

# Kennis voor de praktijk

# Terreinbeheer

*Effectieve preventie van  
onbeheersbare natuurbranden*



Staatsbosbeheer



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH




Staatsbosbeheer



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH

Gebaseerd op wetenschappelijk literatuur en ondersteund door praktijkervaringen wordt in deze publicatie de effectiviteit van verschillende preventie maatregelen besproken die in het terreinbeheer genomen kunnen worden.

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Auteur</b>      | Pepijn Tersmette  |
| <b>Redacteuren</b> | Marc Brosschot<br>Tiemen Brouwer<br>Cathelijne Stoof  |
| <b>Copyright</b>   | © 2023 Wageningen<br>University & Research<br>en Staatsbosbeheer  |
| <b>Licentie</b>    | CC BY-NC 4.0<br>                   |
| <b>DOI</b>         | 10.18174/633132   |
| <b>ISBN</b>        | 978-94-6447-755-9   |
| <b>Vormgeving</b>  | Pepijn Tersmette  |
| <b>Fotografie</b>  | I. Verhaar (voorkant, p.<br>36-39), J. de Constant<br>Rebecque (p. 5) en<br>Staatsbosbeheer<br>(overige foto's)     |
| <b>Disclaimer</b>  | De samenstellers en<br>uitgevers aanvaarden<br>geen aansprakelijk-<br>heid voor eventuele<br>fouten in dit document |



# Inhoudsopgave

## Natuurbrand in Nederland

(blz. 4) ●



## Rol van de terreinbeheerder

(blz. 10) ●



## Effectief en gebalanceerd

(blz. 14) ●



## Verloofing

(blz. 22) ●



## Compartimenteren

(blz. 26) ●



## Vernatting

(blz. 30) ●



## Vegetatiebeheer

(blz. 32) ●



## Beheerbranden

(blz. 36) ●



## Bosdunning

(blz. 40) ●



## Bosrandbeheer

(blz. 44) ●



## Bereikbaarheid hulpdiensten

(blz. 46) ●



## Bluswatervoorzieningen

(blz. 48) ●



● Context informatie ● Algemene werking natuurbrandpreventie

● Individuele natuurbrandmaatregelen (hoofdstukken kunnen op zichzelf gelezen worden)

# 1



# Natuurbrand in Nederland

## Het natuurbrandseizoen

‘Natuurbrand’ is een verzamelnaam en kan voorkomen in alle gebieden waar vegetatie staat. Er zijn dan ook velen natuurbrandsoorten, waaronder bos-, heide-, duin-, veen-, gras-, en rietbrand.

Natuurbranden komen in Nederland met enige regelmaat voor, voornamelijk in het voorjaar en in droge zomers. Deze periode wordt dan ook wel het natuurbrandseizoen genoemd.

Gemiddeld zijn er zo’n 600 natuurbranden per jaar [1]. Meestal betreft het kleine natuurbranden die snel te stoppen zijn, maar zo nu en dan hebben we te maken met grotere en onbeheersbare natuurbranden die voor hulpdiensten moeilijk te bestrijden zijn.

Natuurbranden kunnen op een natuurlijke wijze ontstaan, maar de meeste worden per ongeluk of opzettelijk door mensen veroorzaakt en ontstaan dan ook nabij wegen, paden, en andere door de mens bezochte delen van het terrein [2]. Dit kan bijvoorbeeld door onvoorzichtig gebruik van vuur, brandstichting, een omvallende barbecue, vonken afkomstig van een

remmende trein, of een kampvuur komen.

Tijdens het natuurbrandseizoen is er een verhoogde kans op natuurbranden doordat de vegetatie droger en daardoor brandbaarder is. Dit komt omdat in het vroege voorjaar de sapstroom en bladgroei nog niet opgang gekomen is en in de zomer de vegetatie meer vocht verdampt in verband met de lage luchtvochtigheid en verhoogde temperatuur en zoninstraling [3]. Ook spelen droge grassen en varens van het vorige groeiseizoen een rol, deze kunnen namelijk bij hoge windsnelheden snel uitdrogen.

## Ecologisch waardevol

Natuurbranden zijn van alle tijden. Als onderdeel van het immuunsysteem van de aarde helpen zij mee om ecosystemen gezond te houden door de natuur de kans te geven om zichzelf opnieuw in te richten. Ze zijn onderdeel van moeder natuur’s gereedschapskist om een mozaïek in het landschap te creëren waardoor er microklimaten en gradiënten in de structuur ontstaan, wat kansen biedt voor een verscheidenheid aan flora en fauna (zie figuur 1) [4] [5].



*Figuur 1: Natuurbranden met een lage impact kunnen onverbrande plekken achterlaten waardoor bijvoorbeeld insecten en planten kunnen overleven. Als gevolg van zo'n natuurbrand zal er een verscheidenheid aan niches ontstaan, en zal er populatieverloop en diversificatie kunnen plaatsvinden. Dit helpt sommige flora en fauna soorten en/of gemeenschappen, en benadeeld andere [4]*



### Ongewenste natuurbranden

Ondanks dat natuurbranden niet per definitie schadelijk zijn en gebruikt kunnen worden binnen het natuurbeheer om bepaalde doelen te realiseren (bijv. beheerbranden ten gunste van heideverjonging), worden natuurbranden door de mens vaak negatief ervaren.

Nederland is een dichtbevolkt gebied. Natuurterreinen zijn deel van het grotere Nederlandse landschap, en natuur is dan ook intensief verweven met gebruiksfuncties zoals infrastructuur, recreatie, zorg, wonen en werken. Ondanks de relatief kleine omvang van de natuurgebieden is het natuurbrandrisico in Nederland dan ook hoog (zie figuur 2).

De impact van natuurbranden kan erg groot zijn en brengt mogelijk onderbreking van maatschappelijke processen, evacuatie van recreanten en omwonende, en gezondheidsproblemen met zich mee [6]. Door de versnippering van de natuur in Nederland is het ook niet vanzelfsprekend dat een flora- of faunasoort terugkeert als een natuurbrand het volledige leefgebied

van een soort in een terrein aantast. In Nederland kan een natuurbrand dan ook al gauw voor een zeldzame soort betekenen: weg is weg [7]. Vooral faunasoorten kunnen gevoelig zijn voor de effecten van natuurbrand door de tijdelijke wegval van bijvoorbeeld voedselvoorzieningen en het ontbreken van overlevingsstrategieën die flora wel heeft (bijv. een zaadbank).

