene verstoringsfasen blijven wel vrij subjectief (Warren et al. 2013, 641).

8. Etnografische cases

Om een mogelijke verklaring te geven voor het afbranden van vegetatie in het mesolithicum kan er worden gekeken naar moderne jager-verzamelaars. Hieronder zal de rol van vegetatiebranden bij Noord-Amerikaanse indianen en Australische Aboriginals worden bestudeerd. De etnografische cases worden niet gebruikt als parallel of analogie voor jager-verzamelaars in het mesolithicum in Noordwest-Europa. Het gebruik van etnografische cases op deze manier zorgt voor verschillende problemen (Binford 1968a, 268; Clark 1968, 276; Gould, Watson 1982, 360). Hier worden ze gebruikt als kader voor de manier waarop jager-verzamelaars kunnen omgaan met hun omgeving en welke rol vuur zou kunnen spelen in hun subsistentie-economie (Brown 1997, 134; Scherjon et al. 2015, 301).

Hoewel er zowel in Amerika als Australië vanaf de 18^e en 19^e eeuw verschillende bronnen het gebruik van vuur door jager-verzamelaars uitvoerig vermelden, werd dit lang genegeerd door etnografen. Tot in de tweede helft van de 20^e eeuw werd hier geen aandacht aan geschonken. Dit is mogelijk te wijten aan het algemene beeld dat heerste in de 20^e eeuw, namelijk dat jager-verzamelaars een passieve rol binnen hun omgeving hadden en dat bosbranden van nature destructief zijn en dus geen nut voor de mens zouden gehad hebben. Het duurde lang voor de ecologische relaties tussen mens en natuur bestudeerd werden (Stewart 1956; Gould 1971; Lewis 1978, 401; Lewis 1982; Bowman 1998, 381). Er heerste ook de veronderstelling dat indianen en Aboriginals “besmet” waren door Europese kolonisten, waardoor hun activiteiten na de kolonisatie verschilden van de periode ervoor en ze dus niet meer het onderwerp konden zijn van een wetenschappelijke studie. Dit idee werd o.a. door Lewis (1989a, 16-17) bekritiseerd. Hij gaf aan dat een verandering in technologie niet noodzakelijk betekend dat de traditionele kennis verloren is gegaan.

Vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw werden er al verschillende etnografische studies rond het gebruik van vuur uitgevoerd (o.a. Jones 1969; Lewis 1973; Gould 1981; Hallam 1985; Bird et al. 2005), maar is er nog steeds te weinig informatie over welke effecten traditionele brandregimes hadden op hun omgeving. Er moeten niet alleen meer etnografische observaties gedaan worden bij zowel indianen als Aboriginals, maar deze individuen moeten ook verder bij het onderzoek betrokken worden om hun visie op brandregimes te verkrijgen (Bowman 1998, 389).

Moderne jager-verzamelaar groepen kunnen gebruikt worden om meer inzicht te verwerven naar het gebruik van vuur binnen de economie van jager-verzamelaars. Deze moderne groepen kunnen niet als directe parallellen gezien worden voor mesolithische groepen daar het vergelijken van verschillende groepen in verschillende regio's in verschillende perioden altijd met de nodige voorzichtigheid benaderd moet worden (Moore 2001, 218). Verschillende moderne groepen combineerden het afbranden van vegetatie met andere activiteiten zoals het snoeien van planten, onkruid wieden, zaaien, etc. Hierdoor deden aan ze *niche construction*. Zowel indianen als Aborigines deden meer dan het klassiek "jager-verzamelaars"-label veronderstelt. Ze maakten actief gebruik van hun omgeving door die niet alleen te exploiteren, maar ook actief aan te passen en manipuleren. Op die manier "produceerden" ze wel voedsel en grondstoffen, maar ze waren geen landbouwers. Slechts een klein deel van hun economie bestond effectief uit geteelde grondstoffen (Rowley-Conwy 2011, 853-854)

In Noord-Amerika is de rol van vuur tijdens de dagelijkse activiteiten goed gekend. Meer dan 100 verschillende groepen jager-verzamelaars, verspreid over het continent, brandden vegetatie af tijdens de jacht of tijdens hun verzamelactiviteiten (Stewart 1956, 119; Mellars 1976, 15). In Californië alleen al zijn er meer dan 35 stammen gekend die gebruik maakten van afbrandingen. Deze groepen waren verspreid over verschillende regio's met verschillende types vegetatie zoals de naaldbossen in het noordwesten aan de kusten van de Stille Oceaan en de chaparral biotopen aan de voet van Sierra Nevada bergen (Lewis 1973, 41; Mellars 1976, 15). Volgens Lewis (1973, 41; Mellars 1976, 15) was het opzettelijk afbranden van vegetatie een praktijk die in Noordwest Amerika door bijna elke stam toegepast werd. Ook langs de oostkust, waar voornamelijk gemengde loof- en naaldbossen aanwezig zijn, werd dit uitgevoerd door verschillende groepen. De vroegste reizigers die naar en door Amerika gingen schreven over bosbranden tussen Florida en New Hampshire, dus bijna over de volledige oostkust (Day 1953, 334, Mellars 1976, 15). Niet alleen in Amerika maar ook in andere landen zoals China, grote delen van Australia, Zuid Afrika en Argentinië zijn dezelfde activiteiten gekend (Mellars 1973, 16; Stewart 1956, 119-121). Het was niet alleen een wijdverspreid, maar ook een frequent fenomeen met vele gebieden die jaarlijks werden afgebrand (Lewis 1973, 44-66; Mellars 1976, 16; Thomson, Smith 1970, 260).

De mens paste natuurlijke bosbrandregimes aan door de frequentie van branden te veranderen, de plaats ervan, de intensiteit en de seizoensaliteit (Lewis 1985, 76; Bowman et al. 2011, 2224). Ze waren zich bewust van de effecten van hun afbranden. Het jaarlijks afbranden gebeurde niet willekeurig of louter omdat het traditie was. Er was niet alleen een enorme kennis vereist over

de mogelijke effecten van de branden, maar ook van wanneer en hoe een brand het beste werd aangestoken om de gewenste effecten te verkrijgen (Stewart 1956, 120; Lewis 1982, 47; Couhlan, Petty 2012, 479).

Voor het afbranden van vegetatie zijn verschillende redenen gekend, zoals het bevorderen van plantengroei en het open houden van bossen, maar ook voor landbouw en om pastorale activiteiten te vergemakkelijken. Scherjon et al. (2015, 302) bekeken 231 cases verspreid over de wereld, bij 94 daarvan werd vuur gebruikt rechtstreeks om voedsel te kunnen verzamelen, bijvoorbeeld door het drijven van wild. In 63 gevallen werd het gebruikt voor sociale doeleinden zoals communicatie of oorlogvoering en meer toekomstgerichte zaken zoals het stimuleren van de groei van planten en het aanleggen van paden kwamen eveneens 63 maal voor.

Volgens Stewart (1956) zou het grootste deel van de praktijken die gebruikt worden door moderne etnografische groepen, behalve het afbranden om landbouw en pastorale activiteiten te bevorderen, ook in de prehistorie gebruikt zijn (Stewart 1956, 123). De precieze reden van afbrandingen is vaak moeilijk af te leiden, zelfs uit interviews aangezien verschillende leden van dezelfde groep andere meningen kunnen hebben (Scherjon et al. 2015, 301).

8.1 Indianen

Het afbranden van vegetatie werd door een groot deel van de indiaanse bevolking in Noord-Amerika uitgevoerd, en dit tenminste sinds 1500 n.Chr., misschien zelfs al meer dan 1000 jaar tot de komst van de Europeanen dit systeem verstoorde. Aan de oostkust werd het afbranden van vegetatie verboden vanaf het begin van de 18^e eeuw en aan de westkust vanaf het einde van de 19^e eeuw (Stewart 1951; Arno 1985, 81; Gruell 1985, 68; Kimmerer, Kanawha Lake 2001, 36).

Hoewel de moderne indiaanse gemeenschap belangrijke veranderingen heeft ondergaan sinds Europese kolonisten zich gevestigd hebben in Noord-Amerika, zoals verplichte migraties, veranderingen in hun economie en een daling van de populatie (Russell 1983, 79), blijft de kennis van verschillende activiteiten die uitgevoerd werden in de pre-koloniale periode nog steeds bewaard. Dit zowel in etnografische verslagen als in levende leden van verschillende indiaanse stammen. Er zijn verschillende bewegingen, waaronder de *Advocates for Indigenous California Language Survival* en de *California Indian Storytelling Association*, die zoveel mogelijk kennis proberen verzamelen en aanleren aan de volgende generaties (Phillips 1985, 88; Anderson 2005, 310).

Elke groep had een enorm gevarieerd dieet bestaande uit verschillende vruchten, zaden, noten, wortels, dierlijk voedsel, etc. Elk individu had een uitgebreide kennis over de planten die in de omgeving groeiden. Ze kenden ook de meeste geschikte technieken om een goede oogst te verzekeren. Het gebruik van vuur was daar een van de belangrijkste van (Anderson 2005, 255).

Bronnen voor het gebruik van vuur zijn voornamelijk afkomstig van Europese kolonisten en antropologische observaties (Lewis 1983, 1985, 1988). De geschreven bronnen afkomstig van de kolonisten vertonen vaak een bias. De Europese kolonisten zagen het afbranden van de vegetatie als een verspilling van natuurlijke rijkdommen en als een destructieve activiteit die zowel de omgeving als nederzettingen bedreigde. Tegelijk zagen ze de wouden als onaangeroerde oerbossen. Ze waren zich niet bewust dat deze bossen al honderden jaren lang werden gemanipuleerd door de mens. Pas later werd geobserveerd dat de meeste afbrandingen zich beperkten tot de ondergroei en bijgevolg niet destructief waren (Anderson 2005, 241; Moore 2001, 219). Verder kunnen ook onrechtstreekse aanwijzingen zoals micro-houtskool en brandlittekens wijzen op het gebruik van vuur door indiaanse stammen, hoewel de interpretatie ervan vaak bekritiseerd wordt en de reden van de afbranding niet kan achterhaald worden via deze methodes. Deze verschillende bronnen en methoden zijn nodig om een betrouwbaar bosbrandregime op te stellen. Het gebruik van één enkele bron is hiervoor niet voldoende (Arno 1985, 83; Lake 2013, 9).

Natuurlijke bosbranden en branden aangestoken door indianen onderscheidden zich van elkaar door verschillen in seizoenaliteit, frequentie en intensiteit. Zowel natuurlijke als antropogene branden droegen bij tot het vormen van de omgeving. In vele gevallen vulden antropogene branden de natuurlijke branden aan, daar deze niet voldoende waren om een fijn genoeg mozaïeklandschap te vormen (Arno 1985, 81; Lewis 1985, 75; Lake 2013, 7). Er werden meestal ook geen grote delen van bossen afgebrand, maar eerder zorgvuldig geselecteerde plaatsen die het meest geschikt waren om een bepaald doel te bereiken. De afbrandingen waren aangepast op het ecosysteem waarin de groep zich bevond op dat moment. De interacties met hun omgeving waren complex en bewust (Phillips 1985, 88).

Lewis en Ferguson (1988, 59) onderscheidden twee verschillende vormen van afbrandingen in bossen. In de eerste plaats waren er de *fire yards* of *patches*, openingen in bossen of andere vegetatie die o.a. werden open gehouden door het gebruik van vuur. Daarnaast waren er de *fire corridors*, langwerpige afgebrande stroken en konden gebruikt worden als paden. In beide plaatsen waren er verhoogde *edge effects* waarbij er tussen twee of meer ecosystemen een

hogere plantendiversiteit en dierlijke aanwezigheid was, waardoor er optimaal gebruik kon gemaakt worden van grondstoffen in gebieden waar deze niet overvloedig aanwezig waren (Williams 2003, 2). Er werden enkel grote gebieden afgebrand wanneer er te veel bomen omgevallen waren na bijvoorbeeld een storm. Dan werden de gevallen bomen weggebrand zodat het bos zich sneller kon herstellen, maar dit kwam zelden voor (Hammett 1992, 125; Moore 2001, 219).

Verschillende studies, zoals die van Knapp en Seastedt (1986), hebben aangetoond dat na het afnemen van het aantal bosbranden in Amerika de productie van graslanden en verschillende andere ecosystemen gedaald is door de accumulatie van brandstof, wat de groei van planten belemmert en zorgt voor intensievere natuurlijke branden. Indianen en hun afbrandingen waren een onmisbaar deel van verschillende ecosystemen (Anderson 2005, 265). Dankzij studies zoals die van Knapp en Seastedt (1986) wordt sinds enkele decennia vuur op bepaalde plaatsen ingezet om de omgeving te beheren. Zo wordt indiaanse kennis geïncorporeerd in moderne beheerstrategieën.

Het lijkt erop dat zo goed als iedere indiaanse groep in Noord-Amerika gebruik maakte van het afbranden van vegetatie. In geschreven bronnen zijn wel weinig specifieke aanwijzingen in welke ecosystemen ze dit deden. Door te kijken naar moderne studies over de effecten van bosbranden op verschillende types vegetatie kan er soms afgeleid worden in welk ecosysteem de afbrandingen plaatsvonden. Zo kan een ecologische dimensie gegeven worden aan de etnografische verslagen. Lewis (1973, 81-82) maakte bijvoorbeeld vooral gebruik van Biswell's studie (1967) over het gebruik van vuur om de vegetatie in Californië correct te beheren. Biswell's model vereist wel dat het tijdstip binnen het jaar, de frequentie en het type vegetatie gekend zijn en dat wordt in de meeste etnografische verslagen niet beschreven waardoor dit soort model niet altijd gebruikt kan worden. Het was wel mogelijk om een algemeen beeld te vormen over hoe indianen vuur gebruikten om hun omgeving vorm te geven en te beheren. Moderne ecologische studies over bosbeheerstrategieën moeten zo ook geïncorporeerd worden het onderzoek en niet enkel andersom (Lewis 1973, 81-82).

Indianen brandden vegetatie af voor verschillende redenen zoals het verhogen van de productie van verschillende fruitsoorten, wortels, zaden en noten, het verhogen van de aanwezigheid van voedsel voor wilde dieren, het bevorderen van de jacht, het verzamelen van materiaal om manden mee te maken, te zorgen voor minder brandstofaccumulatie, het verminderen van insectenplagen, het verhogen van de plantdiversiteit, het verhogen van mobiliteit, communicatie verzorgen, oorlog en het behouden van specifieke ecosystemen en

platensamenstellingen. Ze deden dit doelbewust en berekend (Day 1953, 154; Gruell 1985, 71; Anderson 2005, 136; Raish 2005). Lewis (1973) gaf meer dan 70 redenen waarvoor indianen in Californië vegetatie afbrandden. Russell (1983, 79) deelde de redenen op in 8 hoofdedenen. Ook Williams (2003) lijstte verschillende redenen op na meer dan 300 studies geanalyseerd te hebben, hij deelde deze op in 11 hoofdcategorieën die vaak aanvaard worden als basis categorieën (Anderson 2005)(Tabel 3).

<u>Hoofdcategorieën gebruik van vuur door indianen (naar Williams 2003)</u>	
Jacht	Vuur werd gebruikt voor het drijven van bepaalde diersoorten en om gebieden te openen waar dieren zich konden verzamelen.
Verhogen van de kwantiteit en kwaliteit van planten	De productie van bepaalde planten werd verhoogd.
Verzamelen van insecten	Gebruikt tijdens het verzamelen van krekels, sprinkhanen, etc.
Verwijderen van bomen	Hierbij werd er bijvoorbeeld schors verwijderd waarna erlangs vuur gestookt werd. Dit zorgde ervoor dat de boom stierf en uiteindelijk omviel.
Verhogen van mobiliteit	Het creëren van paden of het verwijderen van ondergroei waardoor er een verhoogde mobiliteit was.
Verwijderen van ongedierte	Het elimineren van insectenplagen, knaagdieren, slangen, etc.
Landbouw	Afbrandingen werden gebruikt tijdens de oogst van bijvoorbeeld graszaden en eikels en om akkers open te houden.
Gebieden brandveilig maken	Door de opstapeling van brandstof te voorkomen konden nederzettingen of economisch nuttige gebieden relatief brandveilig gemaakt worden.
Vrijmaken van oevers	Door struiken af te branden langs oevers en moerassen kon er gras groeien wat de aanwezigheid van verschillende diersoorten zoals bevers en muskusratten verhoogde
Economische doeleinden	Het gebruik van de verschroeide-aarde-techniek waardoor kolonisten gebruik moesten maken van indianen om aan bepaalde grondstoffen te komen.

Oorlogvoering/Communicatie	Het gebruik van rooksignalen, beschutting voor vijanden afbranden, etc.
-----------------------------------	---

Tabel 3: William's hoofdcategorieën voor het gebruik van vegetatiebranden bij indianen (Williams 2003)

De complexe relatie tussen de mens en zijn omgeving resulteerde in een mozaïeklandschap waarin verschillende ecotonen dicht bij elkaar voorkwamen (Lewis 1985, 75). De indianen zagen dit niet als het beheren van de omgeving, maar eerder als zorgen ervoor (Anderson 2005, 153). De frequentie, intensiteit en doeleinden van afbrandingen verschilden van groep tot groep en van vegetatiezone tot vegetatiezone, maar groepen brandden over het algemeen jaarlijks vegetatie af, meestal in de lente en herfst, hoewel ook afbrandingen in de zomer konden plaatsvinden (Gruell 1985, 69; Lewis 1985, 76; Kimmerer, Kanawha Lake 2001, 39).

Hieronder worden enkele regio's verder toegelicht.

8.1.1 New England



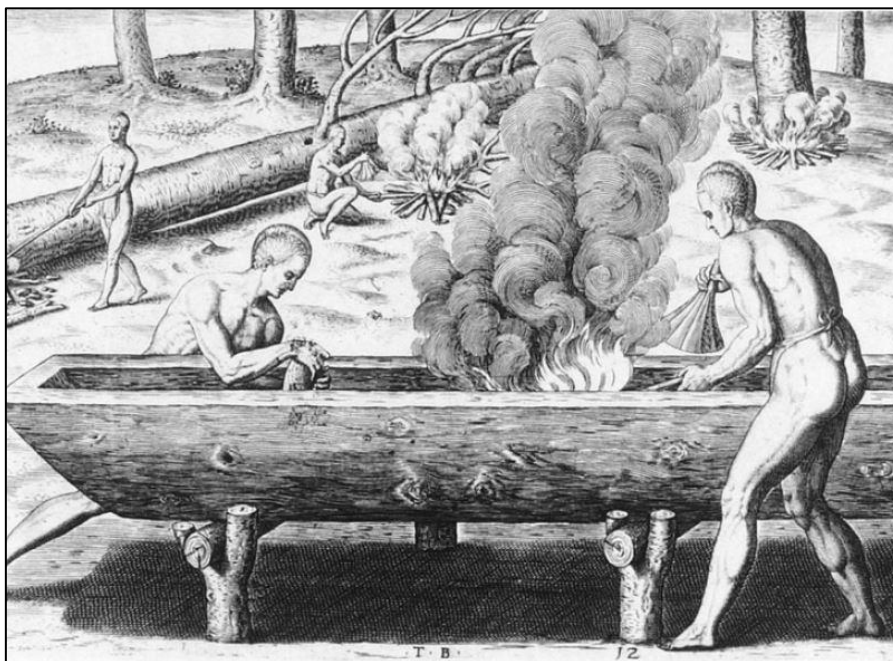
Figuur 7: Kaart New England

In het zuiden van New England, in het noordoosten van de Verenigde Staten (Figuur 7), werd vuur o.a. gebruikt om land vrij te maken rond nederzettingen zodat planten gezaaid konden worden (Figuur 8). Verschillende kolonisten schreven hierover. Om bomen af te branden werd er hout gestapeld tegen de boomstronken, van o.a. dennen, eiken, esdoorns en berken, en in brand gestoken (Cronon 1983). Dit brandde de schors weg waardoor de boom afstierf (Hammett 1992, 123)(Figuur 9). Tussen de dode bomen kon maïs geplant worden en na enkele jaren

konden de uitgedroogde en omgevallen restanten van de bomen volledig weggebrand worden of gebruikt worden als brandhout. Dit was voornamelijk een vrouwelijke activiteit en het zorgde voor het ontstaan van bijna parkachtige bossen. Binnenin de bossen was er een mozaïekpatroon aanwezig van verschillende boomsoorten en open plaatsen met kruidenvegetatie en grassen (Cronon 2003, 48; Moore 2001, 219).

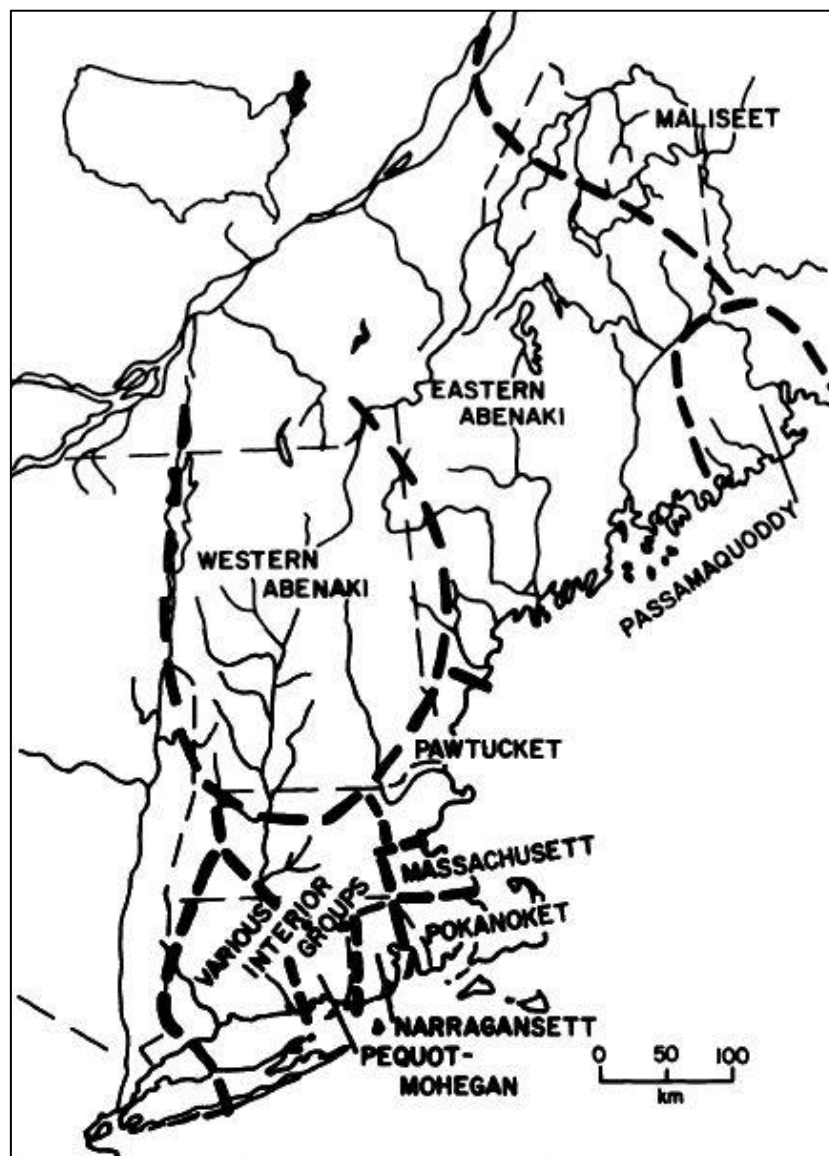


Figuur 8: Ets van John White "an Aged Manne in his Winter Garment" waarop te zien is dat rond nederzettingen bossen geruimd waren



Figuur 9: Ets van John White "The Manner of Making their Boates". Op de achtergrond is zichtbaar hoe bomen werden geveld met vuur.

Verschillende stammen leefden in New England waaronder de Narragansett en de Massachusett in het zuiden van de staat en de Abenaki en Passamaquoddy in het noorden (Figuur 10). De noordelijke groepen maakten in mindere mate gebruik van vuur. Zij maakten meer gebruik van kano's waardoor bossen niet doorkruist moesten worden en leefden van visjacht i.p.v. jacht op boswild of landbouw waardoor het afbranden van vegetatie of ondergroei niet nodig was. In het zuiden van de staat zouden er genoeg indianen aanwezig geweest zijn om een groot deel van de ondergroei jaarlijks af te branden (Bromley 1935). Dit zou ook deels verklaren waarom vegetatie afgebrand werd: een hoge demografische druk op de omgeving, vooral langs de kustgebieden. Dankzij het gebruik van vuur konden de zuidelijke indianengroepen hun omgeving optimaal exploiteren en doorkruisen (Bromley 1935; Day 1953, 336, Patterson, Sassaman 1988, 108-117).



Figuur 10: Lokalisatie van verschillende indianengroepen in New England

Een of tweemaal per jaar werden delen van de ondergroei in de gemengde bossen in het zuiden van New England afgebrand wanneer de ondergroei droog genoeg was, meestal in de lente en aan het einde van de herfst. Dit was grotendeels een mannelijke activiteit. Meestal ging het over loopvuren, kroonbranden kwamen weinig voor (Day 1953, 329; Patterson, Sassaman 1988, 113). Morton, een ontdekkingsreiziger die in 1632 de baai van Massachusetts in New England verkende, schreef dat de lokale indianen twee maal per jaar delen van het bos in brand staken. Ze zouden dit volgens hem zowel in de lente als in de herfst gedaan hebben om het landschap vrij van ondergroei te houden. Ook Wood, die het gebied in 1634 verkende, schreef over dezelfde praktijken. Hij schreef dat er, behalve in moerassen en lage drassige gebieden, geen ondergroei aanwezig was omdat die in november werd weggebrand. Dit om te voorkomen dat de jacht gehinderd werd (Day 1953, 335, Thomson, Smith 1970, 259).

De branden zorgden ervoor dat nutriënten sneller terug in de bodem werden geïntroduceerd en er meer licht de bodem kon bereiken wat kon zorgen voor het groeien van meer vruchten en bessen. Behalve een goede plaats om voedsel te verzamelen, vormden de open plaatsen ook goede verzamelplaatsen voor verschillende soorten wild. Er was een verhoging zowel in de kwantiteit van het boswild als in de gezondheid en grootte ervan. De indianen gebruikten afbrandingen om delen van bossen te regenereren en open te houden zodat ze makkelijk te doorkruisen waren. Hoewel deze praktijken lang succesvol gebruikt werd door indianen, gedurende verschillende honderden jaren, werd het niet altijd goed uitgevoerd. In zowel Boston als Narragansett Bay, werden hele bossen per ongeluk afgebrand (Thompson, Smith 1970, 261; Patterson, Sassaman 1998, 118; Moore 1996, 66-67; Cronon 2003, 48-50).

Na het wegvallen van antropogene bosbrandregimes veranderde de omgeving. Henry David Thoreau schreef in 1855 dat de bossen, en zelfs individuele bomen, kleiner werden en dat er minder eetbare planten voorkwamen, die voordien overvloedig aanwezig waren. Deze veranderingen begonnen vanaf de indianen verdreven werden uit Massachusetts. De bossen gingen van parkachtig naar dichte wouden. Ook dieren, zoals beren en herten, verdwenen grotendeels uit de bossen. Het aantal bosbranden verminderde aangezien er in het oosten van Noord-Amerika relatief weinig blikseminslagen zijn i.v.m. de rest van Noord-Amerika. Indien ze voorkwamen waren het vooral destructieve kroonbranden door de opstapeling aan brandstof (Patterson, Sassaman 1988, 113; Cronon 2003, 3-4).

8.1.2 Alberta



Figuur 11: Kaart Alberta

In deze regio, in het zuidwesten van Canada (Figuur 11), waren er voornamelijk boreale en taiga bossen aanwezig. Er leefden verschillende indianengroepen waaronder de Cree, Salvey en de Métis. De informatie over indianengroepen in dit gebied is vooral afkomstig van interviews afgenomen door Lewis (1982, 20), aangezien er weinig historische bronnen of antropologische studies handelen over dit gebied.

In de bossen werden openingen en graslanden gecreëerd (Figuur 12) dankzij het gebruik van vuur. Deze oppervlaktes varieerden in grootte van enkele are tot met dan 100km² in oppervlakte, hoewel de meesten maar enkele km² groot waren (Lewis 1989a, 11). Dit was voornamelijk een mannelijke activiteit. De grootste oppervlaktes werden afgebrand in de buurt van nederzettingen, de kleinere dieper in de bossen. Behalve het vergemakkelijken van de jacht op verschillende diersoorten zoals hazen, herten en bevers werden openingen gecreëerd en open gehouden om enorme bizonkuddes te kunnen onderhouden. Deze praktijken staan in sterk

contrast met andere gebieden zoals de dennenwouden in Californië waar er minder openingen werden gecreëerd en er voornamelijk ondergroei werd afgebrand (Lewis 1989a, 18).



Figuur 12: Blackfoot indianen bij Calgary, Alberta die een vuur startten om een grasland af te branden

Zonder antropogene afbrandingen werden deze graslanden snel gekoloniseerd door jonge bomen en struiken, daarom werden de graslanden normaal jaarlijks afgebrand. In Noordwest-Alberta, een regio van ongeveer 26.000 vierkante mijl, werd jaarlijks een oppervlakte van meer dan 650 vierkante mijl afgebrand. Langs meren en rivieren werden grassen en riet afgebrand om meer muskusratten en watergevogelte te lokken. In bossen zelf werd er meestal enkel afgebrand indien er na een storm te veel omgevallen bomen aanwezig waren, dit kwam maar eens om de 70-90 jaar voor. Ook in deze regio werd er dankzij de afbrandingen een mozaïeklandschap gevormd opgebouwd uit zowel oude als jonge vegetatie en verschillende ecosystemen (Lewis 1980, 76-77; Lewis 1982, 18-25; Lewis, Ferguson 1988, 68; Lewis 1989a, 18).