### Een verschuivend balans

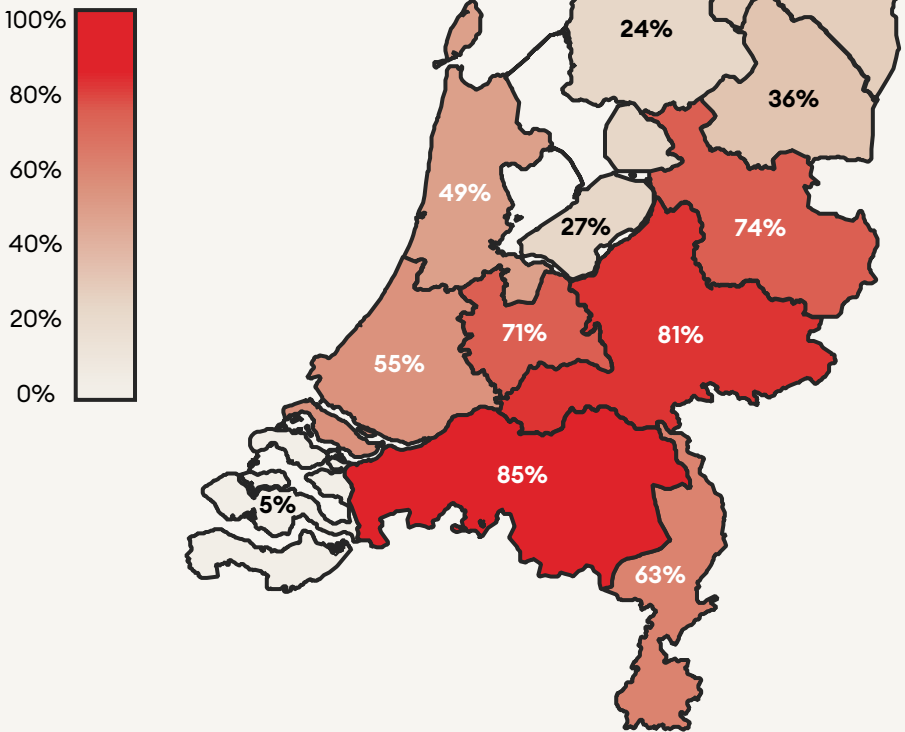
Voor de toekomst wordt verwacht dat Nederland een toename aan brandgevoelige gebieden en een langer natuurbrandseizoen zal zien [8] [9]. Dit komt doordat het evenwicht tussen natuurbrand en natuur wordt verstoord door verschillende processen die de veerkracht van de natuur verlagen.

Zo tast de intensieve werkwijze die wordt gehanteerd in de landbouw de vitaliteit van de natuur aan door bemesting, verzuring, verdroging, en vervuiling. De achteruitgang van de natuur komt echter niet alleen door de landbouw. Verstedelijking, industrie, en infrastructuur laten ook hun sporen na, aangezien ze leiden tot versnippering van de natuurlijke



### Natuurbrandrisico per provincie

(% hoge risico gebieden van totaaloppervlakte provincie)



*Figuur 2: Het percentage van de totaaloppervlakte van elke provincie dat geclassificeerd is als hoog natuurbrandrisicogebied. Berekend gebaseerd op het gecombineerde effect van natuurbrandgevaar en de kwetsbaarheid van mensen, ecosystemen, en objecten [10]. Sommige provincies in Nederland behoren tot de gebieden met het hoogste percentage natuurbrandrisicogebied in Europa [11]*



omgeving en kostbare beschikbare ruimte innemen die natuur had kunnen worden of natuur was. [8]

Daarbovenop zorgt klimaatverandering ook voor druk op de natuur. Stijgende temperaturen, frequentere periodes van droogte, en verschuivende neerslagpatronen leiden allemaal direct of indirect tot veranderingen in de samenstelling en structuur van gemeenschappen, ecosysteem-processen en de desynchronisatie van ecologische relaties. Dit kan leiden tot plantengemeenschappen die overweldigd worden door invasieve soorten die snel uitdrogen en licht ontvlambaar zijn (bijv. vergrassing door pijpenstrootje), wat het risico op natuurbranden vergroot (zie figuur 3). [8]

### Gelijktijdige en onbeheersbare natuurbranden

Symptomen van de veranderende balans tussen natuurbrand en de natuur kunnen al worden gezien als er gekeken wordt naar de laatste jaren. Natuurterreinen die voorheen een beperkt aantal natuurbranden hadden kunnen plotseling te maken krijgen met

natuurbranden die kunnen worden gekenmerkt door hun grote omvang, de aanwezigheid van vliegvuur, en beperkte doeltreffendheid van bestrijding. Ook hebben er recent meerdere grote natuurbranden gelijktijdig plaatsgevonden.

Voorbeelden van natuurbranden waarbij omwonenden, recreanten en toeristen werden getroffen zijn: de duinbranden bij Schoorl (2009 & 2010, Noord-Holland), de bos- en heidebrand bij De Hoge Veluwe (2014, Gelderland), de bos- en heidebrand op de Strabrechtse Heide (2010, Noord-Brabant), de veenbranden bij De Pelen (2020 & 2022, Noord-Brabant & Limburg), en de heide- en grasbrand bij De Meinweg (2020, Limburg).

De genoemde natuurbranden hadden een grootte van 50 tot 700 hectaren, kosten dagen om te blussen met de hulp van duizenden brandweerlieden en militairen, resulteerde in miljoenen aan schade, gingen de grenzen over van terreinbeheerders, gemeentes, en veiligheidsregio's, en zorgden ervoor dat duizenden mensen moesten worden geëvacueerd [12] [13] [14] [15] [16].





*Figuur 3: Het evenwicht van het Nederlandse brandregime (d.w.z., het patroon, de frequentie en intensiteit van natuurbranden die in Nederland voorkomen) wordt aangepast door een combinatie van klimaatverandering, verdroging, verminderde vitaliteit van de vegetatie, vergrassing, en andere factoren*

# 2

## Rol van terreinbeheerder

### Voorkomen is beter dan genezen

De aanpak van natuurbranden in Nederland is in het algemeen reactief van aard. Het is gebaseerd op het idee om de impact van natuurbranden te verminderen door deze vooral te bestrijden, mensen te evacueren, of terreinen te herstellen [8].

Alleen reageren op natuurbranden kost veel geld [1] en heeft afnemende meeropbrengsten. Enerzijds moeten natuurbranden onderdrukt worden, en aan de andere kant kan de inspanning om elke natuurbrand volledig te bestrijden onbedoelde gevolgen hebben. Door actief elke brand te onderdrukken hoopt materiaal zoals dode bladeren, omgevallen bomen en dicht struikgewas in de loop der tijd op. Deze ophoping kan leiden tot intensere natuurbranden wanneer deze onvermijdelijk plaatsvinden. Hierdoor ontstaat een situatie waarin kleine beheersbare branden effectief worden bestreden, maar mogelijk de weg vrijmaken voor grotere onbeheersbare branden in de toekomst. Dit fenomeen staat ook wel bekend als het natuurbrand paradox. [17]

Stoppen met het bestrijden van natuurbranden in Nederland is echter onrealistisch door het hoge natuurbrandrisico. Wel kunnen er maatregelen worden genomen die onbeheersbare natuurbranden helpen voorkomen. Investeren in pro-actie en preventie betaalt zichzelf uiteindelijk ook ruimschoots terug [18].

### Samen veiliger

Het natuurbrandrisico kan niet alleen bij de terreinbeheerder gelegd worden terwijl belanghebbenden juist om strategische redenen in of nabij natuurterreinen zijn gepositioneerd.

Het voorkomen van onbeheersbare natuurbranden is een gezamenlijke inspanning die organisaties, jurisdicties, en disciplines overstijgt en altijd gebiedsgericht en lokaal maatwerk vereist (zie figuur 4). Geen één organisatie kan alleen een veilige omgeving creëren, er is daarvoor een gedeelde verantwoordelijkheid en begrip van het natuurbrandrisico nodig. Het is belangrijk om kennis te delen en elkaars belangen te kennen en afspraken te maken over hoe hieraan tegemoet te komen.



**1 Evaluatie en analyse**  
Verzamelen en analyse van gegevens en informatie  
Herziening van beleid en procedures

**2 Pro-actie en preventie**  
Wetgeving  
Bewustzijn, betrekken en educatie  
Terreinbeheer  
Ruimtelijke ordening

**3 Preparatie**  
Risicoprofiel  
Opleiding  
Voorspelling en detectie  
Communicatie  
Paraatheid en capaciteit

VOOR



TIJDENS

**4 Repressie**  
Inzet en coördinatie  
Bestrijding  
Ondersteuning van de gemeenschap



NA

**5 Nazorg**  
Terreinherstel en -adaptatie  
Hulp voor de gemeenschap  
Herstel van infrastructuur

*Figuur 4: De natuurbrandbeheersing ketting bestaat uit verschillende activiteiten die gedaan worden door verschillende partijen die samen bijdrage aan veerkrachtige terreinen en gemeenschappen, en veilige en effectieve natuurbrandbestrijding (gebaseerd op verschillende internationaal gebruikte methodieken [19] [20] [21] [22])*



### Rol van terreinbeheerder

Natuurbrand gaat er altijd zijn, deze volledig voorkomen is niet mogelijk. Wel kunnen terreinbeheerders bijdragen aan de preventie van onbeheersbare natuurbranden door in te spelen op de ontvlambaarheid van de vegetatie en bij te dragen aan het verbeteren van de effectiviteit van natuurbrandbestrijding (zie figuur 5). Terreinbeheer is daardoor een belangrijke schakel in de grotere natuurbrandbeheersing ketting.

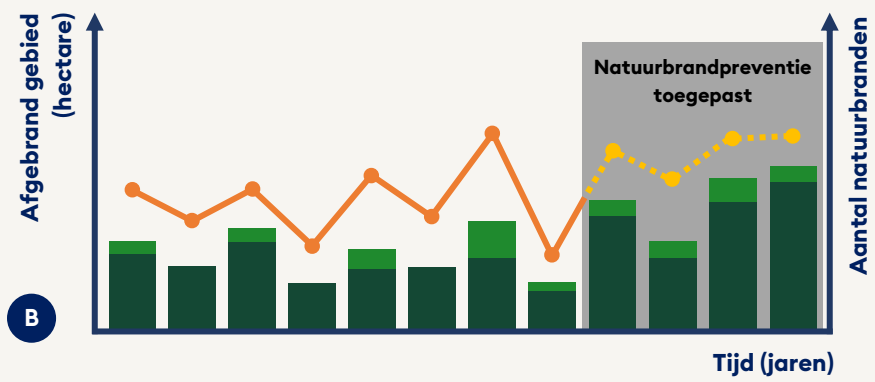
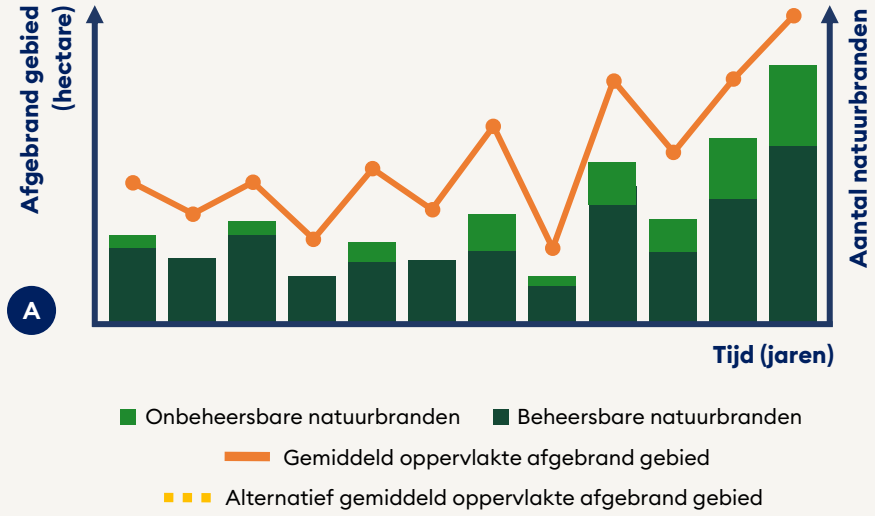
In Nederland bestaan er verschillende opvattingen over natuurbrandpreventie en de effectiviteit ervan. Zo kan er nog wel eens de opvatting zijn dat natuurbrandpreventie wordt gezien als een synoniem voor “het asfalteren van de natuur” of dat het schadelijk is voor de biodiversiteit omdat er wordt voorgesteld om mantel- en/of zoomvegetatie te verwijderen als deze worden gezien als potentiële brandladder. Daarbovenop wordt natuurbrandpreventie vaak als een bittere pil ervaren omdat het toegevoegd wordt aan een groeiende lange lijst aan natuurdoelen die tegelijkertijd gerealiseerd moeten worden voor zo min mogelijk geld.

Het is echter vaak onbekend dat natuurbrandpreventie vaak hand in hand kan gaan met het verbeteren van de vitaliteit van de natuur en het ondersteunen van de biodiversiteit, en vaak uitgevoerd kan worden met de al geplande beheermaatregelen. In dit document wordt dan ook ingegaan op verschillende preventiemaatregelen die gedaan kunnen worden in terreinbeheer (zie hoofdstuk 3).

### Subsidies en FSC-bosbeheer

Sinds 2023 zijn er randvoorwaarden toegevoegd voor het verkrijgen van subsidie voor terreinbeheer in Gelderland [23] en Noord-Brabant [24]. Deze randvoorwaarden stellen bepaalde eisen dat terreinbeheer bijdraagt aan het voorkomen van (onbeheersbare) natuurbranden.

Sinds 2022 is het verplicht volgens de FSC-standaard om bosbrand mee te nemen in de beheerplannen en om maatregelen uit te voeren (zover dit financieel haalbaar is en geen ongewenste bijeffecten heeft op de beheerdoelstellingen) die grootschalige schade door natuurlijke oorzaken (zoals bosbrand) voorkomt [25].



*Figuur 5: (A) Door klimaatverandering is het mogelijk dat het aantal natuurbranden en het oppervlakte afgebrand gebied (vooral gedreven door grote onbeheersbare natuurbranden) zal toenemen. (B) Door natuurbrandmaatregelen toe te passen kunnen onbeheersbare natuurbranden worden voorkomen en kan daardoor het afgebrande gebied beperkt worden gehouden (data weergegeven is conceptueel)*

# 3



## Effectief en gebalanceerd

### Natuurlijke natuurbrandpreventie

De beste preventie van onbeheersbare natuurbranden zijn gezonde en veerkrachtige ecosystemen [26] [27] [28] [29] [30]. Vitale en biodiverse ecosystemen hebben een intrinsieke kracht om het natuurbrandrisico laag te houden.

Er zijn verschillende processen die de natuur onder druk zetten (zie hoofdstuk 1), dit vergroot de vatbaarheid voor natuurbrand. Door gebiedsgerichte klimaatadaptatie, revitalisering of herstelmaatregelen uit te voeren kan de vegetatie in de terreinen beter bestand worden tegen insectenplagen, ziekte, uitdroging, sterfte, en een veranderend klimaat (factoren die bijdragen aan de vatbaarheid voor natuurbrand [31]). Door de ecologische vitaliteit van de natuur dus te herstellen kan er niet alleen bijgedragen worden aan het verbeteren en behouden van de biodiversiteit, maar ook aan het veilig kunnen blijven genieten van de natuur.