De afbrandingen vonden plaats vanaf het midden van april, na het smelten van de sneeuw, tot het einde van mei, of uitzonderlijk in de herfst, maar nooit in de late zomer wanneer de meeste natuurlijke branden plaatsvonden. In de lente waren de grassen al droog genoeg terwijl de bodem en omliggende bossen nog steeds vochtig waren na de natte wintermaanden. Hierdoor konden branden niet ongecontroleerd woedden, werden de wortels van planten niet beschadigd, werden de nesten van vogels niet opgebrand en werd de opstapeling van brandstof gestopt voor

de komst van bliksemstormen in de zomermaanden. Op plaatsen waar het gras nog te vochtig was werden vuren achtergelaten met genoeg brandstof om een aantal dagen te branden, indien in deze periode het gras genoeg opdroogde werd het afgebrand door deze vuren. De meest optimale momenten werden gekozen, en er werd gelet op windpatronen, topografie, seizoen, vochtigheid, tijdstip op de dag, etc. (Lewis 1980, 78; Lewis 1982, 25-28; Lewis 1989a, 11-12).

Na het afbranden groeiden er meer kruidige planten tot enkele jaren na de brand. Doordat er zo vroeg in het jaar afgebrand werd, werd er optimaal gebruik gemaakt van het korte groeiseizoen in deze regio dat maar tussen 60 en 80 dagen lang is. Zo kon het groeiseizoen met twee tot drie weken verlengd worden. Graslanden op rijke gronden werden vaak jaarlijks afgebrand terwijl vegetatie op arme gronden pas na enkele jaren opnieuw werd afgebrand, zonder het onderhouden van de graslanden verdwenen de positieve effecten al na enkele jaren (Lewis 1980, 78; Lewis 1982, 25-28; Kimmerer, Kanawha Lake 2001, 39). Er werd gezorgd dat de nederzettingen zich niet te dicht bevonden bij de grasvelden. Indien de grasvelden te dicht waren bij locaties waar vaak mensen kwamen, bleef het boswild weg. De meest optimale locaties werden gekozen zoals naast meren, stromen of vijvers, plaatsen waar dieren overwinterden of vaak kwamen. Er werd niet willekeurig afgebrand (Lewis 1982, 29).

Dankzij een dicht mozaïekpatroon konden de bossen een diverse dierenpopulatie ondersteunen die geconcentreerd waren op de recent afgebrande plaatsen (Lewis 1982, 16). De afbrandingen droegen verder bij tot een verhoogde mobiliteit, het voorkomen van insectenplagen, onderhouden van paden, verhoogde bessenproductie, plezier en het verzamelen van brandhout (Lewis 1980, 78).

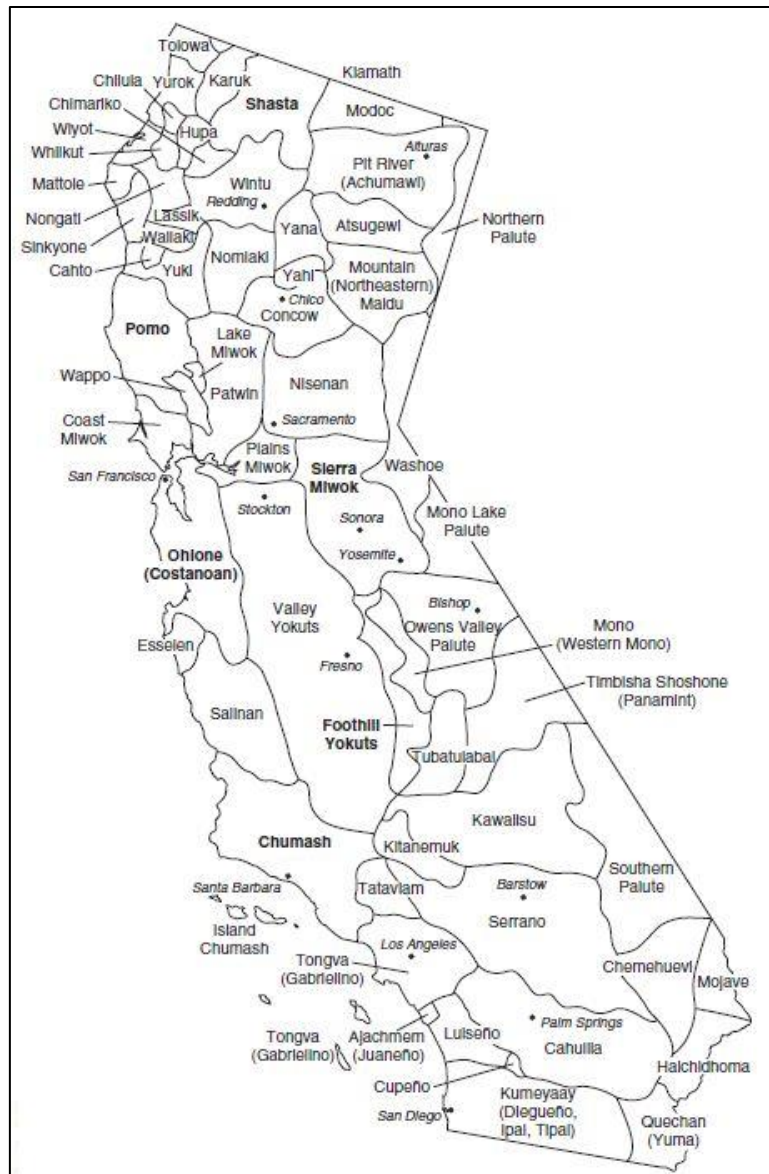
In deze regio was er een duidelijk verschil tussen antropogene en natuurlijke bosbranden in frequentie en seizoenaliteit (Lewis 1980, 82; Lewis 1982, 45). Na het wegvallen van de antropogene afbrandingen verdwenen deze graslanden en werden ze gekoloniseerd door struiken en bomen of landbouwgrond (Lewis 1982, 30).

8.1.3 Californië



Figuur 13: Kaart Californië

Californië is op het vlak van vegetatie en diersoorten een van de meest diverse regio's van Amerika (Figuur 13). Er leefden ook verschillende indianengroepen (Figuur 14). Er wordt geschat dat Californië de grootste bevolkingsdichtheid had in Noord-Amerika voor de komst van de Europese kolonisten. De geschatte bevolking lag gemiddeld tussen 275.000 tot 310.000 personen, verspreid over ca. 600 verschillende groepen (Anderson 2005, 13-14). Dit zorgde ervoor dat er in bepaalde gebieden een bevolkingsdichtheid was van één persoon per twee km². Deze uitzonderlijk hoge dichtheid had er snel voor kunnen zorgen dat een landschap overgeëxploiteerd raakte, waardoor ook bijna het gehele oppervlakte gebruikt werd. Dankzij het gebruik van o.a. het afbranden van vegetatie konden ze de omgeving helpen sneller te herstellen zodat deze niet uitgeput raakte (Lewis 1973, 6; Keeley 2002, 306; Anderson 2005, 127-128).



Figuur 14: Lokalisatie van verschillende indianengroepen in Californië

8.1.3.1 Koloniale bronnen

De vroegste bronnen over vegetatiebranden in deze regio stammen uit de periode van de eerste contacten met Europeanen. De eerste is die van de Cabrillo expeditie, uit de eerste helft van de 16^e eeuw (Anderson 2005, 18). Hij schreef over “veel rook” in het begin van oktober langs de kust van San Diego. Hoewel deze niet noodzakelijk wijzen op bosbranden of het afbranden van de omgeving, maar ook gewoon hardvuren kunnen zijn, waren deze rookpluimen toch in grote getallen aanwezig. Er waren dusdanig veel rookpluimen zichtbaar dat de Spanjaarden de baai van San Diego de naam baai van *Los Fumos* (rook) hadden gegeven. In een latere expeditie van Vizcaino in 1602 werden ook rookpluimen opgemerkt. Zij interpreteerden het als rooksignalen om de Spanjaarden te contacteren. De beschrijving van de schaal en grootte doet vermoeden

dat het geen signaalvuren waren en het feit dat ze zowel overdag als 's nachts zichtbaar waren doet vermoeden dat het bosbranden waren (Bean, Lawton 1973, xviii-xxi).

Duidelijkere aanwijzingen dat indianen hun omgeving manipuleerden werden gegeven door José Longinos Martínez in 1792. Hij schreef dat deze praktijk wijdverspreid was en zeker voorkwam vanaf het midden van de baai van Californië tot *Alta California*, een gebied dat samenvalt met huidig Noord-Californië en delen van Arizona, Nevada, Utah en Wyoming. Volgens hem werd het afbranden van vegetatie in de eerste plaats uitgevoerd om de ondergroei te verwijderen om de jacht op konijnen en hazen makkelijker te maken en in de tweede plaats omdat er na het afbranden van de ondergroei plantenscheuten begonnen te groeien die als voedsel voor vee konden dienen. Ook Crespi geeft aan dat het afbranden van graslanden diende om de jacht op hazen te vergemakkelijken. Hij schreef dit na de expeditie van Portolá in 1769-1770 tussen San Diego en San Francisco, maar zelf heeft hij dit nooit geobserveerd. Hij schreef over verschillende branden die plaatsvonden tussen juli en oktober (Bean, Lawton 1973, xviii-xxi; Cuthrell et al. 2012, 154-155). Ook in 1774 werd het afbranden van grasvelden besproken, dit keer door Fernando Rivera y Moncada, die schreef dat indianen grasvelden afbrandden om de oogst van zaden in het volgende jaar te verzekeren en om konijnen die mogelijk in de grasvelden zaten te vangen (Anderson 2005, 262-263). Hoewel Longinos Martínez schreef dat het afbranden van de omgeving om de productie van wilde planten te bevorderen een wijdverspreide praktijk was, is dit weinig geobserveerd bij zuid-Californische indianen (Bean, Lawton 1973, xxi).

Uit verslagen van de eerste ontdekkingsreizigers en missionarissen is het vaak moeilijk om bruikbare informatie te halen. Verder dan aangeven dat vegetatie werd afgebrand door indianen werd meestal in vroeg-koloniale bronnen niet gegaan. Er werd weinig informatie gegeven over de omgeving, de aanwezige vegetatie, het tijdstip van het jaar en de frequentie van het afbranden. Ook is niet altijd geweten over welke groepen er gesproken wordt. Dit alles zorgt ervoor dat de studie van deze bronnen complex is.

8.1.3.2 Etnografische bronnen

Afbranden van vegetatie was het belangrijkste werktuig dat de indianen ter beschikking hadden om hun omgeving te manipuleren volgens Lewis (1973, 41). Een aanzienlijk deel van de indiaanse stammen maakten er gebruik van. Steward (1941, 281) beschreef 19 stammen waarvan er 15 gebruik maakten van afbranding om de productie van planten te verhogen en Stewart (1941, 376) beschreef 14 stammen waarvan er 7 afbrandingen gebruikten (Bean, Lawton 1973, xxvii). Volgens Omer Stewart (1955, 5) deden bijna alle stammen in de staten

langs de Oostkust van de Verenigde Staten aan afbranding van de vegetatie. Hij vermeldde er wel niet bij waarom ze dit deden en wat de effecten van hun afbrandingen precies waren. Louter stammen of groepen opsommen die aan afbranding deden is niet genoeg als hun omgeving of effecten niet vermeldt worden, wat nogmaals aantoont dat niet alle etnografische literatuur even nuttig is (Lewis 1973, 9).

Vegetatiebranden waren een belangrijk onderdeel van het ontstaan en blijvend bestaan van de verschillende ecosystemen (Anderson 2005, 125). Het land dat werd “ontdekt” door Europeanen was allesbehalve onaangeroerd en werd al eeuwen aangepast door de inheemse bevolking. Het herhaaldelijk afbranden zou een zeer goede omgeving voor planten gecreëerd hebben die zich snel zouden voortplanten en zo een relatief grote bevolking ondersteunen (Bean, Lawton 1973, xviii). Vuur was zonder twijfel de belangrijkste en meest wijdverspreide manier gebruikt door de indianen in Californië om de omgeving te manipuleren. In Californië werd voornamelijk ondergroei afgebrand, zelden werden bomen afgebrand (Lewis 1973, 41).

De frequentie van afbrandingen was afhankelijk van de groep waarover er gesproken werd, in welk ecosysteem en met welk doel. Volgens Kroeber (1939) werd de hazelaar elke twee jaar afgebrand om de takken ervan te kunnen oogsten, struiken voor bessen elke drie jaar en het afbranden van ondergroei om het beschikbaar voedsel voor elanden te verhogen gebeurde om de drie tot vijf jaar. Gemiddeld gebeurde het afbranden om de twee tot vijf jaar. Hoewel deze activiteiten een duidelijke kennis van de omgeving verraden, zag Kroeber de indianen nog steeds als mensen die hun omgeving niet actief aanpasten. Enkel landbouwers zouden hun omgeving aanpassen (Anderson 2005, 126). De grens tussen jager-verzamelaar en landbouwer wordt verder vervaagd doordat verschillende technieken zoals snoeien, zaaien en onkruid wieden ook gebruikt werden door indianen. Praktijken die niet in het klassieke jager-verzamelaars beeld passen (Anderson 2005, 127).

Het tijdstip van de afbrandingen verschilt per ecosysteem, maar in de meeste gevallen vonden deze activiteiten plaats vanaf de late zomer tot in de winter, tussen het midden van juli tot in december (Anderson 2005, 138-139). Ook tijdens andere perioden binnen het jaar werd afgebrand. Het meest optimale moment per ecosysteem werd gekozen. Het tijdstip heeft te maken met welke plantensoort er gebruikt werd in hoe brandbaar de omgeving was. Een belangrijke activiteit was het afbranden van struiken waardoor de takken dunner terug groeiden en zo meer geschikt voor het vlechten van manden. Dit was voornamelijk een vrouwelijke activiteit. Oncontroleerbare branden werden vermeden door elke struik apart af te branden. Bij de Mono indianen werden dit in januari en februari uitgevoerd. Bij andere groepen, zoals de

Hupa, Yurok en Karok, werd dit in de zomermaanden of in de herfst gedaan (Anderson 2005, 187). Het produceren van manden was een belangrijke activiteit binnen alle indianengroepen. Indiaanse manden waren wereldbekaamd. Enkel dankzij het gebruik van vuur konden ze de productie ervan blijven garanderen en de kwaliteit hoog houden.

Indianen in Californië brandden ook vegetatie af om het beschikbaar voedsel voor wilde dieren te verhogen (Bean, Lawton 1973, xvii; Davies, Robb, Ladbrook 2005, 281). Dit zorgde voor een grote populatie in verschillende ecosystemen. De grote aanwezigheid van boswild waarover verschillende ontdekkingsreizigers schreven kan hierdoor verklaard worden. La Pérouse schreef na zijn reis in 1785-1788 hoe verbaasd hij was over de hoeveelheid wild. Ook Junípero Serra, een missionaris in de 18^e eeuw, refereerde herhaaldelijk naar de grote hoeveelheid wild. (Bean, Lawton 1973, xxviii-xxix; Cochrane 2003). Dankzij de verhoging in mobiliteit die ontstond na het afbranden van de ondergroei kon er makkelijker gejaagd worden op het boswild. (Anderson 2005, 148-149).

Vuur werd niet alleen voor de jacht aangestoken, maar kon ook tijdens de jacht gebruikt worden om dieren weg te jagen uit schuilplaatsen of ze naar een gewenste plaats te drijven (Hammett 1992, 128). Hoewel vuur tijdens de jacht op verschillende dieren zoals herten en eekhoorns, kon gebruikt worden, was dit het meest courant tijdens de jacht op konijnen. De Yumans maakten ringen van brandende struiken om konijnen te drijven. De Luiseño staken de nesten van ratten en eekhoorns in brand om ze naar buiten te drijven (Bean, Lawton 1973, xxiii). Rook werd ook gebruikt, niet enkel om dieren uit te roken, maar ook om ze te verstikken in hun schuilplaatsen. Deze jachten vonden bij de Kuzedika plaats tussen de late zomer en de vroege herfst (Anderson 2005, 149). Over de grootte van de branden tijdens de jacht op verschillende dieren is weinig gekend, maar over het algemeen lijkt het erop dat er kleine brandhaarden gesticht werden. Bij de jacht op sprinkhanen werden er grote oppervlakten afgebrand, tot verschillende ha. Branden hiervoor waren dermate groot dat verschillende groepen ervoor samenwerkten (Mooney 1890, 260; Du Bois 1935, 14; Anderson 2005, 150).

Het voorkomen van intensieve natuurlijke branden was van groot belang voor de indianen. Tientallen groepen, waaronder de Karuk, Maidu, Lassik en Mono, brandden ondergroei af om de omgeving “op te kuisen”. Dit opkuisen van de omgeving is niet alleen van belang in Californië, maar ook in andere delen van Noord-Amerika en zelfs in Australië. Door ondergroei af te branden werd de accumulatie van plantenafval, en dus brandstof, voorkomen en werd tegelijk de mobiliteit verhoogd. Dit creëerde bijna parkachtige bossen. De Tolowa deden dit tussen september en November. In deze maanden was de ondergroei nog droog, maar de rest

van de omgeving niet meer waardoor de branden onder controle konden worden gehouden. Ze deden dit gemiddeld om de twee jaar. De Mono brandden enkel ondergroei af in valleien en aan de voeten van gebergtes, nooit in de gebergtes zelf aangezien er daar genoeg natuurlijke bosbranden waren waardoor brandstof zich niet kon opstapelen (Anderson 2005, 151-152).

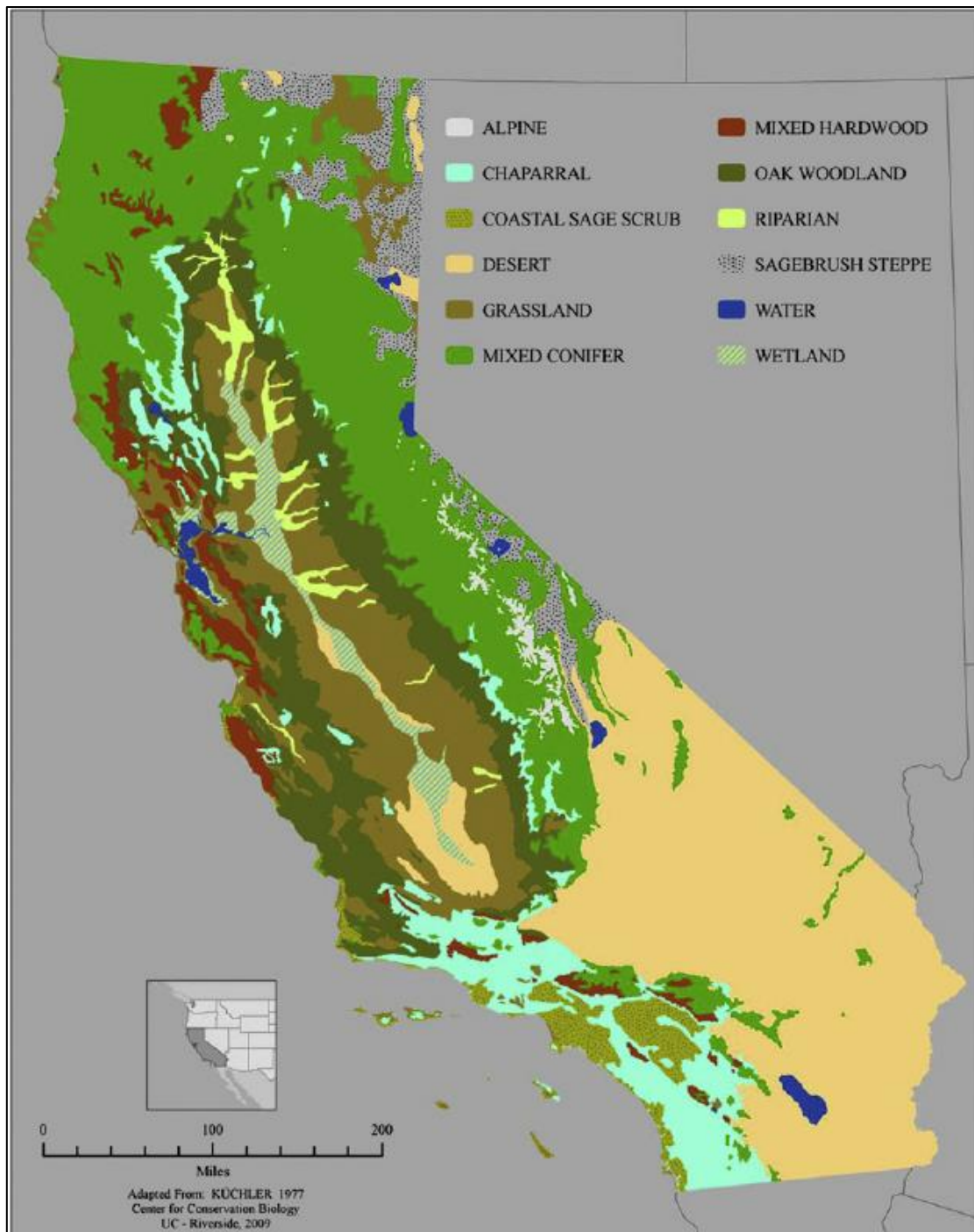
De grootte van een brand was afhankelijk van verschillende factoren en kon tot verschillende km² oplopen. Volgens Martin en Sapsis (1992) werd er in Californië jaarlijks tussen 5,6 miljoen en 13 miljoen acres afgebrand, wat omgerekend tussen 2,24 miljoen en 5,2 miljoen ha is (Anderson 2005, 136). Indianen brandden voornamelijk kleine oppervlakten af. Niet omdat ze niet de kennis hadden om grotere oppervlakten af te branden zoals sommige onderzoekers aannemen (Burcham 1959; Clar 1959), maar omdat ze de grondstoffen wouden concentreren op bepaalde plaatsen. Daarvoor moesten ze geen grote impact uitoefenen. Integendeel, het afbranden van grote oppervlakten zou ervoor gezorgd hebben dat er minder gevarieerde ecotonen waren en zou zo de algemene productie van dier en plant verlaagd hebben. Door het complex systeem van kleine afgebrande oppervlakten ontstonden er gevarieerdere ecosystemen. Na de komst van de Europeanen werd er alsmaar minder afgebrand door een algemene daling van de populatie ten gevolge van oorlogen en epidemieën. Vanaf ongeveer het midden van de 19^e eeuw werd de omgeving amper nog beheerd door indianen (Lewis 1973, 84-85).

Zowel uit koloniale als uit etnografische bronnen is het vaak moeilijk af te leiden in welke ecologische contexten de afbrandingen plaatsvonden. Zelden wordt de vegetatiecompositie vermeld, hoe intensief een brand was, de grootte van een brand, etc. Het kan wel mogelijk zijn, indien er genoeg indirecte aanwijzingen zijn, om het ecosysteem waarin de afbrandingen plaatsvonden af te leiden. Door modern bosbrandonderzoek te gebruiken kunnen er verwachtingen opgesteld worden over de effecten van een brand die kunnen gebruikt worden bij het onderzoeken van geschreven bronnen. Het interpreteren van indirecte aanwijzingen vereist een uitgebreide kennis van zowel bosbrandregimes in de verschillende ecosystemen binnen Californië als van de verschillende indianengroepen in deze regio (Lewis 1973, 41-47). Hierdoor kan er aan verschillende bronnen toch nog een ecologische context gegeven worden. Bijvoorbeeld het creëren van kleine cirkelvormige openingen in het vegetatiedek werd in het noorden van Californië gedaan in chaparral ecosystemen en niet in dennenwouden of grasvelden aangezien deze techniek in deze ecosystemen geen voordelen zouden bieden. Indien cirkelvormige openingen worden beschreven zou er kunnen afgeleid worden dat de bron een chaparral ecosysteem beschrijft (Lewis 1973, 54). Indiaanse stammen maakten in de meeste

gevallen gebruik van twee of meer vegetatiezones, waardoor de interpretatie van bronnen complex is. (Lewis 1973, 82-83; Anderson 2005, 38). De drie belangrijkste ecosystemen in Californië zullen hieronder besproken worden.

8.1.3.3 Ecosystemen

In Californië zijn er verschillende vegetatiezones en ecosystemen aanwezig. Hiervan zijn er drie de belangrijkste: Graslanden en bossen, Dennenwouden en Chaparral (Figuur 15).



Figuur 15: Vegetatiezones binnen Californië

8.1.3.3.1 Graslanden en bossen

Graslanden en gemengde loofwouden zijn dominant aanwezig in de Central Valley in het centrum van de staat. Hier groeiden clusters van bomen en struiken binnen uitgestrekte grasvelden. Sinds de kolonisatie van Californië door Europeanen werden deze graslanden gebruikt als landbouwgrond. Afhankelijk van plaatselijke factoren zoals bodemvruchtbaarheid, neerslag, etc. waren graslanden of bossen dominant. Eiken, dennen en wilgen vormen de dominante boomsoorten, struiken kwamen relatief weinig voor door de grote hoeveelheid branden in deze regio (Lewis 1973, 17-19; Arno 1985, 81).

Er is relatief weinig informatie over antropogene brandregimes in graslanden. Weinig koloniale en etnografische bronnen handelen over deze regio. Over de Maidu stam in de vallei van Sacramento is bijvoorbeeld enkel geweten dat ze gras afbrandden wanneer het te hoog stond. Afbrandingen lijken in dit gebied plaats te hebben gevonden in de lente of in de late zomer tot herfst. Zo is er bijvoorbeeld het verslag van Fernandi Rivera y Moncada op 3 oktober 1774 waarin hij beschrijft dat een van de branden van de indianen zijn presidio had bedreigd (Lewis 1973, 42-43). De afbrandingen van de indianen zorgden voor veel spanningen tussen de Spanjaarden in het gebied en de indianen. De indianen brandden graslanden af om de graszaadproductie te verhogen voor de volgende jaren, maar de Spanjaarden gebruikten deze grasvelden als voeder voor hun paarden. Omdat de indianen de graslanden bleven afbranden en zo het voedsel voor de Spaanse paarden in gevaar kwam, vaardigde Arrillaga, de Spaanse gouverneur in Californië in 1793 een decreet uit om branden in Californië te reguleren. Dit illustreert dat indiaanse branden wijdverspreid genoeg waren dat ze een gevaar voor de Spanjaarden vormden (Lewis 1973, 44; Phillips 1985, 89).

Volgens Driver (1937, 61) waren er 21 groepen die vuur gebruikten tijdens de jacht, maar verder geeft hij hier geen informatie over waardoor deze informatie bijna onbruikbaar is. Jepsen (1923), een botanist, geeft wel informatie die ecologisch nuttig is. Hij schreef dat de eikenbomen, die een belangrijke plaats in de voedsleconomie van de indianen hadden, niet dicht op elkaar stonden in Californië. Die afstand zou ontstaan zijn dankzij de vele afbrandingen door de indianen. Verder zijn er weinig aanwijzingen over de relatie tussen mens, dier en plant in de uitgestrekte grasvelden van Californië. Er werd op bepaalde plaatsen wel afgebrand, maar de ecologische omstandigheden hierrond blijven een raadsel (Lewis 1973, 44-45). Bij moderne bosbeheerstrategieën wordt er aangeraden om tijdens de late zomer, wanneer de grassen droog zijn, vegetatie af te branden. Dit zorgt voor gezonde en productieve grassen in het volgende groeiseizoen met een hogere productie van graszaden. De graszaden zijn in de late zomer of de

herfst al geoogst waardoor dit het optimale moment was om de grassen af te branden. Misschien kozen de indianen er daarom voor om in deze maanden vegetatie af te branden. Verschillende groepen zoals de Pomo, Mono, Yurok, Hupa en Yuki oogsten al in juli. Om te voorkomen dat de brandden de woningen van de stam in gevaar brachten, bleven de vrouwen in de buurt van de branden om indien nodig brandhaarden uit te doven. De meeste teksten doen vermoeden dat het afbranden van deze grasvelden gebeurde tussen juli en oktober (Stewart 1951, 320; Lewis 1973, 17-19; Arno 1985, 81; Anderson 2005, 263).

De Cahuila indianen in zuid-Californië brandden graslanden en chia af om de productie ervan te verhogen (Bean 1972). Chia en graslanden werden ook afgebrand door de Cupeño, de berg-Cahuila, de noorderlijke Diegueño en de zuidelijke Diegueño, allemaal zuid-Californische en Noord-Mexicaanse stammen (Anderson 2005, 264). De Diegueño deden dit om het groeien van grassen en eenjarige planten te bevorderen voor menselijke consumptie, maar ook als graaslanden voor herten, antilopen en konijnen. Grassen die gebruikt werden om manden mee te vlechten werden om de drie jaar afgebrand waardoor de kwaliteit ervan hoog bleef. Volgens Lee (1937, 48) zorgde het afbranden door de zuidelijke Diegueño ervoor dat grassen groter en dikker teruggroeiden. Dagboeken en kranten van kolonisten in San Diego schreven dat het afbranden van vegetatie nog steeds veelvuldig werd uitgevoerd door indianen in 1870, dit in de late zomer en de herfst (Bean, Lawton 1973, xxi-xxii).

Meer informatie is beschikbaar over de overgangszones tussen bossen en grasvelden bijvoorbeeld in kleine rivier valleien. Het landschap zou goed onderhouden geweest zijn door het struikgewas en de ondergroei jaarlijks af te branden. Deze branden waren van een lage intensiteit en zouden bomen niet beschadigd hebben, enkel dode takken en dode bomen. Dit werd waarschijnlijk in de zomermaanden gedaan wanneer de ondergroei uitgedroogd was, maar dit is moeilijk af te leiden uit geschreven bronnen (Lewis 1973, 45-46; Anderson 2005, 146).