Naast het verbeteren van de vitaliteit en veerkrachtigheid van de natuurterreinen in het algemeen, zijn er een aantal maatregelen die genomen

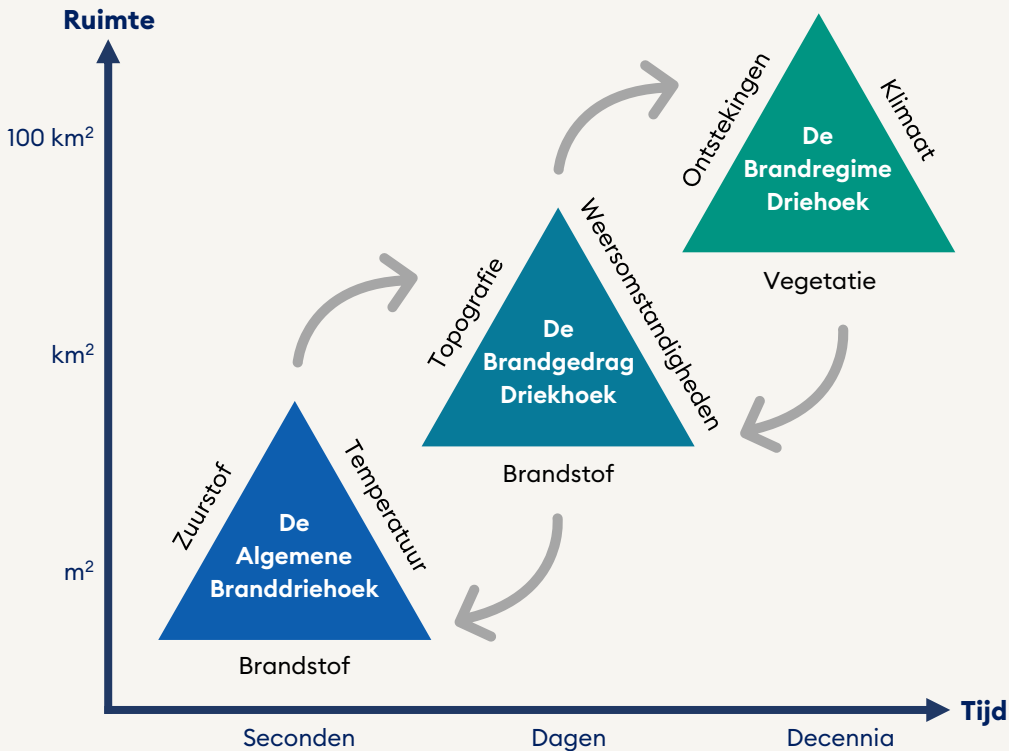
kunnen worden om de kans op onbeheersbare natuurbranden verder te verlagen.

De algemene werking en effectiviteit van natuurbrandmaatregelen wordt in de rest van dit hoofdstuk besproken. In de opvolgende hoofdstukken worden specifieke maatregelen en hun effectiviteit onder de loep genomen.

### Algemene werking van natuurbrandmaatregelen

Natuurbrandmaatregelen kunnen opgedeeld worden in twee categorieën, namelijk natuurgerichte maatregelen en bestrijdingsgerichte maatregelen. Waarbij bestrijdingsgerichte maatregelen de meest directe relatie hebben met het verbeteren van de effectiviteit van natuurbrandbestrijding (bijv. door de toegankelijkheid voor brandweerauto's te vergroten). Niettemin kunnen beide categorieën maatregelen bijdragen aan de preventie van onbeheersbare natuurbranden, en is het dus niet zo dat de ene categorie beter is dan de ander.

Natuurgerichte maatregelen spelen in op het component 'vegetatie' van de brandregime driehoek (zie figuur 6).



*Figuur 6: De drie branddriehoeken beschrijven de belangrijkste drijvende factoren achter een vlam, natuurbrand, en natuurbrandregime (die allemaal op een andere tijd- en ruimteschaal plaatsvinden). De verschillende driehoeken beïnvloeden elkaar (aangegeven met pijlen), zo kan bijvoorbeeld een natuurbrand op een gegeven moment de weersomstandigheden aanpassen en daardoor meer zuurstof aantrekken [32]*



Vaak worden terreinbeheerders gewezen op hun mogelijkheid om in te spelen op het component 'brandstof' van de brandgedrag driehoek. Terreinbeheer vindt in het algemeen echter niet plaats op een tijdschaal waar wordt gereageerd op een situatie die van dag tot dag verandert. In uitzonderlijke situaties kan dit wel (bijv. door bermen naast wegen te maaien), maar fundamenteel gebeurt dit niet.

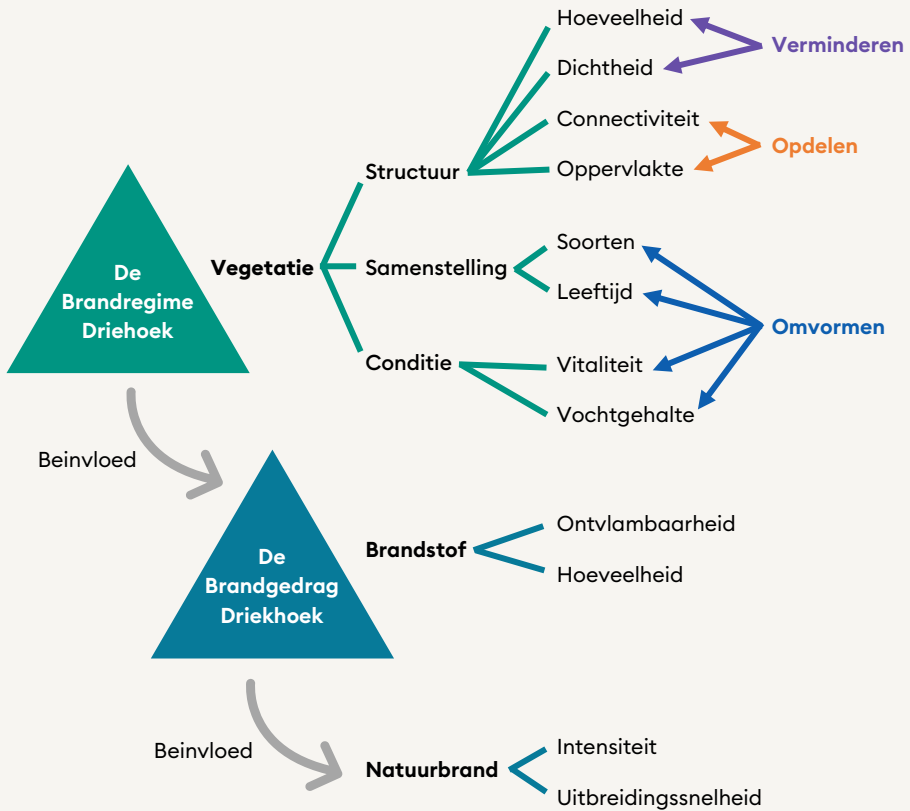
Er zijn drie strategieën die gebruikt worden bij het toepassen van natuurgerichte maatregelen, namelijk: het *verminderen*, het *opdelen*, en het *omvormen* van vegetatie. Dit kan gedaan worden door middel van mechanische, chemische of biologische middelen, en door bijvoorbeeld beheerbranden en vernatting [33]. In meer of mindere mate beïnvloeden deze strategieën de structuur, samenstelling en conditie van de vegetatie om zo de beschikbaarheid van brandstof en het gedrag van natuurbrand te veranderen (zie figuur 7) [17] [33] [34] [35] [36] [37] [38]. Dit beïnvloedt uiteindelijk het ontstaan en de ernst (d.w.z. de mate waarin een gebied is veranderd of verstoord) van natuurbranden.

### Algemene effectiviteit van natuurbrandmaatregelen

Een natuurbrand bestaat vaak uit verschillende natuurbrandtypen (zie figuur 8 op pagina 19) en gaat vaak door verschillende beheertypen heen. Natuurbrandmaatregelen die werken in een heidegebied werken potentieel niet in een ander beheertype zoals veen- of bosgebied, en maatregelen die werken tegen loopvuur werken potentieel minder goed tegen andere natuurbrandtypen.

Welke natuurbrandmaatregelen bijdrage aan het beheersbaar houden van natuurbranden kan bepaald worden door te kijken naar de drijfveren van het veranderde Nederlandse brandregime (zie pagina 9) en de typen (onbeheersbare) natuurbranden die in Nederland voor zijn gekomen (zie hoofdstuk 2). Zo leveren maatregelen die inspelen op het tegengaan van verdroging en vergrassing, en grond- en loopvuur (de meest voorkomende natuurbrandtypen), waarschijnlijk het hoogste rendement in het beheersbaar houden van de meeste natuurbranden in Nederland.





*Figuur 7: De factoren van de brandregime driehoek waarop de verschillende strategieën (verminderen, opdelen, en omvormen) van de natuurgerichte maatregelen het meest inspelen. Belangrijk is om te onthouden dat de andere componenten van de driehoeken die hier weggelaten zijn ook invloed uitoefenen op de uiteindelijke natuurbrand, en dat verandering in een van de componenten van de vegetatie (structuur, samenstelling, en conditie) tot verandering zal leiden in de andere*



Het ontwerp van de maatregelen zelf speelt ook een grote rol in de effectiviteit ervan. Gebruik maken van de topografie van het terrein, de typische windrichting tijdens natuurbrand (de oostenwind), bestaande infrastructuur, informatie over plaatsgevonden natuurbranden, en gegevens over de vegetatie bij het bepalen van de timing, plaats, omvang, oriëntatie, en herhaling van de benodigde beheeringrepen om de natuurbrandmaatregelen te realiseren en onderhouden kan de effectiviteit verhogen [35] [39]. Het combineren van maatregelen (bijv. om meerdere verticale structuur lagen aan te pakken) leidt vaak ook tot betere resultaten [40].

Evalueren van het cumulatieve vermogen van een groep natuurbrandmaatregelen om het gedrag van natuurbrand in een terrein te veranderen is erg ingewikkeld. Verschillende maatregelen variëren namelijk in hun timing van implementatie en levensduur (verschillende flora soorten groeien met een verschillende snelheid terug) [34]. Het evalueren van individuele toegepaste natuurbrandmaatregelen

kan vaak ook pas worden gedaan na een natuurbrand met behulp van een deskundige, alhoewel er soms wel een beoordeling vooraf gemaakt kan worden met behulp van simulaties of natuurbrandkennis [17].

### Realistische verwachtingen

Natuurbrandmaatregelen zijn een hulpmiddel om natuurbranden beheersbaar te houden. Er is geen absolute garantie van een succesvolle werking en alle onbeheersbare natuurbranden voorkomen is dan ook een onredelijke verwachting. Natuurbranden zijn zeer dynamisch en het effect van de genomen maatregelen kan dan ook nauwelijks merkbaar zijn (vooral bij grote natuurbranden) wanneer harde wind en droge vegetatie samen voorkomen [35] of als maatregelen zijn ontworpen voor een schaal die niet past bij de grootte van de natuurbrand [36].

### Gebalanceerd en overwogen terreinbeheer

Het is van belang dat er zorgvuldig omgegaan wordt met de risico's in de natuurterreinen. Dit vraagt een inschatting van de risico's en een

### Kroonvuur

Een brand in de toppen van de bomen die samen het dak van het bos vormen, ook wel het kronendak genoemd

### Grondvuur

Een brand in de strooisel-, humus-, of grondlaag. Bij grondvuur branden vaak vegetatieresten die op de bodem liggen, wortels in de grond, ondergrondse boomstronken, en ander organisch bodemmateriaal



### Vliegvuur

Brandende en gloeiende naalden, bladeren, boomschors en takken worden door de harde wind meegenomen. Vliegvuur kan honderden meters tot wel kilometers ver voor het 'vuurfront' terechtkomen en daar nieuwe natuurbranden beginnen

### Loopvuur

Een brand in lage vegetatie, zoals grassen, heide, lage struiken of laaghangende takken van bomen

*Figuur 8: Natuurbranden zijn vaak complexe mengsels van verschillende natuurbrandtypen, waaronder grondvuur, loopvuur, kroonvuur, en vliegvuur [33]*



afweging van de aanvaardbaarheid daarvan. Dit geldt ook voor het natuurbrandrisico.

Niet alle gebieden zijn even kwetsbaar en vatbaar voor natuurbrand. De soortensamenstelling, structuur, en abiotische en biotische factoren spelen allemaal hun rol. Ook de aanliggende gebruiksfuncties maken deel uit van het natuurbrandrisico (bijv. campings, zorginstellingen, begraafplaatsen, en infrastructuur).


Volledig optimaliseren voor veiligheid is onhaalbaar als er ook voldaan moet worden aan andere verplichtingen en verwachtingen (wetgeving, beleid, recreatie, houtproductie, biodiversiteit, etc.). Terreinbeheerders hebben wettelijk taken en opdrachten, en hebben te maken diverse nationale en internationale wetten. In natuurterreinen moet daarom een balans gevonden worden tussen meerdere doelstellingen en wensen. Er moet dus ruimte zijn voor risicoacceptatie. Om tot een goede inschatting te komen van het risico en hoe hiermee om te gaan is het van belang dat terreinbeheerders en de

brandweer samen met andere relevante partijen om de tafel gaan, en dit contact met elkaar blijven onderhouden.

### Combineren van maatregelen

De grootste kansen liggen in het realiseren van natuurbrandmaatregelen in samenhang met bestaande functies (bijv. wegen) en geplande beheermaatregelen. De maatregelen kunnen dan ook van alles inhouden. Maatregelen die goed zijn voor natuurbrandpreventie, biodiversiteit, recreatie, en houtproductie sluiten elkaar dan ook niet per se uit. Zo is terreinheterogeniteit niet alleen een belangrijke voorwaarde voor een hoge biodiversiteit [7], maar draagt een mozaïek in het terrein ook bij aan natuurbrandpreventie en -bestrijding.

Door natuurbrandpreventie met geplande beheermaatregelen te combineren wordt de financiële haalbaarheid ook vergroot. Terreinbeheerders hebben in de meeste gevallen geen financiële middelen voor het nemen van preventiemaatregelen. Dit is namelijk niet meegenomen in de (meeste) subsidies voor natuurbeheer.