Verschillende groepen in Californië, waaronder de Hupa, Yurok en Karuk, brandden jaarlijks insectennesten af aan de voet van eikenbomen om schade aan de takken te voorkomen. De takken werden gebruikt om manden te vlechten. Ook struiken werden in brand gestoken om insecten uit te roken wat de kwaliteit van vruchten kon verhogen (Anderson 2005, 145-146). Door vegetatie onder en rond eikenbomen af te branden werden er nutriënten in de bodem geïntroduceerd die konden zorgen voor een verhoging van de productie van eikels (Anderson 2005, 255). Eikels waren een belangrijk deel van het dieet van de indianenstammen in Californië, van dermate hoog belang dat Gifford de voedsel economie in deze regio een eikel-economie noemde. Om de oogst hiervan te blijven verzekeren gebruikten verschillende

stammen, waaronder de Mono, Pomo, Yurok en Maidu, vuur. Het afbranden van de vegetatie onder en rond eikenbomen gebeurde doorgaans in de late herfst, vanaf oktober, wat er voor zorgde dat de eikels makkelijker te verzamelen waren aangezien het plantenafval weggebrand werd en de eikels daardoor beter zichtbaar werden (Gifford 1971, 301; Anderson 2005, 285). Verder zorgden de branden er ook voor dat er meer paddenstoelen en eetbare grassen rond de eikenbomen groeiden.

Hoewel het afbranden van vegetatie beperkt werd vanaf het einde van de 18^e en volledig verboden werd in het begin van de 20^e eeuw blijft de kennis bestaan van het gebruik van vuur. Dit is duidelijk in interviews met leden van indiaanse stammen, zowel oud als jong (Anderson 2005, 264). Kennis van activiteiten die millennia lang werden gebruikt, verdwijnen niet snel uit het collectief geheugen van een groep.

8.1.3.3.2 Dennenwouden

Dennenbomen (*Pinus Ponderosa*) zijn in bepaalde gebieden in Californië dominant aanwezig: in het Sierra Nevada gebergte, langs de kustvlaktes en op de hogere delen van kleine gebergten in Californië. Vuur speelt ook in deze zones een belangrijke rol in de ontwikkeling en in stand houding van het ecosysteem, dit wordt goed geïllustreerd door de reuzesequoia, een soort die zich heeft aangepast om bosbranden te doorstaan door de vorming van een dikke schors (Arno 1985, 82; Keeley 2002, 303). De bossen voor de komst van de Europeanen hadden een ander uitzicht dan vandaag. Ze bestonden uit verschillende kleine clusters, tien tot dertig bomen van dezelfde ouderdom, met tussen de clusters grasvelden, waardoor ze eerder leken op open parken en vormden zo een mozaïeklandschap. Verschillende kolonisten beschreven dit. Volgens hen konden de bossen makkelijk te paard worden doorkruist zelfs zonder dat er paden aanwezig waren (Biswell 1973, 69). Het waren geen dichte dennenwouden zoals vandaag het geval is. Branden konden in bepaalde gebieden zeer regelmatig voorkomen, zelfs al om de twee jaar (Lewis 1973, 32-35; Anderson 2005, 282).

Het afbranden van vegetatie in dennenwouden, meestal a.d.h.v. loopvuren, had verschillende effecten: het bevorderde de regeneratie van de wouden door oude en zieke bomen te verwijderen en verdunde het door jonge bomen en ondergroei weg te branden. Dit zorgde onmiddellijk voor een opener landschap waar er makkelijker kon worden doorgereisd en er zich minder snel boomziektes konden verspreiden. Om de mobiliteit nog verder te verhogen werden paden of *fire corridors* aangelegd (Lewis, Ferguson 1988, 62). De verwijdering van plantenafval betekende vooral dat natuurlijke bosbranden minder destructief waren en zich moeilijker konden voortplanten. De branden hadden een drievoudige positieve invloed de groei

van planten: nutriënten werden geïntroduceerd wat voor vruchtbaardere gronden zorgde, het verwijderen van boomkruinen zorgde ervoor dat zonlicht de vegetatie beter kon bereiken en ook regenval kon sneller in de grond sijpelen. Dennenwouden hebben, i.t.t. loofbossen, over het algemeen een kleinere draagkracht door het dichte vegetatiedek en de snelle opstapeling van dennennaalden die de groei van struiken en kruiden voorkomen. Dankzij het gebruik van vuur konden mensen optimaal gebruik maken van dit vegetatietype (Biswell 1973, 70-71; Mellars 1975, 51; Arno 1985, 83). Verder werden er open plaatsen binnen de wouden gecreëerd. Deze open plaatsen werden frequent opnieuw afgebrand om ze open te houden. De open plaatsen hadden een zeer belangrijke plaats in de ecosystemen doordat er niet alleen planten groeiden, maar er zich ook wild verzamelde. Wild was er in grote getallen aanwezig op de open plaatsen i.t.t. de omliggende wouden waar ze bijna volledig afwezig waren. De indianen legden begaanbare paden aan tussen de verschillende prairies (Stewart 1956, 119; Lewis 1973, 65-67; Lewis, Ferguson 1988, 62). De meeste prairies waren niet groter dan 400m bij 1200m, of 48ha (Lewis 1973, 69).

Langs de kustvlaktes komen blikseminslagen minder voor dan op de flanken van het Sierra Nevada gebergte. Hierdoor zijn er minder natuurlijke bosbranden in deze regio's. Op de meeste plaatsen in deze regio zou er maar één brand per honderd jaar plaatsgevonden hebben. Bij onderzoeken naar brandlittekens op reuzensequoia's lag de frequentie van bosbranden echter veel hoger. Het grootste deel van de bosbranden zou dus door het toedoen van indianen zijn (Stewart 1956, 124; Cuthrell et al. 2012, 162). De groepen in deze regio die geen toegang hadden tot rivieren, en dus niet aan visvangst konden doen zoals de Karok, Hupa en Whilkut, moesten gebruik maken van de dennenwouden en de schaarse grondstoffen daarin. De Karok en Hupa brandden ondergroei af in de zomer of in de vroege herfst. Ze deden dit o.a. om het groeien van de takken van hazelaarstruiken te verhogen die gebruikt werden om manden mee te vlechten. Vanaf de volgende lente groeiden nieuwe takken, maar deze werden pas in het tweede of het derde jaar na een brand verzameld. Het zorgde er ook voor dat er makkelijker zaden konden verzamelt worden nadat de planten weggebrand waren. Zonder afbranding zou de dichte ondergroei ervoor zorgen dat deze planten niet konden groeien en zouden wouden bijna ondoorgankelijk geweest zijn. Andere groepen probeerden de productie van zaden te verhogen en meer plantenbedekking te verkrijgen. De Wiyot brandden om de twee of drie jaar vegetatie af om meer bessen en zaden te verkrijgen en ervoor te zorgen dat er meer eetbaar plantenmateriaal beschikbaar was voor herten (Lewis 1973, 60-65). De Tolowa brandden niet

af in de zomer of herfst, maar in de lente. Zij brandden droge varens af tijdens de jacht om dieren te drijven (Lewis 1973, 64).

Volgens Gould (1973), die zich baseerde op interviews met leden van indiaanse stammen, gepubliceerde bronnen en archiefmateriaal, werden de bossen langs de kust bijna jaarlijks afgebrand en was deze praktijk wijdverspreid. De bevolking was in realiteit echter niet groot genoeg om alle bossen jaarlijks af te branden en grote branden kwamen maar twee of drie keer per honderd jaar voor, maar kleine, lokale afbrandingen kwamen frequent voor. Enkel de grasvelden binnen wouden zouden jaarlijks afgebrand zijn (Lewis 1973, 65; Keeley 2002, 303; Anderson 2005, 151). Onderzoeken naar brandlittekens op blauwe eiken (*Quercus Douglasii*), een boomsoort die vaak voorkomt in dennenwouden, geven een ander beeld. De littekens op blauwe eiken die gesampled waren 30km ten oosten van Marysville tonen een brandfrequentie aan die tussen 8 en 49 jaar ligt, met de mediaan rond 28,5 jaar. In een gelijkaardig onderzoek in het Tehachapi gebergte lag dat interval tussen 9,6 en 13,6 jaar (Cooper 1961, 150; Biswell 1973, 73; Anderson 2005, 282). Dit zijn relatief korte intervallen en tonen aan dat intensieve branden relatief veel voorkwamen (Gruell 1985, 69).

Door de frequente afbrandingen werden dennenwouden afhankelijk van vuur. Het wegvallen van het antropogene bosbrandregime, na de komst van de Europeanen, zorgde voor een onstabiele situatie met competitie tussen planten, geen hernieuwing van het vegetatiedek en een opstapeling van afval. In de 20^e eeuw werd er daarvoor besloten om op bepaalde plaatsen opnieuw vegetatie af te branden, in de hoop om de bossen te doen herleven (Biswell 1973, 72).

In het Sierra Nevada gebergte waren er meer blikseminslagen dan op de kustvlaktes waardoor er meer natuurlijke bosbranden waren, vooral in de zomermaanden (Cuthrell et al. 2012, 161). In deze regio is het daarom moeilijker om antropogene en natuurlijke branden te kunnen scheiden van elkaar aangezien ze in dezelfde periode van het jaar voorkwamen. Er zijn amper etnografische gegevens voor dit gebied aangezien er weinig groepen in dit gebergte leefden (Keeley 2002, 306).

De weinige etnografische bronnen zijn het erover eens dat indianen vegetatie afbrandden in de late zomer of vroege herfst. De Niseman deden dit voornamelijk om wild te drijven zodra er genoeg ondergroei en plantenaafval, zoals dennennaalden, geaccumuleerd was om in brand te steken. Bij interviews vertelden de indianen dat de bosbranden ervoor zorgden dat de grond werd klaargemaakt voor zaden. De Niseman zelf zaaiden geen zaden wat moet betekenen dat ze zich bewust waren dat bepaalde zaden enkel onder invloed van vuur zouden kiemen (Biswell

1973, 71; Lewis 1973, 72). Volgens Kroeber (1953, 396) brandden de Maidu bos af omdat indianen een open landschap verkozen. Dit was niet noodzakelijk de hoofreden van de afbrandingen aangezien het erop lijkt dat de meeste indianengroepen goed wisten welke effecten vuur kan hebben op de omgeving (Lewis 1973, 73).

Volgens studies van brandlittekens en boomringen vond er gemiddeld een bosbrand per acht jaar plaats. Biswell (1973, 73-74) is van mening dat op plaatsen waar indianen leefden er meer vegetatiebranden plaatsvonden. Elk jaar vonden er volgens hem branden plaats en elk dennenbos zou een brand gekend hebben om de twee tot die jaar.

Langs de oostelijke flanken van het Sierra Nevada gebergte kwamen meer pinyon dennenbomen (*Pinus monophylla*) voor. Dit was een licht ontvlambare dennensoort. Om de bossen te beschermen tegen natuurlijke vegetatiebranden, brandden verschillende groepen zoals de Miwok de ondergroei en het plantenafval af. Ook laaghangende takken werden gesnoeid en verwijderd zodat de loopvuren niet konden overspringen naar de takken. De Miwok deden dit om de drie jaar om de productie van pijnboompitten te bevorderen, maar niet elk deel van een bos werd om de drie jaar afgebrand. Gemiddeld kwamen branden in pinyon bossen voor om de 10 tot 90 jaar (Arno 1985, 82; Anderson 2005, 284).

Zonder het regelmatig afbranden van de ondergroei begon er niet alleen meer afval te accumuleren, maar overleefden ook meer jonge bomen. Dit zorgde voor dichtere en meer ondoorgankelijke bossen waardoor indianen na verschillende wetten over het verbod op afbranden van vegetatie meer en meer jachtgebied verloren (Anderson 2005, 285).

8.1.3.3 Chaparral

De laatste zone van belang is de chaparral vegetatiezone. Het wordt gekenmerkt door een dichte struikbedekking (Anderson 2005, 30). Chaparral is dominant aanwezig op vele hooglanden en heuvels in Zuid- en Centraal-Californië (Keeley 2002, 307). In Californië zijn er twee belangrijke soorten chaparral aanwezig: gemengde chaparral waarbij kruidige vegetatie samen voorkomt met verschillende boomsoorten en het chamise type waarbij er enkel kruidige vegetatie voorkomt. De werking van vuur zorgt voor een dynamische vegetatiezone. Dankzij diepe wortels en zaden die resistent zijn tegen vuur, herstelt de vegetatie zich snel na een brand met eerst een verhoging in kruidenvegetatie en na ongeveer vijf tot zes jaar, een terugkeer van struikbedekking (Lewis 1973, 20). De kruidenvegetatie, grassen en lage struiken die groeien de eerste paar jaren na een brand vormen een belangrijke bron van voedsel voor verschillende diersoorten (Keeley 2002, 308; Anderson 2005, 18). Door deze periodiek opnieuw af te branden

kan een mozaïeklandschap in stand gehouden worden (Cooper 1961, 150; Lewis 1973, 25-27)(Figuur 16).



Figuur 16: Voorbeeld van een mozaïeklandschap: enkele plaatsen met struikbedekking met daarrond grasvelden

Het afbranden van de ondoordringbare struikbedekking zorgde ervoor dat ook dieren, zoals herten en konijnen, deze vegetatiezone opnieuw konden koloniseren. Na een brand is er soms een vervijfvoudiging van deze soorten zichtbaar, maar de toename is afhankelijk van verschillende lokale factoren. De jacht op deze soorten was na een brand ook makkelijker door het gebrek aan beschutting voor de diersoorten. Moderne vegetatiebeheerstudies raden aan om geen grote gebieden af te branden zodat de diersoorten voldoende beschutting ter beschikking hebben, meer dan 4ha wordt niet aangeraden. Na ongeveer zes jaar sluit het vegetatiedek zich weer. Het openen van het vegetatiedek was cruciaal voor de indiaanse subsistentie-economie van verschillende groepen waaronder de Shasta, Miwok, Yoku en Mono (Driver 1939, 375; Stewart 1943, 34; Lewis 1973, 28-31; Keeley 2002, 311).

De verschillende types chaparral werden op andere tijdstippen afgebrand. De gemengde chaparral werd in de late-herfst afgebrand terwijl de chamise chaparral vooral in de lente werd afgebrand. In de zomermaanden werd er geen vegetatie afgebrand omdat het risico op

oncontroleerbare branden dan te groot was en omdat in deze periode natuurlijke branden plaatsvonden (Arno 1985, 82).

De Karo indianen die in de gebergten van noord Californië leefden deden niet aan landbouw. Om zich van voldoende voedsel te voorzien brandden ze struikgewas af, ze deden dit in de herfstmaanden. Hoewel er niet specifiek wordt vermeld dat dit plaatsvond in een chaparral gebied kan dit wel worden afgeleid aangezien er voornamelijk struikgewas werd afgebrand op de flanken van heuvels. Dit deden ze om de productie te verhogen van o.a. de hazelaar, chia, wilde rijst en lelies, en om het verzamelen van eikels en hazelnoten te vergemakkelijken. De branden werden zorgvuldig gecontroleerd zodat de bomen niet beschadigd raakten. (Lewis 1973, 50-53; Kimmerer, Kanawha Lake 2001, 39).

In sommige gebieden werd de ondergroei in de lente afgebrand. Bijvoorbeeld in kleine rivier valleien in het zuidelijke Cascadegebergte. Omdat er in de winter in deze valleien geen sneeuw viel, maar wel veel neerslag, groeide de ondergroei sneller dan in gebieden met minder neerslag. Om een dichte ondergroei te voorkomen werd er dus al in de lente afgebrand. Groepen pasten hun brandregimes aan lokale factoren aan (Lewis 1973, 56). Het lijkt er wel op dat in de meeste gebieden de ondergroei pas werd afgebrand in de herfst, na het verzamelen van zaden en vruchten. Dit zou ervoor gezorgd hebben dat er, in het volgende jaar, voldoende planten konden groeien die als voedsel konden dienen voor dieren (Lewis 1973, 57).

In graslanden, loofbossen en dennenwouden versterkten de indianen het effect van natuurlijke branden door vegetatie af te branden in de late-zomer en vroege-herfst. In de chaparral zone werkten hun branden niet versterkend, maar verlegden ze het patroon van bosbranden. Natuurlijke vegetatiebranden kwamen voor in de zomermaanden en de vroege herfst, maar het afbranden van de indianen gebeurde in de late herfst en/of in de lente. Dit was belangrijk voor deze zone aangezien er weinig natuurlijke bosbranden plaatsvonden op de kustvlaktes, in sommige gebieden minder dan een brand per eeuw, waardoor er geen productief mozaïeklandschap aanwezig was. Door het afbranden te beperken tot kleine gebieden creëerden de indianen een mozaïeklandschap met verschillende open plaatsen waar plant en dier geëxploiteerd konden worden (Lewis 1973, 58-59; Keeley 2002, 303).

In alle drie van de besproken vegetatiezones werd de vegetatie afgebrand in de late-zomer tot de herfst en af en toe ook in de lente. Overall werden mozaïeklandschappen gecreëerd, niet alleen om de productie van de omgeving te verhogen, maar ook om bepaalde gebieden leefbaar

te maken zoals de chaparral zones en de dennenwouden die beiden een lage natuurlijke draagkracht hebben.

8.2 Aboriginals

In Australië en Tasmanië werd het afbranden van vegetatie hoogstwaarschijnlijk bijna universeel gebruikt voor de Europese kolonisatie (Tindale 1959, 42). De vroegste verslagen van ontdekkingsreizigers en kolonisten, zoals dat van François Peron in 1802, schetsen een beeld van landschappen waarbij rookpluimen en bosbranden overal zichtbaar waren langsheen de kusten. Peron schreef o.a., toen hij de Derwent rivier was aan het opvaren in zuidoost Tasmanië, dat er overal bosbranden zichtbaar waren, waar ze ook keken (Horton 1982, 246). Veel van de vroegste verslagen omschreven niet de ecologische omstandigheden rond een brand of de grootte ervan. Vaak ging het enkel over observaties van rookpluimen in de verte die evengoed het resultaat konden geweest zijn van natuurlijke vegetatiebranden (Kimber 1983, 38).

Hoewel het gebruik van historische documenten uit de 18e en 19e eeuw omstreken is en vaak wordt bekritiseerd, kan er toch nuttige informatie uitgehaald worden door bronnen zorgvuldig te bestuderen en met elkaar te vergelijken. Fensham (1997, 20) kon door een vergelijkende studie van verschillende 19e-eeuwse bronnen tot de conclusie komen dat het afbranden van vegetatie in Queensland en Centraal Australië vooral gebeurde in de winter en herfstmaanden. Dit hoogstwaarschijnlijk omdat in Queensland in de zomermaanden veel neerslag valt waardoor de vegetatie moeilijk af te branden is. Verder kon hij ook concluderen dat vegetatiebranden meer voorkwamen in kustgebieden dan in het binnenland. Uit historische bronnen, en zelfs in vele moderne etnografische verslagen, valt niet af te leiden hoe groot de oppervlaktes waren die werden afgebrand en in welke ecosystemen (Bowman 1998, 387).

In de 20^e eeuw werd het gebruik van vuur door Aboriginals, lang genegeerd. Pas vanaf Jones' beroemde papers (1968; 1969) zijn er verschillende studies uitgevoerd. Vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw werden onderzoekers er zich van bewust dat het afbrandingen niet alleen wijdverspreid waren, maar ook frequent (Jones 1969, 225; Mellars 1976, 16; Bowman 1998, 381). In verschillende delen van Australië en Tasmanië werd vegetatie jaarlijks afgebrand. Volgens Jones (1968, 207) zouden er weinig delen geweest zijn op het continent waar geen brand was geweest binnen een periode van 20 jaar (Mellars 1976, 16). Jones (1969) duidde op het belang van vuur bij de Aboriginals door voor het gebruik ervan de term *fire-stick farming* te gebruiken. Vuur zou een belangrijk werktuig voor de Aboriginals geweest zijn dat de vegetatie permanent heeft aangepast. Het afbranden van de vegetatie zorgde voor een toename in de kwaliteit en kwantiteit van voedsel waardoor Jones sprak van landbouw. Aboriginals

zouden zich wel niet altijd bewust geweest zijn van de gevolgen van hun afbrandingen. Sommige effecten, zoals het aantrekken van kangoeroes, werden zichtbaar snel na een brand terwijl bijvoorbeeld de permanente verandering van de vegetatie zich over verschillende duizenden jaren voltrok (Jones 1969, 227; Lewis 1989b, 949; Bliege Bird et al. 2008, 14796).

Het besef van het belang van vuur heeft geleid tot verschillende debatten tussen etnografen over hoe groot hun invloed was binnen de laatste 50.000 jaar en of Aboriginals actief aan landbeheer deden (Horton 1982, 237; Bowman 1998; Miller et al. 2005; Bliege Bird et al. 2008; Mooney et al. 2011, 41). De debatten werden lang in een vacuüm gevoerd zonder inbreng van ecologische onderzoeken, bosbrandstudies of interviews met Aboriginals. Pas sinds kort worden ecologen (Haynes 1978) en individuen uit de Aboriginal gemeenschap (Lewis 1989b; Burrows et al. 2006, 272) ook bij het debat betrokken (Bowman 1998, 386). Ook vandaag branden verschillende Aboriginal groepen vegetatie af o.a. in Arnhem Land, Noord-Australië, West-Australië, Queensland en het kaap York-schiereiland (Lewis 1985, 78). Deze praktijken zijn goed gedocumenteerd dankzij de studie van satellietbeelden en luchtfotografie sinds de jaren '50 en verschillende etnografische studies (Burrows et al. 2006, 272; Williams et al. 2015, 49).

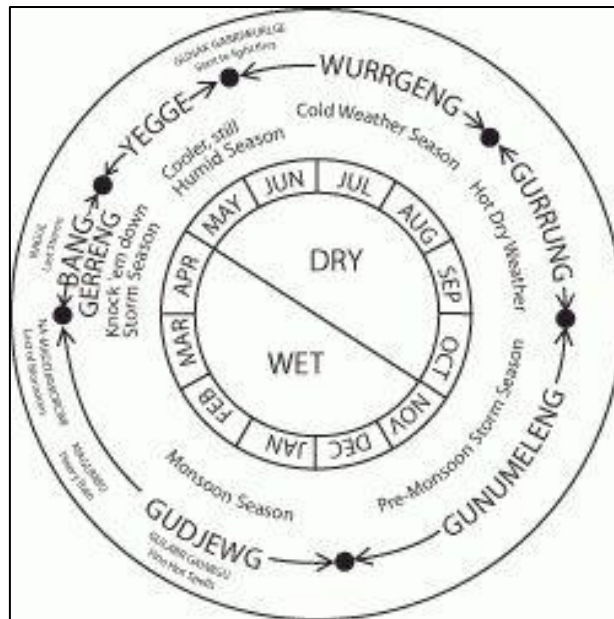
Volgens o.a. Williams et al. (2015, 49) en Mooney et al. (2011, 41), hadden Aboriginals enkel een lokale invloed op hun omgeving en bracht deze invloed geen langetermijneffecten teweeg. In houtskoolarchieven zouden enkel natuurlijke invloeden zoals klimaat zichtbaar zijn. Williams et al. gaan dus in tegen Jones' *fire-stick farming* hypothese waarbij de vegetatie werd aangepast op lange termijn door antropogene invloeden (Williams et al. 2015, 49). Er wordt kritiek geuit op het onderzoek dat zich focust op etnografische data van de laatste 50 jaar en op basis daarvan hypothesen vormen over de voorgaande periodes. Het onderzoek van de meeste etnografen is ook beperkt tot de drogere regio's van Australië, zoals de Westelijke Woestijnen, terwijl er weinig tot niets geweten is over de gematigde of tropische gebieden. De etnografische verslagen geven een beeld van lokale afbrandingen van vegetatie wat een beperkte impact doet vermoeden. De populatie was volgens Williams te klein om een belangrijke impact op de omgeving te hebben. Er zouden volgens Williams et al. geen grote veranderingen zichtbaar zijn in het houtskoolbestand van de laatste 70.000 jaar rond het moment dat jager-verzamelaars voor het eerst het continent begonnen te koloniseren, ongeveer 50.000 jaar geleden (Enright, Thomas 2008, 984). Ze zien weinig overeenkomsten tussen archeologische data en het bosbrandbestand waardoor er zou kunnen aangenomen worden dat een groot deel van de gereconstrueerde

bosbrandenfases natuurlijk in oorsprong waren (Williams et al. 2015, 50). Horton (1982, 237) ziet zelfs helemaal geen invloed van de mens op zijn omgeving.

Andere onderzoekers (Miller et al. 2005; Bliege Bird et al. 2008) zijn dan weer van mening dat Aboriginals een verregaande invloed op de omgeving hadden. Bij de eerste kolonisatie van Australië rond 50.000 jaar geleden zouden ze voor verstoringen in het natuurlijk bosbrandregime kunnen gezorgd hebben wat de uitsterving van verschillende pleistocene diersoorten veroorzaakte (Miller et al. 2005; Bliege Bird et al. 2008, 14796). Over deze debatten is nog steeds geen consensus.

Hoe impactvol de activiteiten van de Aboriginals waren op hun omgeving kan nog niet met zekerheid bepaald worden, maar er is geen twijfel dat ze een uitgebreide kennis hadden over hun omgeving. Er kan uit historische bronnen geen uniforme mening gehaald worden over hoe bewust de Australische Aboriginals zich waren van de effecten van hun vegetatiebranden, maar verschillende reizigers waren ervan overtuigd dat de Aboriginals een uitgebreide kennis hadden over de werking van vuur op de omgeving. Volgens Ludwig Leichhardt in 1847 brandden Aboriginals systematisch vegetatie af om wild naar bepaalde plaatsen aan te trekken. Ook George Augustus Robinson in Tasmanië en Majoor Thomas Mitchell in New South Wales waren van mening dat de omgeving systematisch afgebrand werd (Bowman 1998, 388). Thomson's etnografisch onderzoek (1939; 1949) toonde aan dat Aboriginals de aanwezige planten en dieren konden identificeren en classificeren binnen verscheidene ecosystemen per seizoen. Hoe verregaand deze kennis was en of ze dit konden gebruiken om de langetermijneffecten van vegetatiebranden te voorspellen is onzeker (Bowman 1998, 390).

Tindale is van mening dat de Australische Aboriginals zeker een rol speelden in de vormgeving van bepaalde delen van Australië. Zo zouden de regenwouden in het Bunya gebergte, in het oosten van Queensland, langzaam plaats geruimd hebben voor savanne vegetatie door het gebruik van vuur door Aboriginals. Open plaatsen in regenwouden werden gecreëerd tijdens de droge wintermaanden vanaf mei en aan het einde van de zomermaanden waardoor het normaal moeilijk ontvlambare regenwoud snel in vlammen kon opgaan (Figuur 17). Dit verspreid over verschillende generaties had een groot effect op de regenwouden (Tindale 1959, 42-43; Lewis 1989b, 947).



Figuur 17: Seizoenskalender Australië met aanduiding van Aboriginal benamingen voor de maanden

Aboriginals gebruikten verschillende manieren om vuur te maken: de boormethode, de percussiemethode, en de frictiemethode. De boormethode was veruit de meest gebruikte techniek in de gematigde en tropische gebieden. Hierbij werd een stok zo snel mogelijk gedraaid in een gleuf of gat in een stuk hout. Door de wrijving ontstond er warmte en uiteindelijk vuur. Deze techniek werd o.a. in Mount Liebig in het Noordelijke Territorium geobserveerd (Tindale, Lindsay 1963). Bij de percussiemethode werd een hard scherpe steen zoals silex of kwarts tegen een ijzerhoudende steen geslagen waardoor er vonken ontstonden, dit werd o.a. gebruikt in de Victoria woestijn (Moundord, Berndt 1941). In de westelijke woestijnen werd er voornamelijk de frictiemethode gebruikt. Hierbij werd er eerst een droog stuk hout gezocht dat in de lengte gespleten werd en opgehouden met stokjes. Een persoon stond dan met beide voeten aan weerszijden van het stuk hout terwijl een andere persoon gedroogde kangoeroe mest in de gleuf duwde. Daarna werd een speerdrijver in de gleuf geplaatst en herhaaldelijk naar voor en achter bewogen. Normaal begon de mest na ongeveer 20 seconden te smeulen waarna er gedroogd gras op geplaatst werd. Zelfs bij nat hout werkte deze techniek, hoewel het meer tijd en energie kostte. Omdat al deze methodes arbeidsintensief waren probeerden Aboriginals ervoor te zorgen dat ze altijd een brandende tak bij zich hadden als ze hun kamp verlieten. Tijdens het jagen en verzamelen werden dan af en toe gras in brand gestoken om ervoor te zorgen dat de stok bleef gloeien waardoor ze een spoor van verbrand gras achterlieten. Ook Amerikaanse indianen zouden gebruik gemaakt hebben van smeulende stokken, takken of lonten om snel vuur te kunnen maken (Gould 1971, 16).