Om de betaalbaarheid mogelijk en maatschappelijk aanvaardbaar te maken, dienen de kosten van natuurbrandpreventie evenredig over betrokken partijen te worden verdeeld. Het kan niet dat de kosten alleen bij terreinbeheerders liggen als daarmee veel grotere belangen gemeentelijk, regionaal, provinciaal en landelijk gediend zijn.

### Onderbouw met gebiedskennis en wetenschap

Het is belangrijk dat het nemen van natuurbrandmaatregelen wordt genomen gebaseerd op gebiedskennis, kleinschalig en gefaseerd wordt uitgevoerd, en vast wordt gelegd in een beheerplan. Niet alleen om hun continuïteit te garanderen en geen aparte vergunningprocedures voor de natuurbrandmaatregelen meer door te hoeven lopen, maar ook om ervoor te zorgen dat de maatregelen niet meer schade veroorzaken dan dat zij proberen te voorkomen. Grootschalige beheer- of herstelprojecten kunnen erg schadelijk zijn voor de aanwezige fauna die plekken nodig heeft om te rusten, schuilen, eten te vinden, op te warmen, en zich te oriënteren [7]. Geadviseerd

wordt om de gedragscode 'natuurbeheer 2016-2021' en 'soortenbescherming bosbeheer 2022' te bekijken, en altijd samen met een expert afgewogen besluiten te maken.

Het is ook belangrijk om beslissingen wetenschappelijk te onderbouwen, maar te onthouden dat context altijd belangrijk is. Bijvoorbeeld, het vochtgehalte van vegetatie weerspiegelt recente weersomstandigheden (hoe kleiner de diameter hoe sneller de vegetatie zal uitdrogen) en bepaalt in hoeverre het vatbaar is voor verbranding en beïnvloedt daarmee de snelheid en intensiteit van warmteafgifte [17]. Dood hout droogt daarbij sneller uit dan levend hout en is daarom sneller makkelijker ontvlambaar. Het is alleen niet bewezen dat al het dode tak- en tophout significant bijdraagt aan de escalatie van natuurbrand. Wel kan het zijn dat hoge stapels tak- en tophout, of bijvoorbeeld een dode staande boom, als een brandladder kan fungeren en daarbij de kans vergroot dat loopvuur uitbreidt naar het kronendak [17]. Niet al het dode hout is dus hetzelfde, er moet dus in het algemeen voorzichtig omgegaan worden met generalisaties.

# 4



## Verloofing

### Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

### Beïnvloed beheersbaarheid

- Grondvuur **Weinig**
- Loopvuur **Weinig**
- Kroonvuur **Veel**
- Vliegvuur **Middelmatig**

### Uitvoeren in [41]

| Jan     | Feb | Mrt  |
|---------|-----|------|
| Apr     | Mei | Jun  |
| Jul     | Aug | Sept |
| Oktober | Nov | Dec  |

### Definitie

Verloofing is het vervangen van naaldbomen door loofbomen door middel van aanplant of natuurlijke verjonging. Dit met het doel om naaldbos om te zetten naar loofbos of gemengd bos.

### Omschrijving

Verloofing is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het omvormen van de vegetatie in de boomlaag met het doel om deze minder ontvlambaar te maken. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat loofbomen in het algemeen relatief minder brandgevoelig zijn dan naaldbomen [42], en daarom gebruikt kunnen worden om de verspreiding van natuurbranden te vertragen of stoppen.

Door bij het beplanten van gebieden rekening te houden met de gevoeligheid voor brand kan de kans op ontsteking of

brandoverslag worden verminderd.

Bomen die goed branden hebben vaak losse en/of vezelige schors. Dit zijn vaak zeer harsachtige bomen – zowel wat betreft hun bladeren als hun schors – met een hoog gehalte aan brandbare olie. Hun bladeren zijn droog en vatbaar voor uitdroging, en ze kunnen dode bladeren en kleine takken vasthouden (die als brandladder kunnen functioneren) in plaats van ze op de grond te laten vallen. [33]

### Bespreking

Verloofing is vooral gefocust op het voorkomen van kroonvuur in een bos. Kroonvuur kan zeer veel impact hebben en praktisch onbeheersbaar zijn, dit voorkomen is dus belangrijk. Wel moet er in het achterhoofd gehouden worden dat natuurbrand meer is dan alleen bosbrand. Bij de keuze voor deze maatregel moet dan ook het besef zijn



dat het niet de drijfveren aanpakt achter de toename van het aantal natuurbranden (waaronder vergrassing en verdroging), en ook niet het effectiefste is tegen de meest voorkomende natuurbrandtypen in Nederland (grond- en loopvuur).

Uiteindelijk zijn alle bomen brandbaar, vooral na lange droogteperiodes. Geen enkel boom biedt volledige bescherming tegen natuurbrand. Ze zijn gemaakt van hout en er bestaan geen vuurvaste bomen. Alhoewel loofbomen misschien minder brandgevoelig zijn in ‘goede omstandigheden op de juiste locatie’, is het nog onbekend of dat de vitaliteit van de loofbomen op de lange termijn in het veranderende klimaat (meer hitte- en droogtestress door langdurige droogte) [43] en/of op suboptimale gronden (bijv. hoge zandgronden die relatief niet veel water vasthouden) [44] ook zorgt voor dezelfde theoretisch lagere brandgevoeligheid [45].

Loofbomen kunnen grote hoeveelheden droge bladeren laten vallen in lange periodes van droogte en daarbij veel brandstof beschikbaar maken voor

loopvuur. Daarnaast, wordt verloofing ook nog wel eens overwogen voor het verhogen van het vochtgehalte van de vegetatie in een gebied. Een loofbos is echter niet zondermeer altijd beter vanuit het perspectief van het verhogen van het vochtgehalte in alle lagen van het bos. Verloofing kan zelfs bijdragen aan de uitdroging van het bos, en de ondergroei nog droger en daarbij vatbaarder maken voor loopvuur in periodes wanneer het natuurbrandgevaar al verhoogd is. Zo verdampt een eikenbos gemiddeld per jaar tien procent meer water dan een grove dennenbos, en heeft van mei tot en met augustus een neerslagtekort die een dennenbos daarentegen niet heeft [46]. Er moet dus altijd afhankelijk van de locatie, het bostype, de leeftijd, en de dichtheid van de opstand en ondergroei bepaald worden of dat de potentiële hogere verdampingshoeveelheid in verband met verloofing opweegt tegen het voordeel van de lagere brandgevoeligheid van het kronendak.

De brandgevoeligheid is uiteindelijk ook maar één van de eigenschappen die interessant is bij het verminderen van de impact van natuurbrand. Het uniform



*Figuur 9: Planten hebben verschillende strategieën om een natuurbrand te overleven: weerstaan (bovengrondse delen overleven vuur; in oranje), herstellen (ontlopen sterfte door uitlopers; in groen), en vestiging (zaadontkieming na de natuurbrand; in blauw) [47]. Ook zijn er een aantal manieren hoe natuurbranden bomen (in)direct verzwakken en doden (in rood) [48]*





discrimineren van alle naaldbomen gebaseerd op één eigenschap houdt geen rekening met andere relevante eigenschappen (zie figuur 9), zoals de verschillen in overlevingskansen (bijv. door een dikkere schors) [49] [50] [51] en mogelijkheden om te verjongen (bijv. zonder grootschalige herplanting), terwijl dit wel ecologische en economische implicaties meebrengt. Herplanting van bomen kan veel geld kosten en bomen die blijven staan blijven meer CO<sub>2</sub> vasthouden en opnemen dan bomen die verbranden.

Ook moet er nagedacht worden over de balans met andere beheerdoelen waar terreinbeheerders voor proberen te optimaliseren. Alle naaldbomen wegschuiven als buitengewoon brandbaar kan de impressie geven dat het roekeloos is om naaldbomen te hebben, terwijl deze een belangrijke rol vervullen voor de biodiversiteit en houtproductie, en op hun eigen manier kunnen bijdragen aan het brandtolerant maken van een terrein.

### Tips

Houd rekening met dat het omvormen van bos tijdelijk zorgt voor een toename

aan lage vegetatie die als brandladder kan fungeren, en dus tijdelijk het natuurbrandrisico kan verhogen.

Denk eraan dat wanneer een boom minder brandgevoelig is dit niet automatisch betekent dat je hem moet planten op elke locatie. Er moet altijd een overweging gemaakt worden of het een goede boom is voor het klimaat, de grondsoort en de standplaats. Niet alle brandwerende boomsoorten zijn ook inheems en passen dus niet altijd bij de omgeving, en kunnen dan ook voor andere problemen zorgen. Het is altijd het beste om bomen te planten die zijn aangepast aan de groeiomstandigheden van de omgeving en die aansluiten bij het lokale ecosysteem.

### Meer lezen

Duurzaam en klimaatbestendig bosbeheer in de 21ste eeuw [52]

Droogte en hitte: effecten op herkomsten van zomereik, Japanse lariks, hybride lariks en douglas [53]

Inventarisatie brandbaarheid vegetatie natuurgebieden [42]

# 5



## Compartmenteneren

### Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

### Beïnvloed beheersbaarheid

|           |        |
|-----------|--------|
| Grondvuur | Weinig |
| Loopvuur  | Veel   |
| Kroonvuur | Veel   |
| Vliegvuur | Weinig |

### Uitvoeren in [41] [54]

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| Jan | Feb | Mrt  |
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

### Definitie

Compartmenteneren is het creëren van kleinere compartimenten uit het grotere terrein door middel van compartimenteringsstroken. Dit met het doel om de verspreiding van natuurbrand in het terrein of naar aangrenzende gebieden te vertragen, en de bestrijding van natuurbranden te ondersteunen [55].

### Omschrijving

Compartmenteneren is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het opdelen van de vegetatie. Dit wordt meestal gedaan door verandering te realiseren in een combinatie van lagen, waaronder de boomlaag, struiklaag, kruidlaag, moslaag, en bodemlaag.

Compartmenteneringsstroken helpen bij het beheersbaar maken van natuurbrand door het gedrag van de

brand aan te passen (bijv. door een kroonvuur om te zetten naar een loopvuur) en door veilige locaties te creëren die gebruikt kunnen worden om branden vanaf te bestrijden.

Er zijn drie algemene categorieën compartimenteringsstroken, namelijk onderbrekingsstroken, brandvertragendestroken, en brandwerendestroken.

Bij onderbrekingsstroken is er sprake van een gebied waar zoveel mogelijk vegetatie en organisch materiaal wordt verwijderd tot aan de minerale grond, dit om het brandstof component weg te nemen uit de brandgedrag driehoek. Voorbeelden zijn de brandsingel, brandgang, brandcorridor, en brandstrook [56].

Bij brandvertragendestroken is er sprake van een gebied waarin de vegetatiedichtheid is verminderd, en er



weinig brandladders zijn (weinig staand dood hout, ondergroei, en laaghangende taken). De lagere vegetatiedichtheid helpt mee om verspreiding van kronenvuur te verminderen, en kan bijdrage aan ‘sterkere’ bomen door de vermindering van competitie voor licht, water, en voedingsstoffen. Door de aanwezigheid van het kronendak kan de ondergroei koeler en vochtiger blijven en waait het minder hard [33] wat meehelpt om de verspreiding van grond- en loopvuur te vertragen [57]. Dit type compartimenteringsstrook is vaak substantieel breder dan de andere twee type stroken.

Bij brandwerendestroken is er sprake van een gebied met een hoog aandeel loofbomen en een zeer dichte ondergroei. Vooral vegetatie met een lage brandgevoeligheid wordt gebruikt in dit soort stroken. Door de aanwezigheid van bomen, struiken, kruidachtige en schimmels is het microklimaat koeler, natter en schaduwrijk, en wordt bladafval snel verteerd [58]. Deze stroken zijn vooral effectief tegen loop- en kroonvuur [59], en worden veelal gebruikt bij gebieden met zeer brandbare vegetatie.

Compartimenteringsstroken kunnen op vele manieren worden gerealiseerd en onderhouden. Bijvoorbeeld door het uitvoeren van beheerbranden, begrazing, plaggen, en maai en snoei activiteiten.

### Bespreking

Compartimenteren kan in theorie gedaan worden in alle beheertypes. In het algemeen werkt compartimenteren het beste tegen loop- en kroonvuur, en wat minder tegen grond- en vliegvuur [55]. Die laatste twee natuurbrandtypen kunnen namelijk onder de compartimenteringsstroken doorkruipen of eroverheen vliegen.

De effectiviteit en geschiktheid van verschillende compartimenteringsstroken in een terrein is afhankelijk van de lokale omstandigheden, de typen natuurbranden die ervoor kunnen komen, en de gewenste resultaten [17].

Harde randen zijn vaak niet wenselijk in het terrein [7]. Brandvertragendestroken en brandwerendestroken zijn vaak ‘groener’ en biodiverser dan onderbrekingsstroken [58], maar potentieel minder effectief tegen sommige natuurbranden doordat zij



minder drastisch ingrijpen op het component brandstof van de brandgedrag driehoek. Er moet dus een afweging gemaakt worden welke, en of, compartimenteringsstroken passen bij de beheerdoelen.

Belangrijk is om te onthouden dat compartimenteringsstroken niet perfect zijn, en door verschillende factoren (bijv. droge grassen, varens, en bladeren) minder goed kunnen functioneren. Zij werken het beste als ze worden gecombineerd met natuurbrandmaatregelen die in het algemeen de intensiteit en grootte van natuurbranden verminderd die voor kunnen komen in een terrein (bijv. via beheerbranden of ander vegetatiebeheer) [60].

Compartimenteringsstroken bestrijden natuurbrand niet op zichzelf, en zijn zo effectief als de natuurbrandbestrijding die ermee gepaard gaat [38]. Ze worden preventief aangelegd, maar de werking vindt vooral plaats tijdens de brandbestrijding. Het is daarom belangrijk dat compartimenteringsstroken goed onderhouden en bereikbaar zijn voor de brandweer. Door

de lokale brandweer te betrekken bij het ontwerp van het netwerk van compartimenteringsstroken, en te vragen om deze mee te nemen in de operationele kaart en hiermee systematisch te oefenen, kan de effectiviteit van natuurbrandbestrijding worden vergroot doordat zij de stroken weten te vinden en benutten.

Compartimenteringsstroken kunnen vooral handig zijn in de buurt van menselijk activiteit (infrastructuur, bewoning, en recreatiegebieden) en gevoelige/bijzondere ecosystemen. Dit omdat de impact van natuurbrand daar al snel groot kan zijn.