Er zijn verschillende redenen gedocumenteerd waarvoor Aboriginals vegetatie afbrandden (Tabel 4). De meesten hiervan zijn vergelijkbaar met die van de Amerikaanse indianen, zoals het verhogen van mobiliteit en zichtbaarheid. De belangrijkste reden volgens Aboriginals zelf was het “opruimen” van het landschap en het gezond houden van de omgeving. Dit was zo belangrijk dat het op elk moment van het jaar kon gedaan worden zodat de situatie niet kon “verergeren”. Dit opruimen van de omgeving komt ook terug bij verschillende indiaanse groepen (Lewis 1989b, 950; Cochcrane 2009, 153). Het afbranden van vegetatie zorgde verder voor een verwijdering van, vaak onproductieve, climaxvegetatie. Erna groeiden er snel grassen en kruiden wat kan dienen als voedsel voor zowel mens als dier (Jones 1969, 227; Lewis 1989b, 949). In de meeste gebieden werd vuur gebruik om het landschap te openen en open te houden door grassen en laaghangende vegetatie weg te branden. Om dieren uit schuilplaatsen te lokken of te drijven tijdens de jacht kon ook vuur gebruikt worden. Branden werden verder ook nog gebruikt voor oorlogsvoering, communicatie en het bestrijden van vegetatieziektes (Fensham 1997, 18; Bowman 1998, 387; Smith 2013, 324). Een reden die snel over het hoofd kan gezien worden is dat het soms gewoon voor het plezier gedaan werd. Verschillende Aboriginals hebben tijdens interviews gezegd dat vegetatie soms in brand wordt gestoken voor plezier of omdat het traditie is (Jones 1968, 206). Hoewel dit zeker niet in alle gevallen gebeurde, mag het toch niet vergeten worden. Vuur had een centrale rol in het leven van Aboriginals van het verzekeren van voedselbronnen tot het koken ervan. Het had zowel een rituele, als een praktische en communicatieve functie (Gould 1971; Bowman 1998, 389).

<u>Hoofddoeleinden afbrandingen bij Aboriginals</u>	
(Jones 1969; Lewis 1989b; Fensham 1997; Bowman 1998; Cochcrane 2009; Smith 2013)	
Jacht	Het drijven van dieren, vinden van sporen en het uitroken van dieren
Verhogen van de kwaliteit en kwantiteit van plantaardig voedsel	Verhoogde aanwezigheid van plantenvoedsel voor mens en dier
Verhogen van de mobiliteit en zichtbaarheid	Verwijderen van ondergroei om de mobiliteit te verhogen
Verminderen brandbaarheid landschap	Afbranden van licht-ontvlambaar materiaal om intense natuurlijke branden te vermijden
Communicatie	Gebruik van signaalvuren om te communiceren

Oorlogvoering	Het gebruik van vuur tegen andere Aboriginals of kolonisten
Opruimen van het landschap	Het verwijderen van plantenafval of “lelijke vegetatie” zoals volwassen spinifex gras voor een beter uitzicht van het landschap

Tabel 4: Hoofddoeleinden afbrandingen bij Aboriginals

In verslagen van ontdekkingsreizigers en kolonisten werden vuren en rookpluimen frequent omschreven als signalisatie- of communicatiemiddel. Deze konden uiteraard ook tijdens de jacht aangestoken zijn of om vegetatie te ruimen om de mobiliteit en de productie van kruidenvegetatie te verhogen waardoor het zeker niet altijd signaalvuren waren. Verschillende ontdekkingsreizigers waren het oneens over de precieze betekenis van rookpluimen. Ernest Giles (1889, 58) schreef tijdens zijn reizen rond Mount Olga, Centraal-Australië, dat hij het verschil tussen branden tijdens de jacht en signalisatievuren duidelijk kon zien, maar ging nooit verder in op dit verschil. Volgens Carnegie (1898, 224), die in dezelfde regio reisde, waren alle rookpluimen enkel het resultaat van jachtbranden. Beiden schrijven dat er bijna continu rookpluimen zichtbaar waren, maar waren het oneens over de precieze betekenis ervan. Rooksignalen werden ook beschreven door antropologen zoals Sheard (1964, 49) en Tindale (1933, 103).

Gould (1971, 20) observeerde zelf Aboriginals die rooksignalen maakten. Leden van dezelfde groep of andere groepen konden deze signalen interpreteren. De betekenis van de signalen werd soms op voorhand afgesproken of er werd terugvallen op enkele algemene signalen zoals verschillende rookpluimen op een rij die de richting waarin een individu reisde aanduidden. Een voorbeeld van een signaal dat op voorhand werd afgesproken was als een groep zich in twee splitste tijdens jacht en afspraak om in de late namiddag om een rooksignaal aan te leggen. Door de positie van de rookpluim kon een groep afleiden welke route de andere groep gevolgd had. De branden die Gould observeerde werden niet gecontroleerd en werden ook niet gedoofd, dit kon ervoor zorgen dat er per signaal verschillende km² opgebrand konden worden. Verschillende groepen in de westelijke woestijnen gebruikten rooksignalen om over lange afstanden met elkaar te communiceren maar ze vormden nooit berichten door de rook te manipuleren. Er werd op voorhand een signaal afgesproken en vanaf de brand was aangestoken werd het niet verder gemanipuleerd (Gould 1971, 20-21).

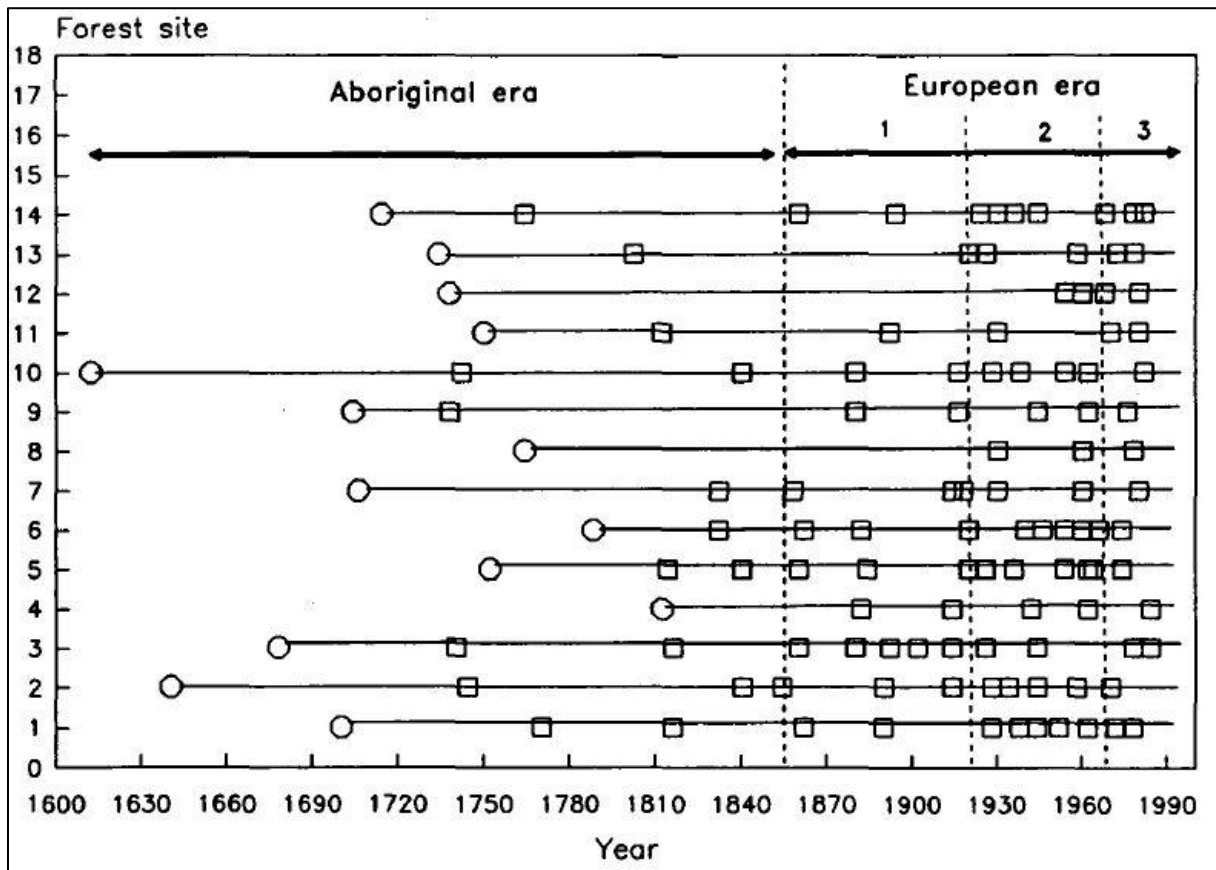
Voor een correct beheer van de vegetatie in Australië zijn vegetatiebranden noodzakelijk. Vuur heeft een aantal belangrijke ecologische effecten op de Australische vegetatie. De belangrijkste

effecten zijn dat het nutriënten opnieuw in de bodem introduceert en dat het climaxvegetatie verwijdert. De climaxvegetatie in drogere gebieden bestaat meestal uit traag groeiende grassen en struiken die niet nuttig zijn voor mens en dier (Bliege Bird et al. 2008, 14796). Aboriginals in Australië gebruikten het herhaaldelijk afbranden van vegetatie als een methode om de draagkracht van de omgeving en de slaagkans van de jacht te verhogen. De mens heeft een belangrijke rol in het handhaven van de biodiversiteit door het creëren van een mozaïeklandschap dankzij het herhaaldelijk afbranden van kleine oppervlakten of *patches* (Bird et al. 2005, 443).

De grootte van afgebrande oppervlaktes hangt af van verschillende factoren zoals voor welke doeleinden er afgebrand wordt, de windsnelheden, droogte van de vegetatie en topografie. In vele gevallen worden branden aangestoken en niet gecontroleerd waardoor het oppervlakte dat wordt afgebrand kan oplopen tot verschillende tientallen ha. Vaak is de enige vorm van controle voorspellen hoe de brand zich zou gedragen en ervoor zorgen dat er natuurlijke brandgangen zoals rotsen of heuvelflanken aanwezig waren. De Aboriginals hadden niet de technologie om grote branden uit te doven (Bowman 1998, 389). De grootte van de bosbranden valt meestal niet af te leiden uit etnografische bronnen, maar het grootste deel was hoogstwaarschijnlijk klein, minder dan 34 ha. Ook de frequentie van afbranding kan moeilijk afgeleid worden en verschilt ook per vegetatietype. Dit varieert van jaarlijks tot om de paar honderd jaar (Lewis 1989b, 948; Enright, Thomas 2008, 994).

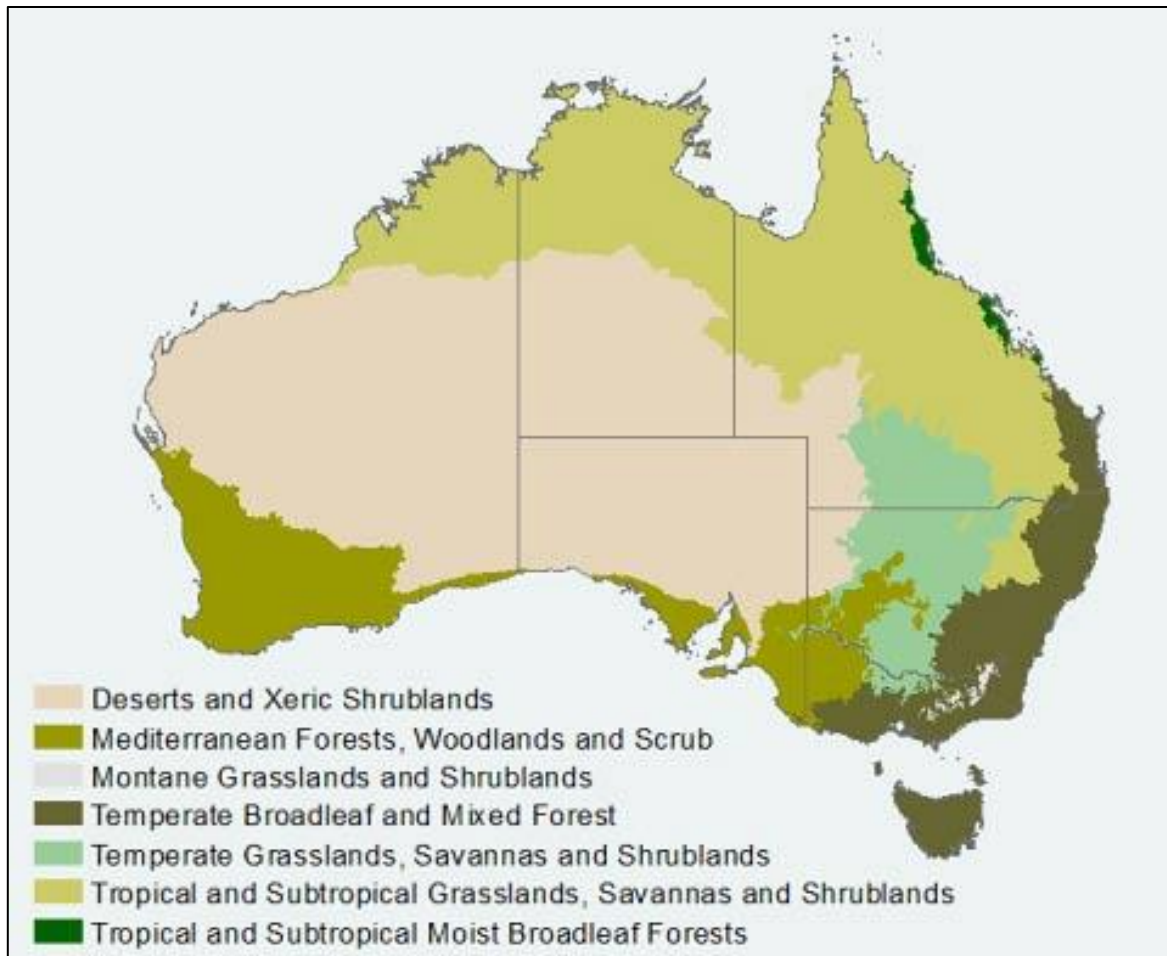
De effecten van het wegvallen van antropogene bosbrandregimes werden zichtbaar na de Europese kolonisatie van het continent vanaf het einde van de 18^e eeuw. De Europese bewoners van Oost-Tasmanië beschreven rond 1850 dat de open bossen bezaaid raakten met gevallen takken en boomstronken terwijl het gras dat diende als voedsel voor schapen zwak werd en zuur begon te smaken. In Noord-Tasmanië werd het alsmaar moeilijker om schapen te laten grazen door de groei van struiken. Door de accumulatie van brandstof in bossen is het aantal destructieve branden verhoogd sinds de Europese kolonisatie (Figuur 18), een toename die opgemerkt wordt in bijna elke regio van Australië. Niet in elk gebied zijn dezelfde trends zichtbaar, zo wordt er soms een inkrimping van regenwouden opgemerkt na het wegvallen van een Aboriginal brandregime terwijl er elders uitbreidingen zichtbaar zijn. Door veranderingen in bosbrandregimes van verschillende delen van Australië werden niet alleen planten aangetast, maar ook dieren. Verschillende zoogdierensoorten zijn hierdoor uitgestorven of verdwenen in bepaalde delen van Australië (Burrows et al. 2006, 272). Het wegvallen van antropogene bosbrandregimes zorgde voor veranderingen in de structuur van allerhande ecosystemen en pas

sinds het einde van de 20^e eeuw werd het belang hiervan ingezien. Sinds de tweede helft van de 20^e eeuw worden bepaalde delen van de vegetatie opnieuw afgebrand, zowel door Aboriginals als door de overheid (Jones 1969, 228; Lewis 1989b, 940; Burrows, Wards, Robinson 1995, 14; Bowman 1998, 388-393; Enright, Thomas 2008, 980; Cochrane 2009, 99).



Figuur 18: Analyse van 14 jarrah wouden in West-Australië, elk vierkant stelt het voorkomen van brandlittetekens voor en dus het voorkomen van intensieve branden

Hieronder zullen enkele regio's van Australië besproken worden. De meeste informatie is beschikbaar over woestijngebieden en andere droge regio's aangezien er in het onderzoek naar Aboriginal bosbrandregimes een voorkeur is ontstaan voor deze gebieden. De tropische regio's zijn hierdoor sterk ondervertegenwoordigd binnen het onderzoek naar bosbrandregimes (Bowman 1998, 400). Niet alle delen van Australië werden door Aboriginals afgebrand. In de gebieden met een dominantie aan stuikvegetatie waren er weinig natuurlijke grondstoffen aanwezig waardoor er weinig Aboriginals leefden (Enright, Thomas 2008, 992)(Figuur 19).



Figuur 19: Dominante vegetatietypes van Australië

8.2.1 Westelijke woestijnen

De westelijke woestijnen beslaan een groot gebied van het Noordelijke Territorium, West-Australië en Zuid-Australië (Figuur 20). Ze bevatten de Gibson woestijn, de Grote Victoriawoestijn en de Grote en Kleine Zandwoestijn (Bowman 1998, 387). Uit verschillende verslagen van ontdekkingsreizigers en etnografen valt af te leiden dat het afbranden van vegetatie een wijdverspreide activiteit van verschillende Aboriginalgroepen in deze regio was (Kimber 1983, 38).



Figuur 20: Kaart van de westelijke woestijnen. Deze bestaan uit the Gibson Desert, the Great Victoria Desert, the Little Sandy Desert and the Great Sandy Desert

Spinifex (*Troidia spp*) is de dominante vegetatie in grote delen van de westelijke woestijnen. In deze savannes zorgde het regelmatig afbranden van de vegetatie voor een toename in de diversiteit aan planten- en diersoorten en verminderd het de kans op intense en destructieve branden. Het grootste deel van de Aboriginal branden werden aangestoken in de wintermaanden tussen april en oktober met een hoogtepunt net voor de komst van het regenseizoen in december. Na december kwamen er minder frequent nog vegetatiebranden voor. De afbrandingen waren relatief gecontroleerd: er werd gelet op brandstof, vochtigheid, windrichting en de aanwezigheid van natuurlijke brandgangen zoals duinen en rotsen (Kimber 1983, 38-39; Bliege Bird et al. 2008, 14797).

Het afbranden van grassen werd frequent gebruikt tijdens de jacht op hagedissen. Indien er een sterke wind blies konden branden makkelijk verschillende km² afbrandden. In een straal van ongeveer een halve mijl rond de bron van een brand werden verbrande hagedissen verzameld. Niet alle hagedissen binnen deze radius werden verzameld en ook buiten dit oppervlak werd er niet gezocht. Een groot deel van de hagedissen werden bijgevolg verspild. Tindale heeft gelijkaardige praktijken gezien bij alle groepen die in de Australische graslanden wonen. Zowel in het noordwesten van Australië als Arnhem Land, de Nullarborvlakte en Cape York. Deze afbrandingen konden zorgen voor veranderingen in de structuur van het landschap aangezien de grassen die weggebrand worden voor deze jachtpraktijken vaak het enige zijn die de zandduinen relatief stabiel houden. Het wegbranden hiervan kon zorgen voor het verplaatsen van duinen doorheen het landschap op een voldoende grote schaal dat ze duidelijk zichtbaar waren op luchtfoto's (Tindale, Hackett 1933, 104; Traves, Casey, Wells 1956, 10; Tindale 1959, 42)(Figuur 21).



Figuur 21: Luchtfoto genomen in de jaren '50 boven een duinenlandschap in de westelijke woestijnen

Vuur kon gebruikt worden om brandhout te verzamelen indien er geen gevallen hout te vinden was. Er werden branden aangestoken rondom een mulga boom. Dat zorgde ervoor dat de schors eraf viel en na een paar uur viel de boom om waarna deze naar het kamp kon gesleept worden

om te gebruiken als brandhout (Gould 1971, 16-17). Rond kampen werd het gras volledig afgebrand. Niet alleen om plaats vrij te maken, maar ook om de kampen veiliger te maken. In het Spinifex gras schuilen er verschillende giftige slangensoorten die een gevaar vormden. Door het gras af te branden hadden deze geen beschutting en waren ze makkelijker zichtbaar. Indien er individuen rond zonsondergang het kamp verlieten om water te halen dan werd gras in brand gestoken om te dienen als lichtbron en als bakken voor het kamp (Gould 1971, 16-17).

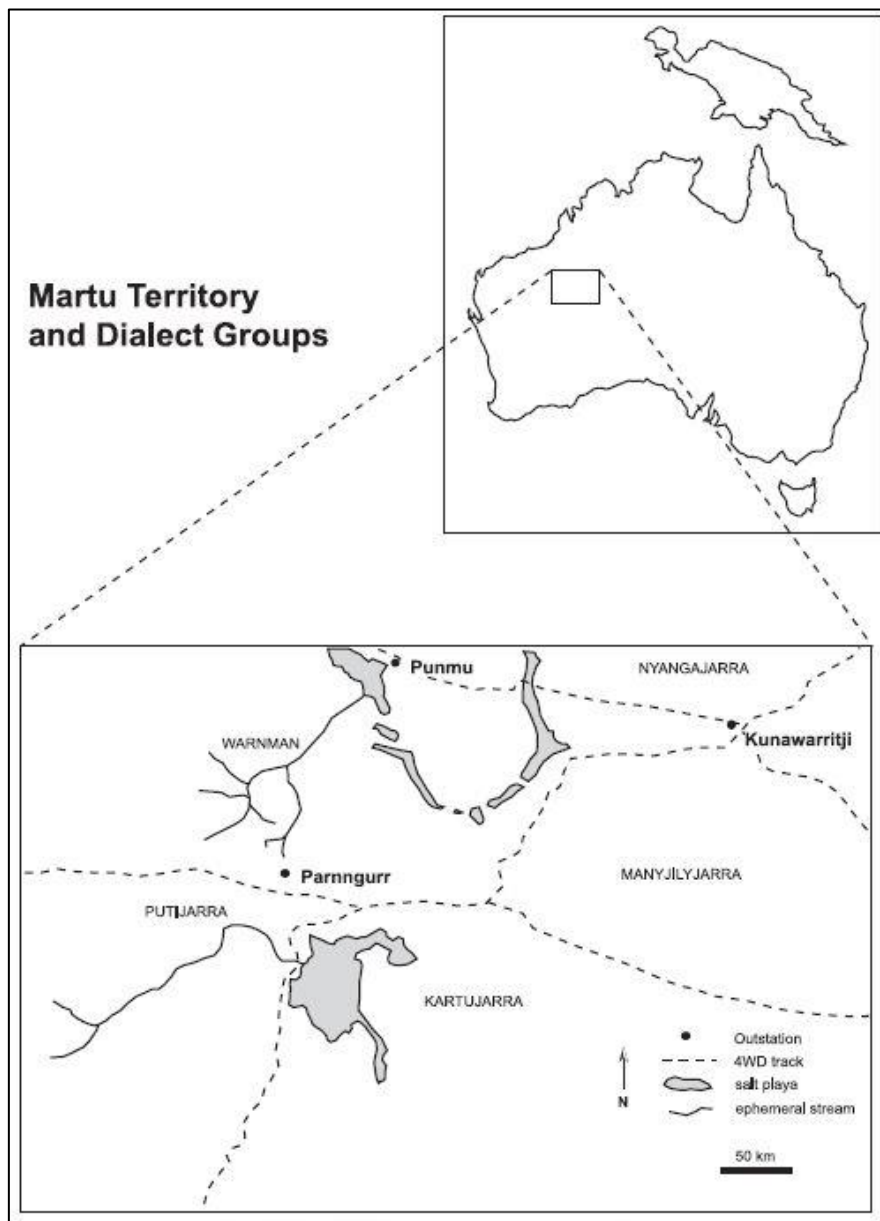
In de 20^e eeuw stopten de Aboriginals grotendeels met vegetatie in dit gebied af te branden. Tussen 1953 en 1981 nam het aantal recent afgebrande gebieden af, van 846 in 1953 naar 4 in 1983, maar het gemiddelde oppervlak van de branden steeg van 64 ha naar 52.644 ha. Het wegvallen van het antropogeen bosbrandregime zorgde voor een intensificatie van natuurlijke branden (Bird et al. 2005, 444). Dit patroon is zichtbaar in grote delen van Australië zoals in boomringstudies in New-South Wales (Pulsford, Banks, Hodges 1993) en West-Australië (Burrows, Ward, Robinson 1995) waarbij er na het begin van de Europese kolonisatie een stijging in intense vegetatiebranden zichtbaar is. Voor de kolonisatie kwamen er, volgens deze studies, om de 80 jaar intense branden voor, die in boomringen als littekens zichtbaar zijn, terwijl dat na de kolonisatie er gemiddeld één om de 20 jaar was, o.a. door het verbieden van het afbranden van vegetatie door Aboriginals (Bowman 1998, 392).

Volgens verschillende onderzoekers, zoals Jones (1969) en Gould (1971), was het Aboriginal brandregime vooral bedoeld om mozaïeklandschappen te creëren. Hierbij werden verschillende kleine oppervlakten afgebrand, van enkele m² tot enkele tientallen km², waardoor er een landschappelijk mozaïekpatroon ontstond van vegetatie in verschillende successiestadia. Dit zorgde voor een toename in het aantal ecotonen met een hoge planten- en dierendiversiteit. Kort na een brand, na de eerste regens, groeien er grassen en kruiden die kunnen dienen als voedsel voor zowel mens als dier, bijvoorbeeld emoes en kangoeroes. Het effect is het grootste de eerste twee jaar na een brand waardoor dit de beste jaren voor de jacht zijn. Behalve jagen en verzamelen werden branden ook nog gebruikt voor signalisatie, verdediging en het verhogen van mobiliteit en zichtbaarheid (Kimber 1983, 40; Bird et al. 2005, 444-445; Williams et al. 2015, 49).

Zowel natuurlijke vegetatiebranden als antropogene kwamen frequent voor in de westelijke woestijnen. Het is moeilijk om de oorzaak van een brand achteraf te bepalen. Beiden beïnvloedden al duizenden jaren het landschap. Gould (1971, 22) heeft gedurende twee jaar verschillende Aboriginal groepen geobserveerd, maar hij heeft nooit iemand een brand zien doven. Volgens Gould sprongen ze zeer nonchalant om met het gebruik van vuur. Dit kan deels

verklaren waarom grote delen van het landschap werden afgebrand zelfs bij kleine taken zoals het verzamelen van brandhout of rooksignalen maken. De impact van de Aboriginals kan, volgens Gould niet gering genoemd worden. Gould observeerde ook dat na branden, en genoeg neerslag, de variëteit aan planten merkbaar hoger lag (Gould 1971, 21-22). Tijdens interviews met Aboriginals benadrukten ze de kortetermijneffecten van branden, maar in enkele gevallen werd er gewezen op langdurige effecten. Bijvoorbeeld na het verzamelen van hars uit volwassen spinifex gras was iedereen het erover eens dat het gras moest afgebrand worden voordat er opnieuw hars geoogst kon worden. Zo kon in eenzelfde plaats maar om de tien jaar hars geoogst worden (Gould 1971, 21-22).

8.2.1.1 Mardu



Figuur 22: Lokalisatie van de Mardu groepen

De Mardu zijn een verzameling van verschillende jager-verzamelaar groepen die leven in het noordwestelijk deel van de Westelijke Woestijn rond Lake Disappointment, Percival Lakes en de Rudall rivier (Figuur 22). Vandaag bestaan de verschillende groepen samen uit ongeveer 600 tot 800 personen. De eerste contacten tussen de Mardu en kolonisten dateren uit het begin van de 20^e eeuw. Een deel van de bevolking migreerde in de jaren '30 naar het westen rond Jigalong, naar nederzettingen gesticht door Europeanen. De rest van de bevolking migreerde pas in de jaren '60 naar Jigalong onder druk van een lange droogte en een bevolkingsafname. De laatste families die naar Jigalong migreerden, migreerden in de jaren '80 terug naar de woestijn omdat deze families vonden dat dit de enige manier was om hun religie te kunnen blijven volgen. Ze vestigden zich voornamelijk in twee nederzettingen: Punmu en Parnngurr. Vooral de families in Parnngurr vielen terug op jagen en verzamelen. De overheid probeerde basisvoedsel naar deze nederzettingen te sturen, maar vaak waren deze leveringen maandenlang onderweg omdat voertuigen het terrein niet konden doorkruisen. Tot het begin van de jaren '90 was jagen en verzamelen de belangrijkste manier voor deze bevolking om zich aan voedsel te voorzien. Daarom hebben verschillende antropologen zoals Veth en Walsh (1988) daar onderzoek gedaan over verzameleconomieën, seizoenaliteit en de Mardu etnobotanie. Omdat de transportroutes in de jaren '90 betrouwbaarder werden, begon de bevolking minder en minder op jagen en verzamelen te steunen, slechts 25% tot 50% van hun voedsel verkrijgen ze tijdens het jagen en verzamelen (Gould 1971, 14; Bird et al. 2005, 445-447; Burrows et al. 2006, 273; Bliege Bird et al. 2008, 14797).

Het landschap waarin de Mardu leven wordt gekenmerkt door zandvlaktes en duinen met spinifex gras als climaxvegetatie. Dit gras werd systematisch afgebrand door de Mardu rond hun verzamelkampen. Na een brand is er, bijna, geen spinifex gras meer aanwezig en stijgt de plantendiversiteit na de eerste regens. De Aboriginals hebben een uitgebreide kennis over alle branden die ze aansteken: elke brand, inclusief de intensiteit ervan, wordt onthouden door elk volwassen individu van de Mardu, dit voor de laatste drie seizoenen in een straal van 100km rond de verzamelkampen. De Mardu hebben een classificatiesysteem voor de vegetatie (Kimber 1983, 38; Bird et al. 2005, 448-449; Bliege Bird et al. 2008, 14797):

- *Nyurnma*: recent afgebrande plek waar bijna geen vegetatie groeit.
- *Waru-waru*: beginnende groei van kruidenvegetatie.
- *Mukura*: volgroeide kruidenvegetatie dat 1-3 jaar na een brand aanwezig is.
- *Mangul*: afname van kruidenvegetatie en de beginnende groei van spinifex gras.

- *Kunurka*: dominantie van volgroeid spinifex gras. Dit stadium wordt op vele plaatsen pas na 10 of 20 jaar bereikt.

Alleen *Mangul* en *Kunurka* werden afgebrand door de Mardu. Ze zagen dit als het opkuisen van het landschap en het afbranden in mozaïekpatroon ging gepaard met de nodige rituele en sociale praktijken (Bliege Bird et al. 2008, 14797).

De jacht op kleine dieren zoals hagedissen was voornamelijk een vrouwelijke activiteit. Ze spoorden deze op met een *Wana*, een houten of ijzeren stok waarmee er makkelijk kon gegraven worden om hollen te vinden. Tijdens het *Wantajarra* seizoen, het koud-droge seizoen tussen juni en augustus, werden er vaak grote delen grasland afgebrand waardoor openingen naar de ondergrondse gangen makkelijker zichtbaar waren. De branden die werden aangestoken waren zeer systematisch. De lengte van de brandlijn die werd aangestoken en de daaropvolgende grootte van de brand hingen af van de windsterkte, de hoeveelheid brandstof en of er natuurlijke brandgangen aanwezig waren die de brand konden stoppen. Deze brandgangen waren meestal duinen of plaatsen die in de laatste drie jaar al afgebrand waren, waardoor er niet genoeg brandstof was om vuur voort te zetten. De grootte van de brand werd niet aan het toeval overgelaten. Vaak werden oppervlakten tussen 1 en 10ha van *mangul* of *kunurka* afgebrand (Gould 1971, 20; Bliege Bird et al. 2008, 14797).

De brandlijn werd gevolgd op zoek naar sporen van wild in de as. Elke verzamelaar volgde haar eigen brand, maar indien er prooien werden gevonden dan konden verschillende individuen samenwerken om deze te vangen. Zonder het gebruik van vuur waren deze jachten minder efficiënt (Bird et al. 2005, 450). Er werd enkel in de winter afgebrand omdat de hagedissen te mobiel waren in de zomer en de branden te moeilijk te controleren waren. Hoewel het land door de volledige groep werd gebruikt, was elke jager verantwoordelijk voor zijn of haar eigen brand en het afbranden van territorium van een andere groep zou voor grote spanningen kunnen gezorgd hebben. Het kunnen controleren van een aangestoken brand was van groot belang (Bliege Bird et al 2008, 14797).

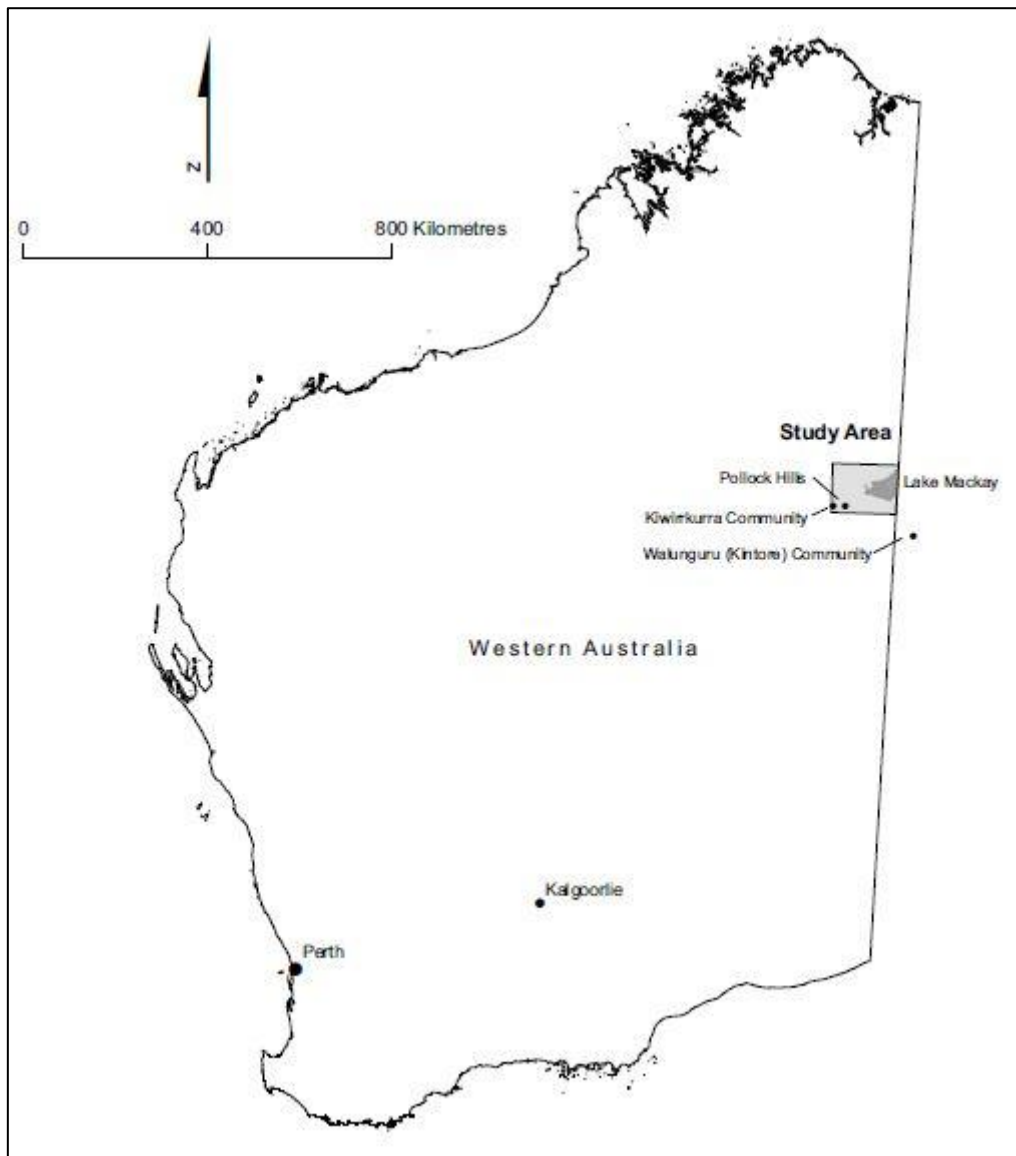
De jacht op groot wild, zoals emoes, wilde katten en kangoeroes, werd voornamelijk uitgevoerd door de mannelijke individuen van de Mardu. Hiervoor werd zelden tot nooit vuur gebruikt. Tijdens de veldobservaties van Bird et al. (2005) brandden de mannen tijdens maar 11% van de jachtexcursies vegetatie af omdat anders er niet genoeg beschutting voor de jager was waardoor ze niet dicht genoeg bij de dieren zouden kunnen komen zonder gezien te worden. Wel kon er gezocht worden naar wild in de buurt van oude afgebrande vegetatie. Indien er, in zeldzame

gevallen, wel werd afgebrand dan was om het wild te drijven (Bird et al. 2005, 450-451; Bliege Bird et al. 2008, 14798). De dieren, zoals kangoeroes en emoës, werden dan naar jagers gedreven, over kliffen of op heuvels waar ze makkelijk omsingeld konden worden (Gould 1971, 19).

De effecten op korte termijn, een verhoging van de aanwezigheid van wild, zijn duidelijk. De effecten op lange termijn zijn minder duidelijk. Bird et al. (2005, 455) stelden voor om dit te onderzoeken door op grote schaal bosbrandregimes en mozaïek-ecotonen via teledetectie op te volgen en integreren in GIS. Hier werd ook naar de variatie in de efficiëntie van het verzamelen van verschillende grondstoffen gekeken. In de gebieden met weinig ecotonen dicht bij elkaar, dus landschappen met een grof mozaïekpatroon, lag de efficiëntie van de jacht op klein wild lager dan in gebieden met veel ecotonen dicht bij elkaar. Bij de jacht op groot wild is de efficiëntie moeilijker te bepalen omdat ze te onvoorspelbaar zijn, meer dan twee derde van de jachten waren onsuccesvol (Bird et al. 2005, 455).

Op lange termijn daalde de efficiëntie aangezien de omgeving rond een vast kamp uitgeput raakt. Het residentieel kamp moet periodiek verplaatst worden om efficiënte jachten te verzekeren waardoor er opnieuw mozaïeken moeten gecreëerd worden. Hoe frequenter kampen verplaatst worden, hoe moeilijker het is om antropogene mozaïeken van natuurlijke te scheiden aangezien de mens te weinig tijd heeft om een nauw mozaïekpatroon aan te leggen. In het holoceen moet de dichtheid van de bevolking te klein geweest zijn om een volledig antropogeen landschap te vormen in deze regio. De nauwe mozaïeken zijn ongelijkmatig verdeeld over het landschap. Ze zijn gecentraliseerd rond de residentieële kampen met de grootste dichtheid aan ecotonen binnen de fourageerradius. Zelfs vanaf enkele km buiten de residentieële kampen wordt het mozaïekpatroon minder fijn. Daar wordt het patroon voornamelijk gevormd dankzij natuurlijke branden tijdens de zomermaanden (Bliege Bird et al. 2008, 14799-14800).

8.2.1.2 Pintupi



Figuur 23: Lokalisatie van de Pintupi groepen

De Pintupi leefden in het oosten van West-Australië (Figuur 23) in een duinenlandschap waarin de vegetatie bestond uit spinifex gras, lage struiken en geïsoleerde lage bomen. Allen reageren goed op vuur en groeien snel terug nadat ze afgebrand zijn. Vanaf de jaren '60 verlieten de laatste Aboriginals deze regio om zich in Europese nederzettingen te vestigen. Hun kennis blijven ze behouden en verschillende oudere individuen zijn geïnterviewd over Pintupi bosbrandregimes. Deze interviews werden vergeleken met satellietbeelden en vroege luchtfotografie waardoor een gebied van 240.000 ha kon bestudeerd worden. Ook in deze regio ontstond een mozaïeklandschap door antropogene bosbrandregimes met verschillende ecosystemen met verschillende successiestadia (Kimber 1983, 40; Burrows et al. 2006, 273-274).

In spinifex graslanden blijven aanwijzingen van recente bosbranden op luchtfoto's duidelijk zichtbaar gedurende 5-6 jaar na een brand. In tropische savannes is deze periode veel korter en zijn de littekens van een vegetatiebrand al vervaagd na ongeveer 100 dagen aangezien de vegetatie er sneller terug groeit. Hoewel de afgebrande plekken nog zichtbaar zijn, zijn de grenzen ervan niet duidelijk te onderscheiden en gaan ze op in de omliggende vegetatie. Luchtfoto's en satellietbeelden kunnen bijgevolg enkel gebruikt worden om de meest recente vegetatiebranden te karteren. Op luchtfoto's genomen in 1953 is zichtbaar dat 22% van het onderzochte oppervlak in de laatste 5-6 jaar was afgebrand. 75% van het afgebrand oppervlak waren plaatsen kleiner dan 32ha, 50% was kleiner dan 5 ha (Burrows et al. 2006, 275)(Figuur 24). Op recente satellietbeelden, vanaf 1973 tot 2000, zijn er minder afgebrande plaatsen zichtbaar, van 846 in 1953 naar 4 in 1973, maar het totale afgebrande oppervlak is vergroot, van 54.234 ha naar 210.576 ha. Het wegvallen van het antropogeen brandregime heeft ervoor gezorgd dat het aantal individuele branden verminderden, maar het algemeen verbrand oppervlak vergroot is. Ook de diversiteit aan verschillende ecotonen is verminderd en resulteert in een meer uniform landschap (Burrows et al. 2006, 278; Enright, Thomas 2008, 995).



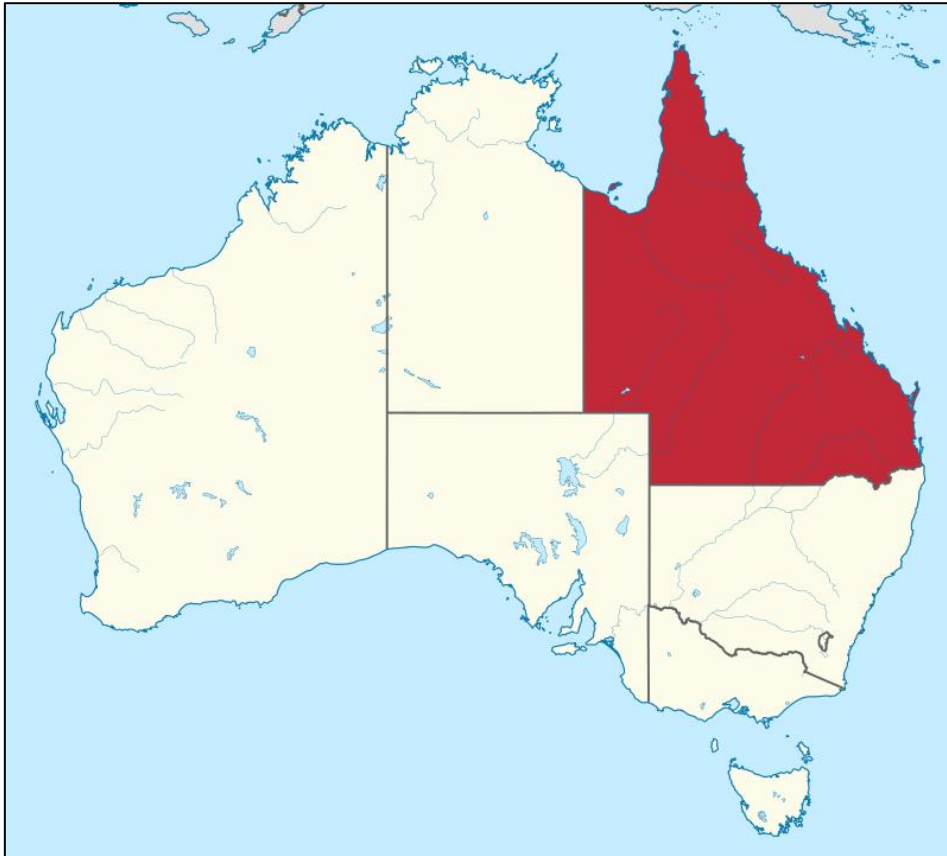
Figuur 24: Luchtfoto genomen in 1953. De lichtgrijze delen zijn afgebrande plaatsen

Vuur werd gebruikt door de Pintupi om het landschap “op te kuisen” en tijdens de jacht op verschillende diersoorten, vooral om groot wild en reptielen te drijven. Iedereen kon vuur gebruiken om het landschap op te kuisen, zelfs de kinderen. Er werd met een brandende lont of struik langs vegetatie gelopen waardoor een lange strook snel kon aangestoken worden (Kimber 1983, 40). Volwassen spinifex gras was volgens de Pintupi lelijk en door het af te branden zouden ze het landschap weer gezond maken. Elke brand verschilde, volgens verscheidene informanten, in grootte en duur afhankelijk van de hoeveelheid brandstof en de windsterkte. Er waren informanten die over branden die zich uitstrekten een afstand van meer dan 180km, maar branden van deze grootte werden gezien als uitzonderlijk. Een informant gaf aan dat langer geleden de branden kleiner waren, wat kan betekenen dat er minder brandstof aanwezig was of dat er werd gewacht op milde windsterktes. Uit de interviews kon blijken dat er werd afgebrand wanneer de grassen te dicht groeiden of als ze de sporen van dieren zagen waarop ze konden jagen. Doorheen het volledige jaar werd er vegetatie afgebrand tijdens jachtextcursies of om te communiceren. Ook op natuurlijk afgebrande plaatsen werd er gejaagd (Kimber 1983, 42; Burrows et al. 2006, 275-277).

Een gemiddeld brandinterval is moeilijk te bepalen maar volgens Burrows et al. (2006) werd er vegetatie afgebrand zodra deze voldoende ontwikkeld was om een brand te dragen, gemiddeld 5-7 jaar na de vorige afbranding. Omdat de Aboriginals rondtrokken kon het soms enige tijd duren voordat vegetatie opnieuw werd afgebrand, al werd een groot deel, tot bijna 90%, van de vegetatie in het territorium van een groep waarschijnlijk eens per decennium afgebrand (Burrows et al. 2006, 275-277).

Volgens de Pintupi was het grootste deel van het wild verdwenen in deze regio doordat er geen vegetatie meer door de mens werd afgebrand waardoor een belangrijke voedselbron voor de dieren, namelijk jonge kruidenvegetatie, wegviel. Enkel door de omgeving op te kuisen via het gebruik van vuur zou deze weer kunnen opleven (Burrows et al. 2006, 277).

8.2.2 Queensland



Figuur 25: Kaart van Queensland

De vegetatie in het oosten van Australië (Figuur 25) wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van savannevegetatie die over gaat in open grasvlakten en langs wouden naast de kusten. Hier werd vuur gebruikt om gras weg te branden waardoor de bossen open werden gehouden. Volgens majoor Thomas Mitchell in 1848 werd de vegetatie in de lente afgebrand waarna er snel nieuwe groene planten begonnen te kiemen die verschillende diersoorten zoals kangoeroes aantrokken. Hierdoor konden Aboriginals makkelijker jagen. In de zomer werd ook vegetatie afgebrand, maar niet om de productie van kiemende planten te verhogen. Door het wegbranden van de dichte grassen werden nesten van vogels, reptielen en knaagdieren makkelijker zichtbaar en kon er beter gejaagd worden. Volgens Mitchell brandden mannen vegetatie af in de lente en vrouwen en kinderen in de zomer. De vegetatie herstelde zich vrij snel na een brand waardoor er om de drie jaar moest afgebrand worden om van de positieve effecten te kunnen blijven genieten (Jones 1969, 226-227; Got 2005, 1205). Na het wegvallen van de afbrandingen door Aboriginals vanaf de Europese kolonisatie werd vegetatie dichter, was er minder zichtbaarheid en verdwenen dieren, zoals kangoeroes, uit de omgeving (Gott 2005, 1204-1205).

8.2.3 Tasmanië



Figuur 26: Kaart van Tasmanië

De vegetatie op Tasmanië (Figuur 26) bestaat uit Eucalyptuswouden, heideland, struikvegetatie en regenwouden. Ook in Tasmanië maakten Aboriginals gebruik van smeulende stokken om snel vuur te kunnen maken. Ze namen deze mee tijdens hun jacht- of verzamelexpedities zodat er geen energie moest verspild worden om manueel vuur te maken. Er werd zelfs lang aangenomen, al vanaf de 18^e eeuw (Jones 1977, 196), dat de Aboriginals in Tasmanië de kennis hadden verloren om zelf vuur te maken waardoor er moest teruggevallen worden op vuur dat brandend werd gehouden. Deze aanname is er waarschijnlijk gekomen omdat het maken van vuur weinig geobserveerd werd door kolonisten. Dit werd lang niet onderzocht en is nog maar recent weerlegd. Tasmaanse Aboriginals maakten vuur via de percussiemethode en via de frictiemethode, beiden te tijds- en arbeidsintensief om uit te voeren tijdens de jacht waardoor lonten gebruikt werden (Bowman 1998, 395; Taylor 2008, 3).

De huidige vegetatie in Tasmanië zou deels zijn vormgegeven door het frequent en wijdverspreide gebruik van vuur door de Aboriginals. Hierdoor verdwenen op vele plaatsen de regenwouden en werden ze vervangen door gemengde eucalyptus-regenwouden en in latere fases door struikbossen en heideland (Jones 1969, 225; Bowman 1998, 391). De overgang van regenwouden naar eucalyptuswouden wordt vaak als een indicatie gezien van antropogene bosbrandregimes aangezien deze overgang in de meeste gevallen niet door klimaatsveranderingen kan verklaard worden daar de transitie op verschillende momenten plaatsvond. De regenwouden werden ook niet volledig vervangen door eucalyptusbomen, er ontstond een mozaïeklandschap wat kan wijzen op een antropogene invloed. Om dit verder te

kunnen onderzoeken moeten meer lokale analyses uitgevoerd worden. De aanwezigheid van houtskool en Eucalyptuspollen in pollensequenties wijst niet noodzakelijk op een antropogeen bosbrandregime, indien er geen directe indicaties van menselijke aanwezigheid zijn dan moeten er eerder natuurlijke oorzaken verwacht worden (Bowman 1998, 397).

In deze bosrijke omgeving werd vooral ondergroei afgebrand om het landschap open te houden. De schilder John Glover illustreerde dit verschillende keren in de 19^e eeuw (Scherjon et al. 2015, 299)(Figuur 27 & Figuur 28). Het grootste deel van de afbrandingen vond plaats in de zomermaanden, wanneer het winderig en warm was. Dit om de mobiliteit te verbeteren en de productie van verschillende plantensoorten te verhogen. Vuur werd verder ook aangewend om dieren aan te trekken naar bepaalde plaatsen en om dieren te drijven tijdens de jacht (Lewis, Ferguson 1988, 64; Gott 2005, 1203; Enright, Thomas 2008, 988).



Figuur 27: John Glover's "Patterdale Landscape, Tasmania" (Ca. 1833-1834). Hier is er amper ondergroei zichtbaar tussen de bomen



Figuur 28: John Glover's "Natives at a corrobory, under the wild woods of the Country" (Ca. 1835)

8.2.4 Arnhemland



Figuur 29: Kaart van Arnhemland

Deze regio bevindt zich in het noorden van Noord-Australië (Figuur 29) en wordt gekarakteriseerd door open bos savanne gedomineerd met een dominantie van eucalyptusbomen. De afbrandingen door Aboriginals vonden vooral plaats aan het begin van het droge seizoen, vanaf begin mei tot november, om het landschap “op te ruimen”, maar de afbrandingen konden doorheen het hele seizoen plaatsvinden (Russell-Smith et al. 1997, 161; Yibarbuk et al. 2001, 326; Cochrane 2009, 100).

Aan het begin van het droge seizoen konden grote delen van het landschap snel afgebrand worden dankzij de droogte van de vegetatie, maar de branden konden wel nog steeds gecontroleerd worden doordat een groot deel van de vegetatie nog niet volledig uitgedroogd was. Er werd in de droogste perioden geen vegetatie afgebrand uit angst dat het vuur zicht te ver zou verspreiden. Door de afbrandingen te laten samen vallen met klimatologische veranderingen zoals het vallen van dauw of veranderingen in windpatronen konden veilige branden gegarandeerd worden. Doordat er na verloop van tijd een mozaïeklandschap werd gecreëerd, konden deze mozaïeken ook dienen als een natuurlijke brandgang waardoor het vuur zich niet kon voortplanten (Lewis 1989a, 14; Bowman 1998, 390). De grootste gevolgen van de afbrandingen waren ook hier dat het landschap open werd gehouden en dat de plantendiversiteit steeg (Jones 1969, 228).

Tijdens het afbranden werd de groep opgesplitst in kleinere, mobiele groepen om efficiënt grote gebieden af te kunnen branden (Jones 1968, 206), voornamelijk savannevegetatie. De regenwouden en moerassen in dit gebied werden niet regelmatig afgebrand aangezien deze te kwetsbaar waren en vuur een te beschadigend effect had. Om de 5 tot 10 jaar werden enkele hectares afgebrand om de accumulatie van brandstoffen tegen te gaan, maar verder werden deze bossen niet aangetast. De wouden en moerassen werden zelfs beschermd door voorzichtig het gras langs te wouden af te branden zodat die konden dienen als natuurlijke brandgangen indien er een brand plaatsvond (Lewis, Ferguson 1988, 67; Lewis 1989a, 14; Yibarbuk et al. 2001, 337). Na het wegvallen van het antropogene bosbrandregime stapelden brandstoffen zich op en kwamen er frequenter grote intensieve natuurlijke bosbranden voor laat in het droge seizoen. Om dit tegen te gaan wordt sinds de laatste paar decennia opnieuw vegetatie afgebrand (Yibarbuk et al. 2001, 326).

In Arnhemland werd vuur jaarlijks gebruikt voor de jacht op kangoeroes, een activiteit die voornamelijk door mannen uitgevoerd werd. Ook tijdens de jacht op kleinere dieren werd vuur gebruikt om dieren uit schuilplaatsen te drijven, een activiteit die doorgaans door vrouwen uitgevoerd werd. Vuur werd verder nog gebruikt om fruitbomen gezond te houden door afval

rondom de bomen te verwijderen. Om fruitbomen en voedzame wortels niet de beschadigen werden loopvuren gebruikt (Russell-Smith et al. 1997, 174; Langdon 2000, 8; Cochcrane 2009, 150).

8.3 Besluit

Verschillende etnografische bronnen wijzen er op dat het afbranden van vegetatie bijna universeel verspreid was bij recente jager-verzamelaars (Mellars 1976, 16). Hoewel indianen en Aboriginals leefden in verschillende vegetatiezones, zijn er toch gelijkenissen in hoe ze vuur gebruikten in hun dagelijkse activiteiten (Lewis, Ferguson 1988, 60). Bij zowel indianen als Aboriginals werd vuur niet gedoofd tenzij het een bedreiging vormde. Hierdoor konden er snel grote oppervlakten afgebrand worden (Cooper 1961, 150). Er werd op voorhand voor gezorgd dat er niet te veel werd afgebrand door windpatronen, vochtigheid, brandstofhoeveelheid en de mogelijke aanwezigheid van natuurlijke brandgangen waardoor vuur zich, meestal, niet verder dan gewenst verspreidde. Er werd bijvoorbeeld bovenaan hellingen begonnen met afbranden waardoor het vuur aan de voet van de helling zou uitdoven doordat grassen aan de voet van hellingen over het algemeen vochtiger zijn (Lewis 1982, 13; Russell-Smith et al. 1997, 175; Kimmerer, Kanawha Lake 2001, 39).

Een vergelijkbaar spectrum aan objectieven komt terug bij verschillende groepen in verschillende ecosystemen verspreid over de wereld. Het gebruik van vuur voor bepaalde activiteiten zoals voedselwinning, het opkuisen van het landschap, verhoging van mobiliteit en zichtbaarheid lijkt bijna universeel te zijn (Scherjon et al. 2015, 307). Allen creëerden ecotonen, overgangszones tussen twee of meer ecosystemen of habitats, waardoor er verhogingen van *edge effects* en dus biodiversiteit optraden (Williams 2003, 2). Er werd vaak niet voor één specifiek doeleinde afgebrand, maar voor verschillende (Lewis 1982, 23). Het grootste deel van deze activiteiten zouden ook kunnen uitgevoerd zijn door mesolithische jager-verzamelaars in Noordwest-Europa zoals het verhogen van de mobiliteit en de bevordering van het voorkomen van plant en dier. Enkele van de activiteiten zouden minder nut gehad hebben zoals het voorkomen van bosbranden aangezien deze minder een gevaar vormen in het Noordwest-Europese klimaat.

Het is moeilijk om op basis van de etnografische literatuur vast te stellen op welk moment van het jaar er werd afgebrand. Er kan wel gesteld worden dat elke groep dit op het meest optimale moment deed: na het oogsten van zaden of vruchten, wanneer de ondergroei het droogst was of wanneer het de meeste voordelen bracht voor bepaalde plantensoorten (Scherjon et al. 2015, 309). Elke groep paste zijn bosbrandregime aan zijn onmiddellijke omgeving en zijn noden aan.

Zo was in Australië volgens Kimber (1983) de mogelijkheid tot afbranding een belangrijkere factor dan tijdstip in het jaar in het westelijk deel van Australië. In de noordelijke gebieden van Australië was het tijdstip wel van belang aangezien de zomermaanden samenvallen met het natte monsoenseizoen. Het grootste deel van afbrandingen vond dan ook plaats in het droge seizoen tussen mei en oktober. In verschillende gebieden en verschillende vegetatiezones werd er op verschillende momenten in het jaar afgebrand (Gott 2005, 1205). In Amerika stelt Lewis (1982, 34) dat antropogene bosbranden in verschillende seizoenen voorkomen dan natuurlijke. In grote delen van Noord-Amerika vallen de meeste blikseminslagen in de zomermaanden. In deze maanden was de vegetatie ook het droogst waardoor het afbranden van vegetatie gevaarlijk was. Branden in de zomermaanden verstoorden de groei van kruidige planten i.p.v. de groei ervan te bevorderen, daarom staken indianen voornamelijk branden aan in de lente of de herfst, wanneer er weinig natuurlijke branden waren, maar de vegetatie de juiste vochtigheidsgraad had om veilig te kunnen afgebrand worden.

Ook de frequentie van afbrandingen verschilde van groep tot groep en was afhankelijk van klimaat, vegetatiesoort, reden tot afbranding, etc. Ook hier kan geen algemene conclusie worden getrokken. De frequentie van afbranden van dezelfde plaats kon gaan van 2 keer per jaar tot eens per decennium of later. Hetzelfde kan gezegd worden over de grootte van de afbrandingen, ook deze waren aangepast aan de specifieke activiteit van een groep, maar het lijkt erop dat er meestal geen oppervlaktes groter dan 50ha afgebrand werden (Scherjon et al. 2015, 309).

Zowel in Noord-Amerika als Australië werden mozaïeklandschappen gecreëerd. Het herhaaldelijk afbranden van relatief kleine oppervlakten gedurende honderden jaren resulteerde in een divers landschap met verschillende ecotonen dicht bij elkaar. Dit had verschillende voordelen voor zowel dier als mens. Een antropogeen gevormd mozaïeklandschap was ook fijner dan een natuurlijk, tenminste rond de nederzettingen of langs paden. Dit patroon was minder duidelijk indien het kamp vaak verplaatst werd. In dit geval is het moeilijk om natuurlijke en antropogene mozaïeklandschappen van elkaar te scheiden (Bliege Bird et al. 2008, 14800). Hoewel niet kan bepaald worden of een mozaïeklandschap expliciet het doel was van de afbrandingen van indianen of Aboriginals, was het zonder twijfel het resultaat ervan. Zowel indianen als Aboriginals hadden een uitgebreide kennis over hun omgeving en de effecten dat vuur hierop had. Er werden jaarlijks verschillende ecosystemen afgebrand op verschillende momenten wat kan aantonen dat ze de effecten van afbrandingen van

verschillende vegetatietypes kenden en die kennis ook toepasten (Lewis 1985, 75; Lewis, Ferguson 1988, 66; Lewis 1989a, 16).

Dankzij moderne onderzoeken naar bosbranden in verschillende ecosystemen kan er een ecologische dimensie gegeven worden aan de etnografische data over bosbranden wat, op zijn beurt, een idee kan geven over hoe de prehistorische mens hiermee kon omgaan. Dit proces blijft problematisch aangezien recent onderzoek in moderne omgevingen geprojecteerd wordt op antropologisch onderzoek wat daarna wordt geprojecteerd wordt op prehistorische jager-verzamelaars (Lewis 1973, 12).

Er moeten nog meer groepen gevolgd worden en, vooral oudere, individuen geïnterviewd worden om een gedetailleerder beeld van jager-verzamelaar brandregimes te verkrijgen. Niet alleen in Australië of Amerika, maar ook in andere delen van de wereld. Nog te weinig wordt vuur als een belangrijk deel van de jager-verzamelaars *toolkit* gezien (Scherjon et al. 2015, 300). Waar mogelijk zouden er stalen moeten genomen worden op plaatsen waar groepen vegetatie afbranden om aan hun verhalen een archeologische en ecologische dimensie te koppelen en een kader te kunnen vormen voor verder onderzoek zowel naar huidige brandregimes als prehistorische.

Het grootste deel van de antropogene bosbrandregimes is onzichtbaar in archeologische archieven waardoor het opsporen ervan, waaronder ook prehistorische bosbrandregimes, zeer moeilijk blijft. De signalen kunnen uitgewist of vervaagd worden door later landgebruik of signalen van natuurlijke vegetatiebranden. Hoe groter het afgebrande oppervlak, hoe groter de kans dat het kan opgespoord worden, ook de duur van het gebruik van een site en de grootte van de bevolking speelt een rol (Scherjon et al. 2015, 299-312). De meeste branden waren echter loopvuren beperkt tot de ondergroei, wat weinig sporen naliet.

Het lijkt erop dat een groot deel van de activiteiten waarvoor vuur gebruikt werd bij moderne jager-verzamelaars theoretisch gezien ook zouden kunnen voorkomen bij prehistorische jager-verzamelaars. Dit blijft echter onmogelijk om te bewijzen. De verschillende activiteiten laten grotendeels dezelfde sporen na op hun omgeving en hun effecten zijn vaak zeer lokaal waardoor ze moeilijk op te sporen zijn.

9. Impact van bosbranden

Hoewel de meeste ecologen, archeologen en antropologen het erover eens zijn dat de mens, doorheen bijna zijn volledige geschiedenis, vuur gebruikte voor verschillende doeleinden waaronder zijn omgeving aanpassen, bestaat er geen consensus over hoever deze manipulaties

reikten en of deze opzettelijk waren. Vooral in gebieden met een lage bevolkingsdichtheid en een frequent voorkomen van natuurlijke vegetatiebranden worden er hevige debatten gevoerd over de invloed van de mens (Bowman et al. 2011, 2224; Coughlan, Petty 2012, 478).

Verschillende auteurs, waaronder Burcham (1959), Clar (1959), Heady (1973), Russell (1983) en Parker (2002), zijn sceptisch over de notie dat indianen, en in extensie andere jager-verzamelaars, een belangrijke impact op hun omgeving zouden gehad hebben. Volgens hen was de indianenpopulatie niet groot genoeg en hadden ze niet de juiste technologie om voldoende impact te hebben. Clar (1959) ging zelfs zo ver als het idee van een bewuste invloed op hun omgeving af te schilderen als een fantasie (Lake 2013, 1). Ook Clark (1952, 91-92) schreef dat voor de neolithische revolutie Europa bedekt was met onaangetaste oerbossen. Pas vanaf het neolithicum beginnen deze bossen aangetast te worden door de mens, aangezien hij pas vanaf het neolithicum een verhoging in de pollen van grassen en kruiden ziet verschijnen in vennen in Denemarken (Stewart 1956, 121).

Zelfs indien de impact van jager-verzamelaars niet zeer groot, langdurig en wijdverspreid was, zou ze nog steeds voldoende geweest zijn om lokaal de distributie van verschillende grondstoffen te kunnen veranderen en de diversiteit van zowel planten als dieren te verhogen (Bean, Lawton 1973, xxx; Russell 1983, 79; Cuthrell et al. 2012, 150). Het is onmogelijk om te met zekerheid te zeggen of indianen of Aboriginals zich bewust waren wat de ecologische impact was van hun afbrandingen. Indiaanse stammen vandaag branden geen bossen meer af waardoor deze vraag moeilijk, zo niet onmogelijk, te beantwoorden is. De effecten van de bosbranden kunnen wel, deels, gereconstrueerd worden (Lewis 1973, 6). Vuur was het werktuig met veruit de grootste impact op de omgeving die jager-verzamelaars tot hun beschikking hadden, niet alleen op het uitzicht van de omgeving, maar ook de functie ervan. Hoe groter de groep en hoe langer men in een bepaald gebied bleef, hoe groter de impact geweest zou zijn (Lewis 1973, 48-50).

Indianen manipuleerden niet alleen welke soorten voorkwamen in hun omgeving, maar ook hoe deze soorten groeiden. Dankzij hun beheer van eikenbossen bleven enkel de grootste exemplaren die ook de meeste eikels droegen bestaan. De bossen waren ecologisch divers en bestand tegen catastrofale bosbranden aangezien er maar een geringe hoeveelheid plantenafval geaccumuleerd was. Zo werd de structuur van de bossen aangepast. De gebieden die geëxploiteerd werden door indiaanse stammen verschilden duidelijk van gebieden die niet beheerd werden door de mens (Anderson 2005, 289).

De indianen in Californië hadden een nauwe band met hun omgeving. Dankzij het afbranden van vegetatie en het wieden, zaaien en snoeien van planten konden ze overexploitatie tegengaan. Ze verkregen zo ook een uitgebreide kennis over de verschillende plantensoorten. Deze verschillende technieken hadden een impact op hun omgeving, een impact die over honderden jaren heen groter werd. Ze veranderden hun omgeving op een grote schaal en op een lange termijn. Door hun omgeving te verstoren, hielden ze het in balans (Anderson 2005, 154). Nadat Amerika gekoloniseerd werd en het afbranden van vegetatie verboden werd, verdween een groot deel van de vuur-tolerante plantensoorten en zo ook de balans (Lewis 1973, 74-75; Anderson 2005, 125). Door een preventie van bosbranden in Californië sinds 1860 verdween een groot deel van het beschikbaar grasland in het Sequoia National Park wat voor problemen voor schaapherders zorgde aangezien de graslanden begroeid raakten zonder vegetatiebranden (Lewis 1973, 76). Ook in de gebergten van Californië zorgde het verbieden van afbrandingen voor grote veranderingen. Via brandlittekenonderzoeken werd het bosbrandregime in King Canyon National Park gereconstrueerd van de pre-koloniale periode tot nu. In de pre-koloniale periode vond er een bosbrand plaats om de 3 tot 15 jaar, met een gemiddelde van een brand om de 9 jaar. In de rest van het Sierra Nevada vond er een brand plaats om de 1 tot 21 jaar. Dit onderzoek reconstrueert enkel intensieve branden aangezien loopvuren meestal geen littekens op bomen veroorzaken. Sinds de koloniale periode vindt er maar een brand plaats om de 25 tot 50 jaar. Afbrandingen door indianen zorgden dus voor een groot deel van het totale aantal vegetatiebranden. Er werd telkens afgebrand vanaf er genoeg brandstof was in de vorm van dode takken of naalden. Nadat de indianen verdwenen uit dit gebied begon het afval zich op te stapelen en veranderde de vegetatie van vuur-tolerante soort naar vuur-intolerante soorten (Lewis 1973, 77-80).

In Australië werd de impact van Aboriginals op hun omgeving o.a. onderzocht door Bliege Bird et al. (2008). Zij vergeleken de vegetatiesamenstelling van 34 landschappen met elkaar, waarvan 15 antropogeen gevormde landschappen en 15 natuurlijke als controle. Ze kwamen tot de conclusie dat een antropogeen bosbrandregime zorgde voor een heterogener en meer gediversifieerd landschap. De ecotonen zijn in een menselijk gevormd mozaïeklandschap kleiner en in grotere aantallen aanwezig. Hoe diverser het landschap en hoe fijner het mozaïekpatroon, hoe efficiënter het jagen en verzamelen is (Bliege Bird et al. 2008, 14797-14798). Aboriginals hadden zeker een invloed op lokale schaal, een effect dat vergrootte naarmate er meer branden werden aangestoken.

Het landschap dat werd gecreëerd door het afbranden van spinifex gras in de westelijke woestijnen tijdens hagedissen jachten verschilt van een landschap afgebrand door natuurlijke branden. Die impact moet in het holoceen nog kleiner geweest zijn aangezien de bevolkingsdichtheid lager lag dan vandaag in deze regio. Ze versterkten het natuurlijk mozaïekpatroon en bosbrandregime, maar vormden het niet om naar een volledig antropogeen landschap. De hoeveelheid branden werden niet noodzakelijk verhoogd, maar het tijdstip en de plaats ervan werden verandert. Dit betekent dat het quasi onmogelijk is om op basis van houtskoolrecords antropogene van natuurlijke branden of mozaïeken te scheiden (Horton 1982, 249; Bliege Bird et al. 2008, 14800; Smith 2013, 324). Bowman (1998, 394) schrijft zelfs dat Aboriginal bosbrandregimes archeologisch onzichtbaar zijn aangezien de afgebrande gebieden te klein waren om opgemerkt te kunnen worden in houtskoolarchieven. Antropogene mozaïeklandschappen in Australië worden grotendeels in stand gehouden dankzij de jachten op hagedissen. Zonder deze vervallen de mozaïeken snel tot een natuurlijk patroon en daalt de algemene biodiversiteit (Bliege Bird et al. 2008, 14800).

Het verdwijnen, of juist toenemen, van regenwoud wordt soms toegeschreven aan antropogene bosbrandregimes, maar ook hier hadden Aboriginals hoogstwaarschijnlijk voornamelijk een invloed op lokale schaal. Een verandering in de distributie van regenwouden op landschappelijke schaal kan niet worden bewezen (Horton 1982, 249; Bowman 1998, 399; Mooney et al. 2011, 41). Antropogene brandregimes hadden een belangrijke invloed op het tegenhouden van de accumulatie van brandstof. Door het grotendeels wegvallen van deze afbrandingen is het totale aantal branden gedaald, maar is het algemeen afgebrand oppervlak en de intensiteit van de branden gestegen. Om dit tegen te gaan wordt er opnieuw vegetatie afgebrand in bepaalde natuurparken sinds het einde van de 20^e eeuw (Lewis 1989b, 942).

Over de impact van jager-verzamelaars in het mesolithicum op hun omgeving bestaan er verschillende meningen. Volgens sommigen, zoals Zvelebil (1994, 64), lijkt er op dat de mens bewust zijn omgeving manipuleerde of beïnvloedde. De mate van de impact hangt af van de duur en de intensiteit van de activiteiten in een bepaald gebied (Smith 1970, 81). Verstoringsfases komen in sterk verschillende omgevingen voor op verschillende momenten en met verschillende duraties, wat erop wijst dat de openingen in het bosbestand gecreëerd zijn door een range aan activiteiten en processen. De mens was hierin maar één factor gepaard met verschillende natuurlijke processen zoals het grazen van dieren of windvallen. De combinatie van antropogene en natuurlijke factoren, zowel branden als het grazen van herbivoren, kon

ervoor zorgen dat een opening in het bosbestand voor honderden in stand kon gehouden worden (Caseldine, Hatton 1993, 130; Bishop et al. 2015, 69).

Dankzij onderzoeken o.a. in Groot-Brittannië en Ierland wordt er alsmaar meer aanvaard dat de mesolithische mens een impact had op zijn omgeving. Eerst was de meeste informatie over bosbranden afkomstig van de hooglanden en was het vooral beperkt tot het late mesolithicum (Simmons 1975, 1; Simmons, Innes 1987, 392; Zvelebil 1994, 55; Simmons 1996), maar er is ondertussen ook meer data over laaglanden en het begin van het mesolithicum afkomstig, van o.a. Star Carr en Dartmoor (Caseldine, Hatton 1993; Zvelebil 1994; Innis, Blackford 2003, 185; Bell, Noble 2012, 84). Naar het einde van het mesolithicum toe zijn er meer sites gekend waar verstoringen in de pollenproductie zichtbaar zijn, dit zou kunnen betekenen dat de omgeving intensiever geëxploiteerd werd. Ook verschillende sites zijn gekend waar meerdere verstoringfases voorkomen zoals Rhoyn Farm en North Gill (Simmons, Innes 1987, 393).

De invloed van de mesolithische mens uitte zich hoogstwaarschijnlijk vooral op lokale schaal aangezien geschatte groottes van de bevolking, in bijvoorbeeld Schotland, te klein zijn om grootschalige vegetatieveranderingen zouden kunnen teweeg gebracht hebben (Simmons 1975, 1; Edwards, Ralston 1984, 19). Indianen en Aboriginals hadden eveneens een lokale impact. Hoe langdurig deze impact was kan voorlopig niet bepaald worden. Jager-verzamelaars waren zich bewust van een groot deel van de effecten van hun afbrandingen en na het wegvallen van antropogene brandregimes waren er grote veranderingen zichtbaar in de ecosystemen en landschappen waarin de mens leefde.

10. Vegetatiebranden in het mesolithicum

Doorheen het mesolithicum veranderde de vegetatiesamenstelling op de Britse eilanden wat zorgde voor veranderingen in bosbrandregimes. Aan het begin van het Britse mesolithicum, in het boreaal, waren gemengde dennen-hazelaar wouden dominant, een ecosysteem waarin branden relatief frequent natuurlijk voorkomen. Vanaf het atlanticum waren gemengde loofwouden dominant en werd ook het klimaat natter. Dit zorgde voor een omgeving waarin bosbranden moeilijker ontstonden. Er zou dus moeten verwacht worden dat er een daling in het aantal bosbranden zichtbaar zou zijn vanaf het atlanticum, maar dit wordt tegengesproken door analyses van de beschikbare paleoecologische archieven. Een van de mogelijke verklaringen hiervoor is de invloed van de mens die vanaf het midden het mesolithicum een grotere impact op zijn omgeving zou uitoefenen (Brown 1997, 136; Davies, Robb, Ladbrook 2005, 286).

10.1 Onderzoeken

De exploitatie van planten werd lang gezien als minder belangrijk dan jacht bij Europese mesolithische jager-verzamelaars (Price 1987, 288). In onderzoeken werd vooral de focus gelegd op voedselbronnen met een hoge calorische waarde zoals boswild of marien voedsel. Ondertussen wordt begrepen dat planten een belangrijke rol speelden in de mesolithische voedsleconomie (Speth 1989; Speth 1991, Zvelebil 1994, 48; Mason 2000, 139; Divišová, Šída 2015, 95-96). Hiervoor zijn voldoende archeologisch aanwijzingen (Sümegei 2013, 112; Bishop, Church, Rowley-Conwy 2014, 9) en ook bij recente jager-verzamelaars speelt plantaardig voedsel een belangrijke rol (Mellars 1976; Zvelebil 1994; Moerman 1998, 15; Bishop, Church, Rowley-Conwy 2014, 9). Het systematisch exploiteren van bepaalde planten of delen van bossen kon ook leiden tot veranderingen in de natuurlijke productie, betrouwbaarheid en distributie van bepaalde soorten. Deze systemen en manipulaties maken deel uit van *Human Niche Construction* waarbij de mens zijn omgeving kan beïnvloeden om zo zowel zijn eigen evolutie als die van dieren en plantensoorten te beïnvloeden. De mens zou zo niet enkel reageren op zijn omgeving maar er een onlosmakelijk deel van uitmaken. De mens heeft niet alleen een invloed op zijn omgeving, maar de omgeving oefent ook een invloed uit op de mens. Dit zou kunnen betekenen dat de Europese oerbossen niet zo wild waren als wordt aangenomen o.a. door Rackham. Vuur kon hierbinnen een grote rol spelen (Rackham 1980; Lewis 1989b, 946; Kendal, Tehrani, Odling-Smee 2001, 785; Rowley-Conwy, Layton 2011, 851; Smith 2011, 836-838; Bell, Noble 2012, 81; Bishop et al. 2015, 55). De mesolithische mens kon doen aan *Low-level food production* (Smith 2001) of *Low-level resource production* (Crawford 2011) en zouden hierdoor kunnen behoren in Zvelebil's (1994) *Systematic and intensive plant use of Plant food management or husbandry* categorieën (Zvelebil 1994, 37-40; Warren et al. 2013, 630). Dit zou betekenen dat de mesolithische mens tussen de klassieke tweespalt van jager-verzamelaars en landbouwers viel (Warren et al. 2013, 630).

Er werd aangenomen, door auteurs zoals Iversen (1949), dat de mesolithische mens geen noemenswaardige invloed op zijn omgeving had. Het beheren van de omgeving zou niet alleen niet nodig zijn geweest aangezien voor het verzamelen van voedsel er geen bossen moesten geruimd worden, maar het zou ook onmogelijk geweest zijn aangezien de mesolithische mens niet de nodige technologie had om de bossen af te branden. Dit beeld is ondertussen allang achterhaald (Smith 1970, 81). In verschillende delen van Groot-Brittannië zijn er aanwijzingen gevonden dat mesolithische jager-verzamelaars actief hun omgeving beheerden (Edwards 1996a, Edwards 2009; Bishop, Church, Rowley-Conwy 2014, 11).

De invloed van de mens wordt vaak afgeleid uit verstoringsfases in pollendiagrammen (Dimbleby 1961, 124; Bell, Noble 2012, 81). Deze verstoringsfases konden het resultaat zijn van een bewuste strategie om de productie van bepaalde planten te verhogen, zoals noten, fruitbomen, struiken en grassen, of om wild aan te trekken. Volgens Mellars (1976) zou de aanwezigheid van dier en plant meer dan verdubbeld kunnen worden door het afbranden van vegetatie (Zvelebil 1994, 35; Warren et al. 2013, 639-640). Gedetailleerde analyses van de archeobotanische archieven van verschillende mesolithische sites in Schotland en Engeland, zoals Rhoin Farm, Dartmoor en North Gill, hebben aangetoond dat het landschap systematisch geëxploiteerd werd voor voedsel en brandstof (Edwards, Ralston 1984, 20; Simmons, Innes 1987, 392; Caseldine, Hatton 1993, 120; Edwards 2000, 126; Innis, Blackford, Rowley-Conwy 2013, 88). O.a. in North Gill, in de North York Moors, zijn er vanaf het laat-mesolithicum aanwijzingen dat de mens door het gebruik van vuur zijn omgeving exploiteerde en omvormde tot een mozaïeklandschap. In North Gill zijn er minstens 3 grote verstoringsfases onderscheiden. Uit enkele van deze bleek dat het bos aanvankelijk niet geopend was door vuur, maar er wel door open gehouden werd. De precieze activiteiten die hier plaatsvonden konden niet gereconstrueerd worden op basis van de ecologische archieven (Simmons, Innes 1987, 394; Simmons, Innes 1996, 189; Innis, Simmons 2000, 151; Innis, Blackford 2003, 185).

Veel informatie over pre-neolithische bosbranden is afkomstig uit noord en west Groot-Brittannië, meestal uit hogere delen van het landschap (Simmons 1969; Smith 1970,81; Mellars 1976,33). Ook in het zuiden van Groot-Brittannië zijn er sites die hier informatie over geven zoals Oakhanger en Iping Common. Deze sites bevinden zich op relatief arme zandige gronden. Volgens Simmons (1969, 117) is er meer informatie over bosbranden gevonden op deze arme gronden omdat eikenbossen moeilijker af te branden zijn op meer vruchtbare en kleirijke bodems elders in het zuiden van Groot-Brittannië. Ook in laaglanden met vochtverzadigde bodems moeten bosbranden minder voorgekomen zijn aangezien de ondergroei op deze plaatsen niet kon uitdrogen, zelfs niet in de droge zomermaanden. Op vruchtbare gronden volgen de successiestadia van vegetatie elkaar ook sneller op dan op arme gronden. Bossen zouden zich dus sneller hersteld hebben na branden op de vruchtbare laaglandgronden in Groot-Brittannië dan op de hooglanden en de laaglanden met arme bodems. Omdat bossen zich op vruchtbare gronden zo snel hersteld zouden hebben, zijn bosbranden moeilijker te herkennen in pollendiagrammen. Op arme gronden zouden de effecten ook meer opvallen volgens Dimbleby (1963, 147) aangezien het herhaaldelijk afbranden van het bos de bodemdegradatie alleen maar zou versnellen (Mellars 1976, 33-34).

Laaglanden met arme bodems en hooglanden met grassen zouden de juiste condities gehad hebben waarin bosbranden konden ontstaan (Rankine, Dimbleby 1960; Dimbleby 1963; Smith 1970, 81; Mellars 1976, 33). Voor het late mesolithicum zijn er meer aanwijzingen gevonden dan voor het vroege mesolithicum dat de mens vuur gebruikte om zijn omgeving te exploiteren. Het zou kunnen dat een stijgende demografische druk ervoor zorgde dat planten en dieren intenser moesten geëxploiteerd worden in het late mesolithicum (Simmons, Innes 1987, 385). Zelfs als de mens niet bewust zijn omgeving structureerde en manipuleerde, had hij nog steeds een impact op dier en plant. Ook in het mesolithicum had de mens een invloed en niet pas vanaf de overgang naar het neolithicum (Bishop et al. 2015, 70).

Brown (1997, 140) stelde een model voor waarbij de mesolithische jager-verzamelaars aan *opportunistic deforestation* deden i.p.v. *destructive deforestation*. Brown ziet het afbranden van bossen als deel uitmakend van de *principle of least effort* waarbij er zo weinig mogelijk energie wordt verbruikt om een bepaalde activiteit uit te voeren. De klimatologische situatie aan het begin van het holoceen veroorzaakte meer verstoringen, o.a. door bosbranden en windvallen, in bossen. De mens kon gebruik maken van bestaande open plaatsen en deze in stand houden of vergroten door via herhaaldelijke afbrandingen regeneratie van het bosbestand tegen te gaan, ze moesten niet noodzakelijk zelf openingen creëren. Brown haalde hierbij aan dat indianen in Noord-Amerika relatief kleine oppervlakten afbrandden waardoor ze weinig energie moesten verbruiken en toch hun voedselvoorziening sterk konden vergroten. De open plekken die gecreëerd werden konden verschillende jaren gebruikt worden en indien ze regelmatig opnieuw afgebrand werden konden ze zelfs langer gebruikt worden. Een verstoringsfase in een palynologisch archief kan daardoor een amalgaan van verschillende processen met verschillende oorzaken zijn (Riher, Gearey 2017, 6). Brown stelde verder ook dat bosbranden in een archeologisch archief niet moeten gezien worden als een geïsoleerde gebeurtenis, maar eerder als deel van een cyclisch proces van afbranden en opnieuw afbranden (Brown 1997, 140; Moore 2001, 223; Davies, Robb, Ladbrook 2005, 280; Innis, Blackford, Rowly-Conwy 2013, 94). Doordat een verstoringsfase op zich een destructieve gebeurtenis was konden alle sporen van antropogeen gebruik of manipulatie ervan worden uitgewist door verder gebruik ervan, zowel van mens als door dier (Brown 1997, 140; Moore 2001, 221).

10.2 Exploitatie

Er wordt verondersteld dat bossen in het late atlanticum zeer dicht waren dankzij het natte klimaat waardoor er amper nog plaats was voor herbivoren of mensen. Dieren zouden dan eerder aan de randen van bossen geleefd hebben langs riviervalleien waar wel nog plaats was

om te grazen. Door het afbranden van delen van de bossen kon er niet alleen plaats vrij gemaakt worden voor begrazing, maar ook meer eetbare ondergroei gestimuleerd worden wat de totale populatie van dieren kon verhogen, bij edelherten kon dit oplopen tot een vertienvoudiging. Dit zou kunnen verklaren waarom er meer aanwijzingen voor het gebruik van vuur gekend zijn uit het late-mesolithicum (Simmons, Innes 1987, 397; Zvelebil 1994, 55; Rowley-Conwy, Layton 2011, 852; Crombé 2016, 318). Het zou verder de mobiliteit van de mens verhoogd hebben door te zorgen voor parkachtige bossen of door het aanleggen van paden (Davies, Robb, Ladbrook 2005, 285). Het concentreren van economisch nuttige plantensoorten op bepaalde plaatsen kon leiden tot een verhoogd sedentarisme en meer gespecialiseerd verzamelen door zich te focussen op maar een aantal belangrijke voedselbronnen (Simmons, Innes 1987, 397).

Een plantensoort die met zekerheid werd geëxploiteerd in het mesolithicum was de hazelaar. Dit wordt geattesteerd door vaak grote aantallen verkoolde hazelnootschelpen die op mesolithische sites worden aangetroffen. De hazelaar wordt door sommige onderzoekers gezien als een boomsoort die goed reageert op vuur en die dankzij bosbranden kon uitbreiden (Dimbleby 1961, 126; Smith 1970, 83; Smith 1984; Huntley 1993; Simmons 1996; Moore 2003, 139). Volgens Dimbleby (1967, 35) zou elke opening in de boomkruinen, o.a. veroorzaakt dankzij bosbranden, zorgen voor het groeien van hazelaarstruiken. Indien er in postglaciale bossen veel bosbranden voorkwamen dan zou dit kunnen verklaren waarom deze soort zo wijdverspreid was (Mellars 1976, 31). De mens zou hierin een rol kunnen gespeeld hebben (Bennett, Simonson, Peglar 1990, 635). In zowel Star Carr als Flixton, beide mesolithische sites in Yorkshire, vallen de mesolithische occupatiefases samen met het begin van het stijgen van hazelaarpollen. Deze stijging wordt ook in andere delen van Noordwest-Europa in het boreaal opgemerkt. In Flixton werden hazelnoten gevonden boven een houtskoollaag die mesolithische artefacten bevatte. In deze laag ging een stijging van hazelaarpollen gepaard met een daling van het aandeel van berkenpollen (Smith 1970, 82; Clark, Merkt, Müller 1989, 917; Brown 1997, 136). Bosbranden zouden een impact op deze soort kunnen gehad hebben door meer schaduwgevende bomen weg te branden, maar antropogene invloeden vallen moeilijk te bewijzen. In zowel Hockham als Quidenham, beiden in East Anglia, zijn er in stalen afkomstig uit lacustriene sedimenten echter geen correlaties zichtbaar tussen verhogingen in houtskoolconcentraties en het stijgen van hazelaarpollen. Aan het begin van de postglaciale fase, wanneer de hazelaar dominant was, is er zelfs weinig tot geen microhoutskool zichtbaar in de lacustriene sequenties (Bennett, Simonson, Peglar 1990, 639). Ook Edwards (Edwards 1991, 76; Edwards 2000, 123) ziet de Europese hazelaar niet als

een plant die goed reageert op vuur. Indien vuur, zowel natuurlijk als antropogeen in oorsprong, een invloed had op de hazelaar dan zou dit eerder op lokale, plaatselijke schaal geweest zijn dan op een regionale of landschappelijke schaal door het creëren van kleine lichtrijke openingen in het vegetatiedek waarin de hazelaar makkelijk kon groeien (Moore 2003, 140).

Vuur kon ook aangewend worden bij de exploitatie van eikels. Eiken waren, zeker tijdens het laat-mesolithicum, dominant aanwezig in grote delen van Noordwest-Europa. Hoewel het tegengestelde vaak wordt aangenomen (Rackham 1995), zijn eiken niet vuur-intolerant, ze groeien relatief snel terug na een brand doordat hun wortels diep reiken en ze beter groeien in direct zonlicht. Eikels konden na de verwijdering van hun tannine een belangrijke bron van koolhydraten vormen die ook relatief lang konden opgeslagen worden. In Californië waren ze bij verscheidene groepen zelfs een van de grootste voedselbronnen (Bean, Lawton 1973; Lewis 1973; Mason 2000, 142). Daar werd vuur o.a. gebruikt om de ondergroei rond eikenbomen af te branden om makkelijker eikels te kunnen verzamelen, te voorkomen dat er een opstapeling van brandstof was die ervoor zou kunnen zorgen dat de eikenbomen zwaar beschadigd werden tijdens een brand en het bestrijden van insectenplagen of boomziektes (Mellars 1976, 31). Simmons (1996, 179) heeft onderzoek uitgevoerd in New-England. Hij merkte op dat indien er om de 1-5 jaar vegetatie werd afgebrand rond eikenbomen dit een negatief effect had, maar indien er om de 20 jaar werd afgebrand er een positieve groei zichtbaar was (Mason 2000, 142). Het is niet duidelijk of de productie van eikels bevorderd wordt door het gebruik van vuur. De meeste informatie is afkomstig van Noord-Amerikaanse eikenstruiken, maar er is weinig onderzoek uitgevoerd op eikenbomen. Het creëren van openingen in het vegetatiedek wat resulteerde in meer licht zou wel positieve effecten gehad kunnen hebben (Mason 2000, 144). Volgens het model van Moore (1996) moet er niet gekeken worden naar pieken of dalen in houtskool- en pollenspectra maar eerder naar het continu voorbestaan van een bepaalde soort gekoppeld met continue, maar lage houtskoolaantallen. Indien dit toegepast wordt op houtskoolspectra in Groot-Brittannië dan zouden er in Malham Tarn (Simmons 1996, 53-58) in het laat-mesolithicum en Star Carr (Dark 1998, 170) aanwijzingen zijn dat vuur werd gebruikt om eikenbomen te beheren. Deze voorbeelden kunnen een indicatie geven dat vuur misschien gebruikt werd voor het manipuleren of beheren van eikenbomen (Mason 2000, 146).

Enkele andere planten die in het mesolithicum een belangrijk deel hadden kunnen vormen van de voedsleconomie zijn adelaarsvarens (*Pteridium aquilinum*) (Clarke 1976; Rowley-Conwy 1986; Clapham et al. 1987), kraaihei (*Empetrum nigrum L.*), frambozen, braambessen (*Rubus L.*), grote lisdodde (*Typha Latifolia*) en riet (*Phragmites australis*) (Hather 1998, 185; Law

1998, 197; Mellars 1998). Allen reageren goed op vuur. Het regelmatig afbranden van riet werd bijvoorbeeld vastgesteld in Star Carr (Mason 2000, 140).

10.3 Besluit

Vegetatie werd door de mens afgebrand in het mesolithicum. De precieze reden en grootte van de afgebrande oppervlaktes kunnen meestal niet bepaald worden, maar dankzij etnografische en ecologische onderzoeken in Noord-Amerika en Australië zijn er verschillende mogelijke redenen gekend.

Volgens Zvelebil (1994, 49) is het bijna onmogelijk om de impact van de mesolithische mens op zijn omgeving te kunnen afleiden uit paleoecologische archieven. De vraag blijft dus of onze huidige modellen en analyses wel accuraat genoeg om de menselijke impact te kunnen onderzoeken indien de mens enkel kleine openingen in de vegetatie maakte tijdens het mesolithicum in Noordwest-Europa (Mason 2000, 147)? Een kleine opening creëren in het bosbestand of ondergroei afbranden zou relatief weinig houtskool genereren. Moderne jager-verzamelaars creëerden relatief kleine openingen en het grootste deel van de afbrandingen werd beperkt tot ondergroei, grassen en lage struiken (Mellars 1976, 27-28; Simmons 1996, 139; Mason 2000, 148; Davies, Robb, Ladbroke 2005, 286).

Om de invloed van de mens op zijn omgeving door het gebruik van vuur op te sporen moet er een combinatie aan verschillende methoden gebruikt worden met een hoge resolutie. De data moet verder zo precies mogelijk worden gedateerd. Er moet gestreefd worden naar gedetailleerde informatie, zowel on-site als off-site. Alleen zo kunnen de kleine menselijke manipulaties worden opgespoord en de frequentie ervan bepaald worden (Edwards, Sugden 2003 18).

11. Conclusie

Het gebruik van vuur lijkt een bijna universele praktijk bij jager-verzamelaars, ook bij de mesolithische mens in Noordwest-Europa. Deze praktijk kent zijn aanvang bijna zeker vanaf het late mesolithicum, maar ook schijnbaar al vroeger vanaf het einde van de laatste glaciële fase. Door het afbranden van vegetatie kon de mens o.a. zorgen voor diversiteit binnen ecosystemen, grondstoffen verzekeren, optimaliseren en concentreren, zijn omgeving stabiel houden, mobiliteit verhogen en communicatie onderhouden. Antropogene afbrandingen vullen in verschillende opzichten natuurlijke branden aan, maar ze verschillen ervan in seizoensaliteit, intensiteit, locatie en frequentie. Een combinatie van natuurlijke en antropogene bosbranden

kan een mozaïeklandschap in stand houden waarbij er een complex aan ecotonen en biotopen in verschillende successiestadia aanwezig zijn.

Mesolithische bossen waren geen onaangeroerde oerwouden zoals gesteld door Rackham (1995). De mens kon o.a. dankzij het gebruik van vuur open plaatsen creëren of open houden in de bossen. Dit waren geen grote destructieve gebeurtenissen, maar maakte deel uit van cyclische processen van degradatie en groei. De mens maakte een onlosmakelijk deel uit van zijn omgeving. Hoewel de landschappelijke impact met de huidige data niet kan bewezen worden, kan een lokale impact niet weerlegd worden.

Zowel Noord-Amerikaans indianen als Australische Aboriginals gebruikten vuur en het afbranden van vegetatie voor verschillende doeleinden. Hoewel beiden leefden in verschillende ecosystemen lijken bepaalde activiteiten universeel te zijn, zoals het bevorderen van de kwaliteit en de kwantiteit plantaardig voedsel, het drijven van dieren, het opruimen van het landschap en het verhogen van de mobiliteit en de zichtbaarheid. Het grootste deel van deze technieken en activiteiten zou ook uitgevoerd kunnen zijn door mesolithische jager-verzamelaars in Noordwest-Europa, hoewel bepaalde doeleinden minder nuttig waren in deze regio en periode, zoals het voorkomen van intense bosbranden en het voorbereiden van de bodem voor landbouw. De precieze reden voor een vegetatiebrand achterhalen uit analyses van paleoecologische archieven is zo goed als onmogelijk. Verschillende doeleinden waren mogelijk en allen lieten relatief weinig sporen na. Equifinaliteit blijft een groot probleem, zowel natuurlijke als antropogene processen resulteren in dezelfde signalen in paleoecologische archieven.

Hoewel er relatief weinig informatie is over de grootte van afgebrande oppervlakten bij moderne jager-verzamelaars, kan er gesteld worden dat het grootste deel van de afgebrande oppervlakten relatief klein was, kleiner dan 50ha. De grootte verschilde per ecosysteem en de afbrandingen waren aangepast aan lokale condities en factoren, zoals wind en vochtigheid. Doordat de oppervlaktes relatief klein waren en het grootste deel van afbrandingen beperkt was tot ondergroei, zijn ze moeilijk op te sporen via houtskoolanalyses of pollenonderzoek. De frequentie van afbrandingen was ook afhankelijk van het ecosysteem. De meeste groepen brandden jaarlijks vegetatie af, maar eenzelfde locatie werd pas na verloop van tijd opnieuw afgebrand. Dit kon al na één jaar zijn of pas verschillende tientallen jaren later.

Algemene trends zijn ook op te merken in de seizoentaliteit van antropogene bosbrandregimes. De meeste jager-verzamelaarsgroepen brandden vegetatie af in de lente of in de herfst,

afhankelijk van het ecosysteem. De vegetatie moest droog genoeg zijn, maar in de droge zomermaanden was het meestal te gevaarlijk om branden aan te steken, of er vonden voldoende natuurlijke branden plaats. Zelden werd in de wintermaanden afgebrand.

Om de relatie tussen de mesolithische mens en zijn omgeving verder te bestuderen zijn o.a. gedetailleerde hoge resolutie analyses nodig van zowel houtskool- als pollensequenties op verschillende sites. Houtskool kan afkomstig zijn van verschillende bronnen zoals natuurlijke of antropogene branden en zelfs haardvuren. Er moet worden gewerkt met een multidisciplinaire aanpak en gepaard gaan met robuuste dateringen, maar de interpretatie van de data blijft vaak subjectief. Zonder beide is het onmogelijk om verschillende sites te vergelijken met elkaar of met regionale klimaatreconstructies. Elke case moet lokaal bekeken worden, want door de aard van de afbrandingen, namelijk loopvuren op relatief kleine oppervlakken, zouden ze niet opgemerkt worden in regionale of landschappelijke onderzoeken.

Noordwest-Europese bosbrandregimes en de respons van vegetatie in deze regio op bosbranden moeten worden bestudeerd om een ecologisch kader te kunnen bieden aan vegetatiereconstructies voor de mesolithische periode. Dit zou uitsluitsel kunnen geven binnen de debatten over de mogelijke thermofiele aard van Europese hazelaars en eiken. Er moeten niet alleen meer etnografische observaties uitgevoerd worden bij zowel indianen als Aboriginals, maar deze individuen moeten ook verder bij het onderzoek betrokken worden om hun visie op brandregimes te verkrijgen.

Het gebruik van vuur bij mesolithische jager-verzamelaars kan niet in twijfel worden getrokken, maar de precieze functies daarvan blijven moeilijk te bepalen. Er moet nog meer onderzoek worden uitgevoerd op verschillende vlakken. De omgeving werd niet pas aangepast vanaf de komst van neolithische boeren. De menselijke impact op het landschap en zijn omgeving begon toe te nemen vanaf het einde van de laatste glaciële fase, een trend die zich onafgebroken tot vandaag voortzet.

12. Bibliografie

12.1 Geschreven bronnen

- Albini F.A., 1993. Dynamics and modelling of vegetation fires: observations, in: Crutzen P.J., Goldammer J.G., (eds.), *Fire in the Environment: the ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires*, Chichester: John Wiley and Sons, 39-52.
- Ali A.A., Hiquera P.E., Bergeron Y., Carcaillet C., 2009. Comparing fire-history interpretations based on area, number and estimated volume of macroscopic charcoal in lake sediments, *Quaternary Research* 72, 462-468.
- Alley R.B., Mayewski P.A., Sowers T., Stuiver M., Taylor K.C., Clark P.U., 1997. Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago, *Geology* 25/6, 483-486.
- Anderson M.K., 2005. *Tending the Wild, Native American Knowledge and the Management of California's Natural Resources*, California: University of California Press.
- Arno S.F., 1985. Ecological Effects and Management Implications of Indian Fires, in: Lotan J.E., Kilgore B.M., Fischer W.C., Mutch R.W., (eds.), *Proceedings: Symposium and Workshop on Wilderness Fire, Missoula, Montana, November 15-18, 1983*, Ogden: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 81-86.
- Asouti E., Austin A., 2005. Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Past Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains, *Environmental Archaeology* 10, 1-18.
- Bean L.W., Lawton H.W., 1973. Some explanations for the rise of cultural complexity in native California with comments on proto-agriculture and agriculture, *Ballena Press Anthropological Papers* 1, v-xlvi.
- Bean L.J., Saubel K.S., 1972. *Temalpakh: Cahuilla Indian Knowledge and Usage of Plants*, Banning: Malki Museum Press.
- Bell M., Noble G., 2012. Prehistoric Woodland Ecology, in: Jones A.M., Pollard J., Allen M.J., Gardiner J., (eds.), *Image, Memory and Monumentality: Archaeological Engagements with the Material World*, Oxford: Oxbow Books, 80-92.

- Bennett K.D., Simonson W.D., Peglar S.M., 1990. Fire and Man in Post-Glacial Woodlands of Eastern England, *Journal of Archaeological Science* 17, 635-642.
- Bennett K.D., Bunting M.J., Fossitt J.A., 1997. Long-term Vegetation Change in the Western and Northern Isles, Scotland, *Botanical Journal of Scotland* 49/2, 127-140.
- Binford L.R., 1968a. Methodological Considerations of the Archeological Use of Ethnographic Data, in: Lee R.B., Devore I., (eds.), *Man the Hunter*, New York: Aldine De Gruyter, 268-273.
- Binford L.R., 1968b. Post-Pleistocene adaptations, in: Binford L.R., Binford S.R., (eds.), *New Perspectives in Archaeology*, Chicago: Aldine, 313-341.
- Bird D.W., Bird R.B., Parker C.H., 2005. Aboriginal Burning Regimes and Hunting Strategies in Australia's Western Desert, *Human Ecology* 33/4, 443-464.
- Bishop R.R., Church M.J., Rowley-Conwy P.A., 2014. Seeds, fruits and nuts in the Scottish Mesolithic, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland* 143, 9-72.
- Bishop R.R., Church M.J., Rowley-Conwy P.A., 2015. Firewood, food and human niche construction: the potential role of Mesolithic hunter-gatherers in actively structuring Scotland's Woodlands, *Quaternary Science Reviews* 108, 51-75.
- Biswell H.H., 1967. The Use of Fire in Wildland Management in California, in: Ciriacy-Wantru S.V., Parsons J.J., (eds.), *Natural Resources: Quality and Quantity*, Berkeley: University of California Press, 71-86.
- Biswell H.H., 1973. Fire Ecology in Ponderosa Pine-grassland, *Proceedings: 12th Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 69-96.
- Blackford J.J., 2000. Charcoal fragments in surface samples following a fire and the implications for interpretation of subfossil charcoal data, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 164, 33-42.
- Bliege Bird R., Bird D.W., Codding B.F., Parker C.H., Jones J.H., 2008. The "fire stick farming" hypothesis: Australian Aboriginal foraging strategies, biodiversity, and anthropogenic fire mosaics, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105/39, 14796-14801.

- Bond G., Showers W., Cheseby M., Lotti R., Almasi P., deMenocal P., Priore P., Cullen H., Hajdas I., Bonani G., 1997. A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates, *Science* 278, 1257-1266.
- Bowman D.M.J.S., 1998. Tansley Review No. 101: The Impact of Aboriginal Landscape Burning on the Australian Biota, *New Phytologist* 140, 385-410.
- Bowman D.M.J.S., Balch J., Artaxo P., Bond W.J., Cochrane M.A., D'Antonio C.M., DeFries R., Johnston F.H., Keeley J.E., Krawchuk M.A., Kull C.A., Mack M., Moritz M.A., Pyne S., Roos C.I., Scott A.C., Sodhi N.S., Swetnam T.W., 2011. The human dimension of fire regimes on Earth, *Journal of Biogeography* 38/12, 2223-2236.
- Bradshaw R., Hannon G., 1992. Climatic change, human influence and disturbance regime in the control of vegetation dynamics within Fiby Forest, Sweden, *Journal of Ecology* 80, 625-632.
- Bromley S.W., 1935. The Original Forest Type of Southern New England, *Ecological Monographs* 5, 61-89.
- Brown T., 1997. Clearances and clearings: deforestation in Mesolithic/Neolithic Britain, *Oxford Journal of Archaeology* 16/2, 133-146.
- Bunting M.J., Farrell M., 2017. Seeing the Wood for the Trees: Recent Advances in the Reconstruction of Woodland in Archaeological Landscapes Using Pollen Data, *Environmental Archaeology: The Journal of Human Paleocology*, 1-12.
- Burcham L.T., 1959. Panned Burning as a Management Practice for California Wild Lands, *Proceedings Society of American Foresters, Division of Range Management*, 180-185.
- Burrows N.D., Burbidge A.A., Fuller P.J., Behn G., 2006. Evidence of altered fire regimes in the Western Desert region of Australia, *Conservation Science Western Australia* 5/3, 272-284.
- Burrows N.D., Ward B., Robinson A.D., 1995. Jarrah forest fire history from stem analysis and anthropological evidence, *Australian Forestry* 58, 7-16.
- Carnegie, D.W., 1898. *Spinifex and Sand: a narrative of five years pioneering and exploration in Western Australia*, London : C. Arthur Pearson.

- Caseldine C., Hatton J., 1993. The development of high moorland on Dartmoor: fire and the influence of Mesolithic activity on vegetation change, in: Chambers F.M., (ed.), *Climate Change and Human Impact on the Landscape: Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, London: Chapman & Hall, 119-133.
- Chambers F.M., Price S.M., 1985. Palaeoecology of *Alnus* (Alder): early post-glacial rise in a valley mire, north-west Wales, *New Phytologist* 101, 333-344.
- Chuvieco E., Giglio L., Justice C., 2008. Global characterization of fire activity: toward defining fire regimes from Earth observation data, *Global Change Biology* 14, 1488-1502.
- Clapham A.R., Tutin T.G., Moore D.M., 1987. *Flora of the British Isles, Third Edition*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Clar C.R., 1959. *California Government and Forestry: from Spanish Days until the creation of the department of Natural Resources in 1927*, Sacramento: Division of Forestry, Department of Natural Resources, State of California.
- Clark J.D., 1968. Studies of Hunter-Gatherers as an Aid to the Interpretation of Prehistoric Societies, in: Lee R.B., Devore I., (eds.), *Man the Hunter*, New York: Aldine De Gruyter, 276-280.
- Clark J.G.D., 1952. *Prehistoric Europe, The Economic Basis*, London: Methuen & Co.
- Clark J.S., 1988a. Effect of climate change on fire regimes in northwestern Minnesota, *Nature* 334, 233-235.
- Clark J.S., 1988b. Particle Motion and the Theory of Charcoal Analysis: Source Area, Transport, Deposition, and Sampling, *Quaternary Research* 30, 67-80.
- Clark J.S., 1988c. Stratigraphic Charcoal Analysis on Petrographic Thin Sections: Application to Fire History in Northwestern Minnesota, *Quaternary Research* 30, 81-91.
- Clark J.S., 1990. Fire and climate change during the last 750 yr in northwestern Minnesota, *Ecological Monographs* 60/2, 135-159.
- Clark J.S., Merkt J., Muller H., 1989. Post-Glacial Fire, Vegetation, and Human History on the Northern Alpine Forelands, South-Western Germany, *Journal of Ecology* 77/4, 897-925.

- Clarke D., 1976. Mesolithic Europe: The economic basis, in: de Giberne Sieveking G., Longworth I.H., Wilson K.E., (eds.), *Problems in Economic and Social Archaeology*, London: Duckworth ,449-481.
- Cochrane M.A., 2009. *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*, New York: Springer.
- Conedera M., Tinner W., Neff C., Meurer M., Dickens A.F., Krebs P., 2009. Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation, *Quaternary Science Reviews* 28, 555-576.
- Cooper C.F., 1961. The Ecology of Fire, *Scientific American* 204/4, 150-163.
- Coughlan M.R., Petty A.M., 2012. Linking humans and fire: a proposal for a transdisciplinary fire ecology, *International Journal of Wildland Fire* 21, 477-487.
- Couvert M., 1968. Etude des charbons préhistoriques. Methodes de preparation et d'identification, *Libyca* 16, 249-256.
- Crawford G.W., 2011. Advances in understanding early agriculture in Japan, *Current Anthropology* 52, S331–S345.
- Crombé P., Langohr R., Louwagie G., 2015. Mesolithic hearth-pits: fact or fantasy? A reassessment based on the evidence from the sites of Doel and Verrebroek (Belgium), *Journal of Archaeological Science* 61, 158-171.
- Crombé P., 2016. Forest fire dynamics during the early and middle Holocene along the southern North Sea basin as shown by charcoal evidence from burnt ant nests, *Vegetation History and Archaeobotany* 25, 311-321.
- Crombé P., 2017. Abrupt cooling events during the Early Holocene and their potential impact on the environment and human behaviour along the southern North Sea basin (NW Europe), *Journal of Quaternary Science*, 1-15.
- Cronon W., 2003. *Changes in the Land : Indians, Colonists, and the Ecology of New England*, New York: Hill and Wang (First Revised Edition [1998]).
- Cuthrell R.Q., Striplen C., Hylkema M., Lightfoot K.G., 2012. A Land of Fire: Anthropogenic Burning on the Central Coast of California, in: Jones T.L., Perry J.E., (eds.),

- Comparative Issues in California Archaeology*, California: Left Coast Press Inc, 153-172.
- Daniau A.L., Sánchez Goñi M.F., Duprat J., 2009. Last glacial fire regime variability in western France inferred from microcharcoal preserved in core MD04-2845, Bay of Biscay, *Quaternary Research* 71, 385-396.
- Dark P., 1998. The lake-center sequence: results, in: Mellars P., Dark P. (eds.), *Star Carr context: new archaeological and palaeoecological investigations at the Early Mesolithic site of Star Carr, North Yorkshire*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 163–178.
- Davies P., Robb J.G., Ladbrook D., 2005. Woodland clearance in the Mesolithic: the social aspects, *Antiquity* 79, 280-288.
- Day G.M., 1953. The Indian as an Ecological Factor in the Northeastern Forest, *Ecology* 34/2, 329-346.
- Delhon C., Thiébault S., 2013. An approach to Holocene vegetation history in the middle Rhone valley (France): anthracological data from the <<TGV-Méditerranée>> excavations, in: Fiorentino G., Magri D., (eds.), *Charcoals from the Past: Cultural and Paleoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Cavallino-Lecce (Italy), June 28th – July 1st 2004*, BAR International Series 1807, Oxford: Archaeopress, 63-73.
- Dills G.G., 1970. Effects of prescribed burning on deer browse, *Journal of Wildlife Management* 34, 540-545.
- Dimbleby G.W., 1961. The Ancient Forest of Blackmore, *Antiquity* 35, 123-128.
- Dimbleby G.W., 1963. Pollen analyses of a site in Addington, Kent, *Grana Palynologica* 4, 140-148.
- Dimbleby G.W., 1967. *Plants and Archaeology*, London: Humanities Press.
- Divišová M., Šída P., 2015. Plant use in the Mesolithic period. Archaeobotanical data from the Czech Republic in a European context – a review, *Interdisciplinaria Archaeologica: Natural Sciences in Archaeology* 6/1, 95-106.

- Driver H.E., 1937. Culture Element Distributions: Southern Sierra Nevada, in: Kroeber A.L., Olson R.L., Lowie R.H., Gifford E.W., (eds.), *University of California Publications in Anthropological Records Volume I: 1937-1939*, Berkeley: University of California Press, 53-154.
- Du Bois C., 1935. Wintu Ethnography, *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology* 36/1, 1–148.
- Edwards K., 2000. Vegetation History of the Southern Inner Hebrides during the Mesolithic Period, in: Mithen S., (ed.), *Hunter-gatherer landscape archaeology: The Southern Hebrides Mesolithic Project 1988-98. Vol. 1: Project development, paleoenvironmental studies and archaeological fieldwork on Islay*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 115-127.
- Edwards K.J., 1979. Palynological and Temporal Inference in the Context of Prehistory, with Special Reference to the Evidence from Lake and Peat Deposits, *Journal of Archaeological Science* 6, 255-270.
- Edwards K.J., 1982. Man, space and the woodland edge: speculations on the detection and interpretation of human impact, in: Limbrey S., Bell M., (eds.), *Archaeological Aspects of Woodland Ecology*, BAR International Series 146, Oxford: Archaeopress, 5-22.
- Edwards K.J., 1990. Fire and the Scottish Mesolithic: evidence from microscopic charcoal, In: Vermeersch P.M., Van Peer P., (eds.), *Contributions to the Mesolithic in Europe*, Leuven: Leuven University Press, 71–79.
- Edwards K.J., 1996. A Mesolithic of the Western and Northern Isles of Scotland? Evidence from pollen and charcoal, in: Pollard T., Morrison A., (eds.), *The Early Prehistory of Scotland*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 23–38.
- Edwards K.J., 2004. Paleoenvironments of the Late Upper Paleolithic and Mesolithic Periods in Scotland and the North Sea Area: New Work, New Thoughts, in: Saville A., (ed.), *Mesolithic Scotland and its Neighbours, The Early Holocene Prehistory of Scotland, its British and Irish Context and some Northern European Perspectives*, Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 55-72.
- Edwards K.J., 2009. The development and historiography of pollen studies in the Mesolithic of the Scottish islands, in: McCartan S., Schulting R.G.W., Woodman P., (eds.), *Mesolithic Horizons*, Oxford: Oxbow Books, 900–6.

- Edwards K.J., Langdon P.G., Sugden H., 2007. Separating climatic and possible human impacts in the early Holocene: biotic response around the time of the 8200 cal. yr BP event, *Journal of Quaternary Science* 22/1, 77-84.
- Edwards K.J., Ralston I., 1984. Postglacial hunter-gatherers and vegetational history in Scotland, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland* 114, 15-34.
- Edwards K.J., Sugden H., 2003. Palynological visibility and the Mesolithic colonisation of the Hebrides, Scotland, in: Larson L., Kindgren H., Knuttson K., Loeffler D., Åkerlund A., (eds.), *Mesolithic on the Move: Papers presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000*, Oxford: Oxbow Books, 11-19.
- Einarsen A.S., 1946. Crude protein determination as an applied management technique, *Transcripts of the North American Wildlife Conference* 11, 309-312.
- Enright N.J., Thomas I., 2008. Pre-European Fire Regimes in Australian Ecosystems, *Geography Compass* 2/4, 979-1011.
- Fenn M.E., Allen E.B., Weiss S.B., Jovan S., Geiser L.H., Tonnesen G.S., Johnson R.F., Rao L.E., Gimeno B.S., Yuan F., Meixner T., Bytnerowicz A., 2010. Nitrogen critical loads and management alternatives for N-impacted ecosystems in California, *Journal of Environmental Management* 91, 2404-2423.
- Fensham R.J., 1997. Aboriginal fire regimes in Queensland, Australia: analysis of the explorers' record, *Journal of Biogeography* 24, 11-22.
- Gammage B., 2011. *The Biggest Estate on Earth: How Aborigines Made Australia*, Sydney: Allen & Unwin.
- Ghilardi B., O'Connell M., 2012. Early Holocene vegetation and climate dynamics with particular reference to the 8.2 ka event: pollen and macrofossil evidence from a small lake in western Ireland, *Vegetation History and Archaeobotany* 22, 99-114.
- Gifford E.W., 1971. Balanophagy, in: Heizer R.F., Whipple M.A., (eds.), *The California Indians: A source book*, Berkeley: University of California Press, (second edition [1951]), 301-305.
- Giles E., 1889. *Australia Twice Traversed: The Romance Of Exploration, Being a Narrative Compiled From the Journals of Five Exploring Expeditions Into and Through Central*

- South Australia, and Western Australia, From 1872 To 1876* By Ernest Giles, London: Sampson Low, Marston, Searle & Rivington.
- Gott B., 2005. Aboriginal fire management in south-eastern Australia: aims and frequency, *Journal of Biogeography* 32, 1203-1208.
- Gould R.A., 1971. Uses and Effects of Fire among the Western Dessert Aboriginals of Australia, *Mankind* 8, 14-24.
- Gould R.A., Watson P.J., 1982. A dialogue on the meaning and use of ethnoarchaeological reasoning, *Journal of Anthropological Archaeology* 1, 355-381.
- Gruell G.E., 1985. Indian Fires in the Interior West: A widespread Influence, in: Lotan J.E., Kilgore B.M., Fischer W.C., Mutch R.W., (eds.), *Proceedings: Symposium and Workshop on Wilderness Fire, Missoula, Montana, November 15-18, 1983*, Ogden: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 68-74.
- Hallam S.J., 1985. The History of Aboriginal Firing, in: Ford J.R., (ed.), *Fire Ecology and Management in Western Australian Ecosystems*, WAIT Environmental Studies Group Report 14, Perth: Western Australian Institute of Technology, 7-20.
- Hammett J.F., 1992. The shapes of adaptation: Historical ecology of anthropogenic landscapes in the Southeastern United States, *Landscape Ecology* 7/2, 121-135.
- Hather J.G., 1998. Identification of Macroscopic Charcoal Assemblages, in: Mellars P., Dark P., (eds.), *Star Carr in context: new archaeological and palaeoecological investigations at the Early Mesolithic site of Star Carr, North Yorkshire*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 183-196.
- Hawthorne D., Mitchell F.J.G., 2016. Identifying past fire regimes throughout the Holocene in Ireland using new and established methods of charcoal analysis, *Quaternary Science Reviews* 137, 45-53.
- Haynes C.D., 1985. The pattern and ecology of munwag: Traditional Aboriginal fire regimes in north-central Arnhemland, *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 13, 203-214.
- Heady H. 1973. Burning and Grasslands in California, *Proceedings: 10th Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 97-108.

- Conference. Hede M.U., Rasmussen P., Noe-Nygaard N., Clarke A.L., Vinebrooke R.D., Olsen J., 2010. Multiproxy evidence for terrestrial and aquatic ecosystem responses during the 8.2 ka cold event as recorded at Højby Sø, Denmark, *Quaternary Research* 73, 485-496.
- Heinselman M.L., 1971. The natural role of fire in northern conifer forests, in: Slaughter C.W., Barney R.J., Hansen G.M., (eds.), *Fire in the Northern Environment: A Symposium*, Portland: Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 61-72.
- Heinselman, M.L., 1981. Fire regimes and ecosystem properties, in: Mooney H.A., Bonnicksen, T.M., Christensen N.L.; Lotan J.E., Reiners, W.A., (eds.), *Proceedings of the Conference: Fire Regimes and Ecosystem Properties, December 11-15, 1978, Honolulu, Hawaii*, General Technical Report WO-26, Washington D.C.: US Department of Agriculture, Forest Service, 7-57.
- Henry A., Boeboeuf M., 2016. Environnement ligneux et gestion de bois de feu au cours du Mésolithique au Clos de Poujol (Campagnac, Aveyron), *Bulletin de la Société préhistorique française* 113/1, 5-30.
- Hiatt L.R., 1968. Ownership and Use of Land among the Australian Aborigines, in: Lee R.B., Devore I., (eds.), *Man the Hunter*, Hawthorne: Aldine De Gruyter, 99-102.
- Horton D.R., 1982. The Burning Question : Aborigines, Fire and Australian Ecosystems, *Mankind* 13/3, 237-263.
- Huntley B., 1993. Rapid early-Holocene migration and high abundance of hazel (*Corylus avellana* L.): alternative hypotheses, in: Chambers F.M., (Ed.), *Climate Change and Human Impact on the Landscape*, London: Chapman and Hall, 205–216.
- Huttønen P., 1980. Early land use, especially slash-and-burn cultivation in the commune of Lammi, Southern Finland, interpreted mainly using pollen and charcoal analysis, *Acta Botanica Fennica* 113, 1–45.
- Innes J.B., Blackford J.J., 2003. The Ecology of Late Mesolithic Woodland Disturbances: Model Testing with Fungal Spore Assemblage Data, *Journal of Archaeological Science* 30, 185-194.
- Innes J.B., Blackford J.J., Rowley-Conwy P.A., 2013. Late Mesolithic and early Neolithic forest disturbance: a high resolution paleoecological test of human impact hypotheses, *Quaternary Science Reviews* 77, 80-100.

- Innes J.B., Simmons I.G., 1988. Disturbance and diversity: floristic changes associated with pre-elm decline woodland recession in north east Yorkshire, in: Jones M. (Ed.), *Archaeology and the Flora of the British Isles: Human Influence On The Evolution Of Plant Communities*, Oxford University Committee for Archaeology Monograph series 14, Oxford: Oxford University Committee for Archaeology, 7–20.
- Innes J.B., Simmons I.G., 2000. Mid-Holocene charcoal stratigraphy, fire history and paleoecology at North Gill, North York Moors, UK, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 164, 151-165.
- Iversen J., 1941. Land occupation in Denmark's Stone Age, *Danmarks Geologiske Undersøgelse II række* 66, 1-68.
- Iversen J., 1949. The influence of prehistoric man on vegetation, *Danmarks Geologiske Undersøgelse IV række* 3/6, 1-25.
- Jepsen W.L., 1923. *The Trees of California*, Berkeley: Sather Gate Book Shop.
- Jones R., 1968. The Geographical Background to the Arrival of Man in Australia and Tasmania, *Archaeology & Physical Anthropology in Oceania* 3/3, 186-215.
- Jones R., 1969. Fire-Stick Farming, *Australian Natural History* 16, 224-228.
- Jones R., 1977. The Tasmanian paradox, in: Wright R.V.S., (ed.), *Stone Tools as Cultural Markers*, Canberra: Australian Institute for Aboriginal Studies, 189–204.
- Keeley J.E., 2002. Native American Impacts on Fire Regimes of the California Coastal Ranges, *Journal of Biogeography* 29/3, 303-320.
- Kendal J., Tehrani J.J., Odling-Smee J., 2011. Human niche construction in interdisciplinary focus, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366, 785-792.
- Kimber R., 1983. Black Lightning: Aborigines and Fire in Central Australia and the Western Desert, *Archaeology in Oceania* 18/1, 38-45.
- Kimmerer R.W., Kanawha Lake F., 2001. The Role of Indigenous Burning in Land Management, *Journal of Forestry* 99/11, 36-41.
- Knapp A. K., Seastedt T.R., 1986. Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie. *Bioscience* 36/10, 662–668.

- Kroeber A.L., 1939. Unpublished field notes on the Yurok. University Archives, Bancroft Library, University of California, Berkeley, *ongepubliceerd*.
- Kroeber A.L., 1953. *Handbook of the Indians of California*, Berkeley: California Book Co. Ltd.
- Lake F.K., 2013. Trails, Fires, and Tribulations: Tribal Resource Management and Research Issues in Northern California, *Occasion: Interdisciplinary Studies in the Humanities* 5, 1-22.
- Langton M., 2000. "The fire at the centre of each family": Aboriginal traditional fire regimes and the challenges for reproducing ancient fire management in the protected areas of northern Australia, in: *Proceedings of the 1999 Seminar: FIRE! The Australian Experience. This Seminar was held at the University of Adelaide, Australia on 30 September – 1 October 1999*, Carlton: Snap Printing Carlton, 3-32.
- Law C., 1998. The Uses and Fire-ecology of Reeds swamp Vegetation, in: Mellars P., Dark P., (eds.), *Star Carr in context: new archaeological and palaeoecological investigations at the Early Mesolithic site of Star Carr, North Yorkshire*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 197-206.
- Lee M. 1937. *Indians of the Oaks*, Boston: Ginn & Co
- Lehndorff E., Wolf M., Litt T., Brauer A., Amelung W., 2015. 15000 years of black carbon deposition – A post-glacial fire record from maar lake sediments (Germany), *Quaternary Science Reviews* 110, 15-22.
- Lewis H.T., 1973. Patterns of Indian burning in California: ecology and ethnohistory, *Ballena Press Anthropological Papers* 1, 1-101.
- Lewis H.T., 1978. Traditional Uses of Fire by Indians in Northern Alberta, *Current Anthropology* 19/2, 401-402.
- Lewis H.T., 1980. Indian Fires of Spring, *Natural History* 89/1, 77-83.
- Lewis H.T., 1982. *A time for burning*, Occasional Publication 17, Edmonton: Boreal Institute for Northern Studies.
- Lewis H.T., 1985. Why Indians Burned: Specific Versus General Reasons, in: Lotan J.E., Kilgore B.M., Fischer W.C., Mutch R.W., (eds.), *Proceedings: Symposium and Workshop on Wilderness Fire, Missoula, Montana, November 15-18, 1983*, Ogden: U.S.

Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 75-80.

- Lewis H.T., 1989a. A Parable of Fire: Hunter-Gatherers in Canada and Australia, in: Johannes R.E., (ed.), *Traditional Ecological Knowledge: A Collection of Essays*, Gland: IUCN, 11-19.
- Lewis H.T., 1989b. Ecological and Technological Knowledge of Fire: Aborigines Versus Park Rangers in Northern Australia, *American Anthropologist* 91/4, 940-961.
- Lewis H.T., Ferguson T.A., 1988. Yards, Corridors, and Mosaics: How to Burn a Boreal Forest, *Human Ecology* 16/1, 57-77.
- MacDonald G.M., Larsen C.P.S., Szeicz J.M., Moser K.A., 1991. The reconstruction of Boreal forest fire history from lake sediments: A comparison of charcoal, pollen, sedimentological, and geochemical indices, *Quaternary Science Reviews* 10, 53-71.
- Marlon J.R., Bartlein P.J., Carcaillet C., Gavin D.G., Harrison S.P., Higuera P.E., Joos F., Power M.J., Prentice I.C., 2009. Climate and human influences on global biomass burning over the past two millennia, *Nature Geoscience* 11, 697-702.
- Marlon J.R., Bartlein P.J., Daniau A.L., Harrison S.P., Maezumi S.Y., Power M.J., Tinner W., Vanni re B., 2013. Global biomass burning: a synthesis and review of Holocene paleofire records and their controls, *Quaternary Science Reviews* 65, 5-25.
- Marlon J.R., Bartlein P.J., Walsh M.K., Harrison S.P., Brown K.J., Edwards M.E., Higuera P.E., Power M.J., Anderson R.S., Briles C., Brunelle A., Carcaillet C., Daniels M., Hu F.S., Lavole M., Long C., Minckley T., Richard P.J.H., Scott A.C., Shafer D.S., Tinner W., Umbanhowar Jr C.E., Whitlock C., 2009. Wildfire responses to abrupt climate change in North America, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106/8, 2519-2524.
- Martin R. E., Sapsis D.B., 1992. Fires as agents of biodiversity: Pyrodiversity promotes biodiversity, in: Harris R.R., Erman D.C., (eds.), *Proceedings of the Symposium on Biodiversity of Northwestern California, October 28-30 1991, Santa Rosa, California*, Wildland Resources Center Report 29, Berkeley: Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, 150–157.

- Mason S.L.R., 2000. Fire and Mesolithic subsistence – managing oaks for acorns in northwest Europe?, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 164, 139-150.
- Mellars P., 1975. Ungulate populations, economic patters, and the Mesolithic landscape, in: Evans J.G., Limbrey S., Cleere H., (eds.), *The effect of man on the landscape: the Highland Zone*, Nothingham: Derry and Sons Limited, 49-56.
- Mellars P., 1976. Fire Ecology, Animal Populations and Man: a Study of some Ecological Relationships in Prehistory, *Proceedings of the Prehistoric Society* 42, 15-45.
- Mellars P., 1998. Postscript: major issues in the interpretation of Star Carr, in: Mellars P., Dark P. (eds.), *Star Carr context: new archaeological and palaeoecological investigations at the Early Mesolithic site of Star Carr, North Yorkshire*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 215-241.
- Miller G.H., Fogel M.L., Magee J.W., Gagan M.K., Clarke S.J., Johnson B.J., 2005. Ecosystem collapse in Pleistocene Australia and a human role in megafaunal extinction, *Science* 309, 287–290.
- Moerman D.E., 1998. *Native American Ethnobotany*, Portland: Timber Press.
- Mooney J., 1890. Notes on the Cosumnes tribes of California, *American Anthropologist* 3, 259–262.
- Mooney S.D., Harrison S.P., Bartlein P.J., Daniau A.L., Stevenson J., Brownlie K.C., Buckman S., Cupper M., Luly J., Black M., Colhoun E., D’Costa D., Dodson J., Haberle S., Hope G.S., Kershaw P., Kenyon C., McKenzie M., Williams N., 2011. Late Quaternary fire regimes of Australasia, *Quaternary Science Reviews* 30, 28-46.
- Moore J., 1996. Damp Squib: How to Fire a Major Deciduous Forest in an Inclement Climate, in: Pollard T., Morrison A., (eds.), *The Early Prehistory of Scotland*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 62-73.
- Moore J., 2000. Forest fire and human interaction in the early Holocene woodlands of Britain, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 164, 125-137.
- Moore J., 2001. Can’t see the wood for the trees. Interpreting woodland fire history from microscopic charcoal, in: Albarella U., (ed.), *Environmental Archaeology: Meaning and Purpose*, Dordrecht: Springer Science+Business Media, 211-228.

- Moore J., 2003. Enculturation through fire: beyond hazelnuts and into the forest, in: Larson L., Kindgren H., Knuttson K., Loeffler D., Åkerlund A., (eds.), *Mesolithic on the Move: Papers presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000*, Oxford: Oxbow Books, 139-144.
- Mountford C.P., Berndt R.M., 1941. Making fire by percussion in Australia, *Oceania 11*, 342-344.
- Nelle O., 2013. Combining charcoal and pollen analysis: Holocene vegetation dynamics, tree species composition and woodland use in the Bavarian Forest, in: Fiorentino G., Magri D., (eds.), *Charcoals from the Past: Cultural and Paleoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Cavallino-Lecce (Italy), June 28th – July 1st 2004*, BAR International Series 1807, Oxford: Archaeopress, 183-191.
- Niklasson M., Granström A., 2000. Numbers and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape, *Ecology 81/6*, 1484–1499.
- Parker A.J., 2002. Fire in Sierra Nevada Forests: Evaluating the Ecological Impact of Burning by Native Americans, in: Vale T.R., (ed.), *Fire, Native Peoples, and the Natural Landscape*, Covelo: Island Press, 233-267.
- Patterson W.A., Edwards K.J., Maguire D.J., 1987. Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire, *Quaternary Science Reviews 6*, 3-23.
- Patterson W.A., Sassaman E., 1988. Indian Fires in the Prehistory of New England, in: Nicholas G.P., (ed.), *Holocene Human Ecology in Northeastern North America*, New York: Springer Science+Business Media, 107-136.
- Phillips C.B., 1985. The Relevance of Past Indian Fires to Current Fire Management Programs, in: Lotan J.E., Kilgore B.M., Fischer W.C., Mutch R.W., (eds.), *Proceedings: Symposium and Workshop on Wilderness Fire, Missoula, Montana, November 15-18, 1983*, Ogden: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 87-92.
- Power M.J., Marlon J.R., Bartlein P.J., Harrison S.P., 2010. Fire history and the Global Charcoal Database: A new tool for hypothesis testing and data exploration, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology 291*, 52-59.

- Power M.J., Marlon J., Ortiz N., Bartlein P.J., Harrison S.P., Mayle F.E., Ballouche A., Bradshaw R.H.W., Carcaillet C., Cordova C., Mooney S., Moreno P.I., Prentice I.C., Thonicke K., Tinner W., Whitlock C., Zhang Y., Zhao Y., Ali A.A., Anderson R.S., Beer R., Behling H., Briles C., Brown K.J., Brunelle A., Bush M., Camill P., Chu G.Q., Clark J., Colombaroli D., Connor S., Daniau A.L., Daniels M., Dodson J., Doughty E., Edwards M.E., Finsinger W., Foster D., Frechette J., Gaillard M.J., Gavin D.G., Gobet E., Haberle S., Hallett D.J., Higuera P., Hope G., Horn S., Inoue J., Kaltenrieder P., Kennedy L., Kong Z.C., Larsen C., Long C.J., Lynch J., Lynch E.A., McGlone M., Meeks S., Mensing S., Meyer G., Minckley T., Mohr J., Nelson D.M., New J., Newham R., Noti R., Oswald W., Pierce J., Richard P.J.H., Rowe C., Sanchez Goñi M.F., Shuman B.N., Takahara H., Toney J., Turney C., Urrego-Sanchez D.H., Umbanhowar C., Vandergoes M., Vannièrè B., Vescovi E., Walsh M., Wang X., Williams N., Wilmshurst J., Zhang J.H., 2008. Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data, *Climate Dynamics* 30, 887-907.
- Price T.D., 1987. The Mesolithic of western Europe, *Journal of World Prehistory* 1, 225-305.
- Pulsford I.F., Banks J.C.G., Hodges L., 1993. Land use history of the white cypress pine forests in the Snowy Valley, Kosciusko National Park. In: Dargavel J., Feary S., (eds.), *Australia's Everchanging Forests II*, Canberra: Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University, 85-104.
- Pyne S.J. 1984. *Introduction to Wildland Fire*, New York: Wiley.
- Rackham O., 1980. *Ancient Woodland: its history, vegetation and uses in England*, London: Edward Arnold.
- Rackham O., 1995. *The History of the Countryside*, London: Weidenfeld & Nicolson, (second edition [1986]).
- Rackham O., 2006. *Woodlands*, London: Collins.
- Raish C., González-Cabán A., Condie C.J., 2005. The importance of traditional fire use and management practices for contemporary land managers in the American Southwest, *Environmental Hazards* 6, 115-122.
- Rankine W.F., Dimbleby G.W., 1960. Further excavations at a Mesolithic site at Oakhanger, Salborne, Hants., *Proceedings of the Prehistoric Society* 31, 85-92.

- Rasmussen S.O., Vinther B.M., Clausen H.B., Andersen K.K., 2007. Early Holocene climate oscillations recorded in three Greenland ice cores, *Quaternary Science Reviews* 26, 1907-1914.
- Richer S., Gearey B., 2017. From Rackham to REVEALS: Reflections on Palaeoecological Approaches to Woodland and Trees, *Environmental Archaeology: The Journal of Human Palaeoecology*, 1-11.
- Rowley-Conwy P., 1982. Forest grazing and clearance in temperate Europe with special reference to Denmark: an archaeological view, in: Bell M., Limbrey S., (eds.), *Archaeological Aspects of Woodland Ecology: Symposia of the Association for Environmental Archaeology No.2*, BAR International Series 146, 199-215.
- Rowley-Conwy, P., 1986. Between cave painters and crop planters: aspects of the temperate European Mesolithic, in: Zvelebil M., (Ed.), *Hunters in Transition: Mesolithic Societies of Temperate Eurasia and their Transition to Farming*, Cambridge: Cambridge University Press, 17–32.
- Rowley-Conwy P., Layton R., 2011. Foraging and farming as niche construction: stable and unstable adaptations, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366, 849-862.
- Russell E.W.B., 1983. Indian-Set Fires in the Forests of the Northeastern United States, *Ecology* 64/1, 78-88.
- Russel-Smith J., Lucas D., Gapindi M., Gunbunuka B., Kapirigi N., Namingum G., Lucas K., Giuliani P., Chaloupka G., 1997. Aboriginal Resource Utilization and Fire Management Practice in Western Arnhem Land, Monsoonal Northern Australia: Notes for Prehistory, Lessons for the Future, *Human Ecology* 25/2, 159-195.
- Scherjon F., Bakels C., MacDonald K., Roebroeks W., 2015. Burning the Land, An Ethnographic Study of Off-Site Fire Use by Current and Historically Documented Foragers and Implications for the Interpretation of Past Fire Practices in the Landscape, *Current Anthropology* 56/3, 299-326.
- Selsing L., 2016. *Intentional fire management in the Holocene with emphasis on hunter-gatherers in the Mesolithic in South Norway*, Stavanger: Museum of Archaeology, University of Stavanger.

- Sheard L.E., 1964. *An Australian Youth among Desert Aborigines: journal of an expedition among the Aborigines of central Australia*, Adelaide: Libraries Board of South Australia.
- Simmons I.G., 1969. Evidence for vegetation changes associated with Mesolithic man in Britain, in: Ucko P.J., Dimbleby G.W., (eds.), *The domestication and exploitation of plants and animals*, London: Gerald Duckworth & Co. Ltd., 111-119.
- Simmons I.G., 1975. Towards an Ecology of Mesolithic Man in the Uplands of Great Britain, *Journal of Archaeological Science* 2, 1-15.
- Simmons I. G., 1979. Late Mesolithic societies and the environment of the uplands of England and Wales, *Bulletin of the Institute of Archaeology* 16, 111—129.
- Simmons I.G., 1981. Culture and environment, in: Simmons I.G., Tooley M.J., (Eds.), *The Environment in British Prehistory*, London: Duckworth, 282–291.
- Simmons I.G., 1996. *The Environmental Impact of Later Mesolithic Cultures*, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Simmons I.G., Dimbleby G.W., 1974. The Possible Role of Ivy (*Hedera helix* L.) in the Mesolithic Economy of Western Europe, *Journal of Archaeological Science* 1, 291-296.
- Simmons I.G., Innes J.B., 1987. Mid-Holocene Adaptations and Later Mesolithic Forest Disturbance in Northern England, *Journal of Archaeological Science* 14, 385-403.
- Simmons I.G., Innes J.B., 1996. Disturbance Phases in the Mid-Holocene Vegetation at North Gill, North York Moors: Form and Process, *Journal of Archaeological Science* 23, 183-191.
- Smith A.G., 1970. The influence of Mesolithic and Neolithic man on British vegetation, in: Walker D., West R.G., (eds.), *Studies in the Vegetational History of the British Isles*, Cambridge: Cambridge University Press, 81-96.
- Smith A.G., 1984. Newferry and the Boreal-Atlantic transition, *New Phytologist* 98, 35-55.
- Smith B.D., 2001. Low-level food production, *Journal of Archaeological Research* 9, 1–43.
- Smith B.D., 2011. General patterns of niche construction and the management of ‘wild’ plant and animal resources by small-scale pre-industrial societies, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366, 836-848.

- Smith M., 2013. *The Archaeology of Australia's Deserts*, New York: Cambridge University Press.
- Speth J. D., 1989. Early hominid hunting and scavenging: the role of meat as an energy source, *Journal of Human Evolution* 18, 329-344.
- Speth J.D., 1991. Nutritional constraints and Late Glacial adaptive transformations: the importance of non-protein energy sources, in: Barton N., Roberts A.J., Roe D.A., (eds.), *The Late Glacial in North-West Europe: Human Adaptation and Environmental Change at the End of the Pleistocene*, CBA Research Report 77, London: Council for British Archaeology, 169-178.
- Steward J.H., 1941. Culture Element Distributions: XIII, Nevada Shoshone, *University of California Anthropological Records* 4/2, 209-259.
- Stewart O.C., 1941. Culture Element Distributions: XIV, Northern Paiute, *University of California Anthropological Records* 4, 361-446.
- Stewart O.C., 1943. Notes on Porno Ethnogeography, *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology* 40, 29-62.
- Stewart O.C., 1955. Forest and Grass Burning in the Mountain West, *Southwestern Lore* 21, 5-9.
- Stewart O.C., 1956. Fire as the First Great Force Employed by Man, in: Thomas W.I., (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth Volume I*, Chicago: The University of Chicago Press, 115-133.
- Sümeği P., 2013. Pre-Neolithization: Reconstructing the Environmental Background to Life Way Changes in the Late Mesolithic of the Carpathian Basin, in: Baldia O.M., Perttula T.K., Frink D.S., (eds.), *Comparative Archaeology and Paleoclimatology*, BAR International Series 2456, Oxford: Archaeopress, 109-117.
- Svenning J.C., 2002. A review of natural vegetation openness in north-western Europe, *Biological Conservation* 104, 133-148.
- Swank W.G., 1956. Protein and phosphorus content of browse as an influence on southwestern deer herd levels, *Transcripts of the North American Wildlife Conference* 21, 141-158.

- Taylor K.C., Mayewski P.A., Twickler M.S., Whitlow S.I., 1996. Biomass burning recorded in the GISP2 ice core: a record from eastern Canada?, *The Holocene* 6/1, 1-6.
- Taylor R., 2008. The polemics of making fire in Tasmania: the historical evidence revisited, *Aboriginal History* 32, 1-26.
- Tindale N. B., Hackett C.J., 1933. Preliminary report on field work among the aborigines of the North-West of South Australia, May 31st to July 30th, 1933, *Oceania* 4, 101-105.
- Tindale N.B., Lindsay H.A., 1963. *Aboriginal Australians*, Brisbane: Jacaranda Press.
- Tindale N.B., 1959. Ecology of primitive aboriginal man in Australia, in: Keast A., Crocker R.L., Christian C.S., (eds.), *Biogeography and Ecology in Australia*, Dordrecht: Springer Science+Business Media, 36-51.
- Tipping R., 1996. Microscopic Charcoal Records, Inferred Human Activity and Climate Change in the Mesolithic of Northernmost Scotland, in: Pollard T., Morrison A., (eds.), *The Early Prehistory of Scotland*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 39-61.
- Tipping R., 2004. Interpretative Issues Concerning the Driving Forces of Vegetation Change in the Early Holocene of the British Isles, in: Saville A., (ed.), *Mesolithic Scotland and its Neighbours, The Early Holocene Prehistory of Scotland, its British and Irish Context and some Northern European Perspectives*, Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 45-54.
- Thomson D.F., 1939. The seasonal factor in human culture: illustrated from the life of a contemporary nomadic group, *Proceedings of the Prehistoric Society* 5, 209-221.
- Thomson D.F., 1949. Arnhem land: Explorations among an unknown people. II. The people of Blue Mud Bay, *The Geographical Journal* 63, 1-8.
- Thompson D.Q., Smith R.H., 1970. The Forest Primeval in the Northeast: A Great Myth?, *Proceedings: 10th Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 255-265.
- Traves D.M., Casey J.N., Wells A.T., 1956. The Geology of the southwestern Canning Basin, Western Australia, *Report of the Bureau Of Mineral Resources, Geology And Geophysics* 29.
- Vera F. W. M., 2000. *Grazing Ecology and Forest History*, Wallingford: Cabi Publishing.

- Veth P., Walsh F.J., 1988. The concept of “staple” plant foods in the Western Desert region of Western Australia, *Australian Aboriginal Studies* 2, 19–25.
- Warren G., Davis S., McClatchie M., Sands R., 2014. The potential role of humans in structuring the wooded landscapes of Mesolithic Ireland: a review of data and discussion of approaches, *Vegetation History and Archaeobotany* 23/5, 629-646.
- White P.S., 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation, *Botanical Review* 45, 229–299.
- Whitehouse N.J., Smith D.N., 2013. 'Islands' in Holocene Forests: Implications for Forest Openness, Landscape Clearance and 'Culture-Steppe' Species, *Environmental Archaeology* 9, 199-208.
- Williams A.N., Mooney S.C., Sisson S.A., Marlon J., 2015. Exploring the relationship between Aboriginal population indices and fire in Australia over the last 20,000 years, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 432, 49-57.
- Williams G.W., 2003. *References on the American Indian Use of Fire in Ecosystems*, (ongepubliceerd).
- Willis K.J., Bennett K.D., Haberle S.G., 2013. Solar influence on Holocene fire history, in: Fiorentino G., Magri D., (eds.), *Charcoals from the Past: Cultural and Paleoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Cavallino-Lecce (Italy), June 28th – July 1st 2004*, BAR International Series 1807, Oxford: Archaeopress, 307-318.
- Yibarbuk D., Whitehead P.J., Russell-Smith J., Jackson D., Godjuwa C., Fisher A., Cooke P., Choquenot D., Bowman D.M.J.S., 2001. Fire ecology and Aboriginal land management in central Arnhem Land, northern Australia: a tradition of ecosystem management, *Journal of Biogeography* 28, 325-343.
- Zackrisson O., Nilsson M.C., Wardle D.A., 1996. Key Ecological Functions of Charcoal from Wildfire in the Boreal Forest, *Oikos* 77/1, 10-19.
- Zvelebil M., 1994. Plant Use in the Mesolithic and its Role in the Transition to Farming, *Proceedings of the Prehistoric Society* 60, 35-74.

12.2 Internetbronnen

Publications, *Talltimbers*, Geraadpleegd op 13/01/2018 op <http://talltimbers.org/publications/>.

13. Lijst van illustraties

Figuur 1: Vegetatiezones in Scotland tussen 9000 en 5000BP uit Tipping 1996, Fig. 3.1, 42.

Figuur 2: De temporele en ruimtelijk resolutie van verschillende technieken: A) Dendrochronologie en brandlittekens B) Microhoutschool in lacustriene sedimenten C) Microhoutschool en Black Carbon afkomstig uit mariene sedimenten D) Fossiel houtschool in gesteenten E) Chemische markers en Black Carbon afkomstig uit ijskernen F) Pollenstalen G) Houtschool en Black Carbon afkomstig uit bodemstalen (Conedera et al. 2009, 558) , Fig. 2, 558.

Figuur 3: Sites met verstoringsfases in Groot-Brittannië en Ierland gebruikt door Zvelebil 1994 uit Zvelebil 1994, Fig. 4, 44.

Figuur 4: Relatieve houtschoolaantallen in stalen genomen op verschillende sites in Schotland uit Tipping 1996, Fig. 3.3, 46.

Figuur 5: Ouderdomsverdeling van de gedateerde verkoolde contexten (n=434) uit Crombé 2016, Fig. 2, 314.

Figuur 6: Dominante boomsoortverdeling van de verkoolde contexten per periode uit Crombé 2016, Fig. 5, 317.

Figuur 7: Kaart New England uit New England (Verenigde Staten), *Wikipedia*, geraadpleegd op 21/07/2018 op [https://nl.wikipedia.org/wiki/New_England_\(Verenigde_Staten\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/New_England_(Verenigde_Staten)).

Figuur 8: Ets van John White "an Aged Manne in his Winter Garment" waarop te zien is dat rond nederzettingen bossen geruimd waren Hammet 1992, Fig. 1, 122.

Figuur 9: Ets van John White "The Manner of Making their Boates". Op de achtergrond is zichtbaar hoe bomen werden geveld met vuur. uit Hammet 1992, Fig. 2, 123.

Figuur 10: Lokalisatie van verschillende indianengroepen in New England uit Patterson, Sassaman 1988, Fig. 2, 114.

Figuur 11: Kaart Alberta uit Alberta, *Wikipedia*, geraadpleegd op 21/07/2018 op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Alberta>.

Figuur 12: Blackfoot indianen bij Calgary, Alberta die een vuur startten om een grasland af te branden uit Lewis 1982, Fig. 1, 2.

Figuur 13: Kaart Californië uit Californië: Californië, *Wikipedia*, geraadpleegd op 21/07/2018 op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Californi%C3%AB>.

Figuur 14: Lokalisatie van verschillende indianengroepen in Californië uit Anderson 2005, Map 1, 36.

Figuur 15: Vegetatiezones binnen Californië uit Fenn et al. 2010, Fig. 3, 2406.

Figuur 16: Voorbeeld van een mozaïeklandschap: enkele plaatsen met struikbedekking met daarrond grasvelden uit Keeley 2002, Fig. 8, 312.

Figuur 17: Seizoenskalender Australië met aanduiding van Aboriginal benamingen voor de maanden uit Lewis 1989b, Fig. 3, 947.

Figuur 18: Analyse van 14 jarrah wouden in West-Australië, elk vierkant stelt het voorkomen van brandlittekens voor en dus het voorkomen van intensieve branden uit Burrows, Wards, Robinson 1995, Fig. 4, 14.

Figuur 19: Dominante vegetatietypes van Australië uit How Many Biomes Can Be Found in Australia?, *Socratic*, geraadpleegd op 26/07/2018 op <https://socratic.org/questions/how-many-biomes-can-be-found-in-australia>.

Figuur 20: Kaart van de westelijke woestijnen. Deze bestaan uit the Gibson Desert, the Great Victoria Desert, the Little Sandy Desert and the Great Sandy Desert uit Deserts of Australia, *Wikipedia*, geraadpleegd op 26/07/2018 op https://en.wikipedia.org/wiki/Deserts_of_Australia.

Figuur 21: Luchtfoto genomen in de jaren '50 boven een duinenlandschap in de westelijke woestijnen uit Traves, Casey, Wells 1956, Fig. 5, 10.

Figuur 22: Lokalisatie van de Mardu groepen uit Bird, Bliege Bird, Parker 2005, Fig. 1, 446.

Figuur 23: Lokalisatie van de Pintupi groepen uit Burrows et al. 2006, Fig. 1, 274.

Figuur 24: Luchtfoto genomen in 1953. De lichtgrijze delen zijn afgebrande plaatsen uit Burrows et al. 2006, Fig. 2, 279.

Figuur 25: Kaart van Queensland uit Queensland, *Wikipedia*, geraadpleegd op 28/07/2018 op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Queensland>.

Figuur 26: Kaart van Tasmanië uit Tasmanië, *Wikipedia*, geraadpleegd op 28/07/2018 op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tasmani%C3%AB>.

Figuur 27: John Glover's "Patterdale Landscape, Tasmania" (Ca. 1833-1834). Hier is er amper ondergroei zichtbaar tussen de bomen uit Details, *State Library of New South Wales*, geraadpleegd op 28/07/2018 op <http://archival.sl.nsw.gov.au/Details/archive/110332122>.

Figuur 28: John Glover's "Natives at a corrobory, under the wild woods of the Country" (Ca. 1835) uit Details, *State Library of New South Wales*, geraadpleegd op 28/07/2018 op <http://archival.sl.nsw.gov.au/Details/archive/110314706>.

Figuur 29: Kaart van Arnhemland uit Arnhemland, *Wikipedia*, geraadpleegd op 28/07/2018 op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Arnhemland>.

14. Lijst van tabellen

Tabel 1: De 7 hoofdcategorieën brandregimes volgens Heinselman 1981

Tabel 2: Positieve effecten van vegetatiebranden voor de mens (Bishop et al. 2015, Tabel 5, 66)

Tabel 3: William's hoofdcategorieën voor het gebruik van vegetatiebranden bij indianen (Williams 2003)

Tabel 4: Hoofddoeleinden afbrandingen bij Aboriginals naar Jones 1969; Lewis 1989b; Fensham 1997; Bowman 1998; Cochrane 2009; Smith 2013