Er zijn geen wetenschappelijk uniform werkende getallen te noemen voor hoe breed een compartimenteringsstrook moet zijn voordat deze werkt. Vuistregels (bijv. voor de afstand tussen boomkronen) ontbreken vaak ook aan wetenschappelijke en empirische onderbouwing [17]. Door samen in gesprek te gaan met de brandweer kan er gebiedsgericht gekeken worden welke getalen potentieel passend zijn bij het terrein.



## Tips

Zoek kansen op in het terrein en maak gebruik van bestaande landschapselementen tijdens het ontwerpen van een netwerk van compartimenteringsstroken. Zo kunnen bijvoorbeeld bestaande fietspaden verbreed worden zodat de brandweer eroverheen kan rijden, of kan een kanaal gebruikt worden als onderbrekingsstrook. Ook kan bijvoorbeeld het aanleggen van een strook stuifzand of een grindpad de biodiversiteit ten goede doen [7], maar daarnaast prima functioneren als een onderbrekingsstrook.

Houd rekening met het feit dat een rechte lange compartimenteringsstrook een tunneleffect kan hebben op de wind en daardoor voor een snelle uitbreiding van natuurbrand kan zorgen. Probeer daarom wat variatie in de vorm van de strook toe te passen, bijvoorbeeld door deze meanderend te realiseren zodat deze een wat natuurlijkere vrije vorm heeft. Dit is ook esthetischer en potentieel beter voor de biodiversiteit.

Probeer compartimenteringsstroken zoveel mogelijk loodrecht op en evenwijdig aan de typische windrichting

tijdens natuurbrand (de oostenwind) te oriënteren, dit helpt bij de natuurbrandbestrijding [58]. Informatie over hoogteverschillen in het terrein kan ook van pas komen. De uitbreidingssnelheid van de natuurbrand zal namelijk afnemen als deze zich omlaag verplaatst en toenemen wanneer deze zich naar boven beweegt.

Neem het onderhoud van compartimenteringsstroken mee in het beheerplan. Er gelden namelijk limieten op sommige beheeractiviteiten die nodig zijn om deze te onderhouden. Het werkt bijvoorbeeld het beste als maaistroken worden aangemaakt na de eerste groei van de vegetatie, oftewel midden in het broedseizoen wanneer er niet zomaar gemaaid mag worden. Door het belang hiervan mee te nemen in het beheerplan kan hiervoor toch een goedkeuring komen zonder dat hiervoor een uitzondering aangevraagd hoeft te worden.

## Meer lezen

Toolbox Gebiedsgerichte aanpak Natuurbrandbeheersing [56]

# 6 Vernatting

## Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veengebied
- Grasland

## Beïnvloed beheersbaarheid

|           |             |
|-----------|-------------|
| Grondvuur | Veel        |
| Loopvuur  | Middelmatig |
| Kroonvuur | Middelmatig |
| Vliegvuur | Middelmatig |

## Uitvoeren in [54]

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| Jan | Feb | Mrt  |
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

## Definitie

Vernatting is het doelbewust verhogen van de grondwaterstand in een terrein door de waterhuishouding te veranderen. Dit wordt gedaan om ervoor te zorgen dat de bodem vochtiger blijft. Dit kan meerdere voordelen hebben, waaronder bijvoorbeeld het verminderen van veenaafbraak.

## Omschrijving

Vernatting is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het omvormen van de bodemlaag met het doel om de kans van ontsteking te verkleinen en deze minder ontvlambaar te maken. Vernatting kan ook bijdragen aan het vochtiger houden van de vegetatie in de mos-, kruid-, struik-, en boslaag. In welke mate dit gebeurt is gebiedsspecifiek en afhankelijk van vele factoren (waaronder de weersomstandigheden en de vegetatie zelf).

Het vochtgehalte van de vegetatie en de bodem speelt een cruciale rol in het gedrag van een natuurbrand [17]. Hoe droger de vegetatie en de bodem, hoe beschikbaar die zijn voor verbranding en hoe sneller een natuurbrand zich kan uitbreiden. Het vochtgehalte bepaalt hierdoor uiteindelijk voor een aanzienlijk deel de ernst van een natuurbrand (d.w.z. de mate waarin een gebied is veranderd of verstoord). Hoe meer warmte er vrijkomt en hoe meer vegetatie er wordt geconsumeerd, hoe hoger de ernst van de natuurbrand [33].

Vernatting kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. Bijvoorbeeld door het dempen, opstuwen, of verondiepen van afwateringssloten, -grachtjes, en -greppels. Daarnaast kunnen ook stuwen en peilgestuurde drainage worden gebruikt om de hydrologie te verbeteren of herstellen.



## Bespreking

Verdroging van terreinen dient zoveel mogelijk vermeden te worden. Dit niet alleen vanwege de impact van verdroging op natuurbrand, maar ook vanwege de bedreiging die het vormt voor de vitaliteit en biodiversiteit van de natuur [61]. Door een gebied te vernatten kan dus niet alleen het natuurbrandrisico verlaagd worden, maar dus ook worden bijgedragen aan de algemene bescherming van de natuur.

In theorie kan vernatting in elk beheertype worden gedaan, maar in de praktijk ligt dit een stuk complexer. Bijvoorbeeld, het vernatten van droge bossen op hoge zandgronden die vooral gevoed worden door regenwater is niet makkelijk, en in sommige gevallen zelfs onmogelijk [61]. Het grootste voordeel van vernatting kan gezien worden in veengebieden. Deze gebieden zijn namelijk zeer brandbaar wanneer deze uitdrogen [62] [63]. Hoe dieper de grondwaterstand, hoe dieper het grondvuur zich in het veen kan doordringen [64]. Een goede waterhuishouding is dus zeer belangrijk in het voorkomen van grondvuur.

Een goede waterhuishouding kan ook bijdragen aan de herbevochtiging van de vegetatie wanneer deze wordt uitdroogt door de omgeving. Vegetatie met een hoger vochtgehalte is minder ontvlambaar, en dus door te vernatten kunnen alle typen natuurbrand tot op een zekere hoogte worden verminderd. Het is echter belangrijk om op te merken dat vernatting op zichzelf geen alomvattende oplossing is om loop-, kroon-, of vliegvuur te voorkomen. Het beste kan deze maatregel worden gecombineerd met beheerbranden, bosdunning, of ander vegetatiebeheer.

## Tips

Belangrijk is om te onthouden dat vernatting net als verdroging kan leiden tot negatieve effecten. Vernatten gebeurt vaak te snel, waardoor veel soorten in de knel kunnen komen. Het is verstandig om de waterspiegel langzaam te laten stijgen, en mits mogelijk niet in alle deelgebieden tegelijkertijd te vernatten. [7]

## Meer lezen

Water afvoeren en vasthouden vanwege klimaatverandering [65]

# 7



## Vegetatiebeheer

### Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

### Beïnvloed beheersbaarheid

|           |        |
|-----------|--------|
| Grondvuur | Weinig |
| Loopvuur  | Veel   |
| Kroonvuur | Veel   |
| Vliegvuur | Veel   |

### Uitvoeren in [54] [41]

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| Jan | Feb | Mrt  |
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

### Definitie

Vegetatiebeheer is het beheren en onderhouden van vegetatie (gras, bomen, en planten) in een specifiek gebied. Het doel van vegetatiebeheer kan variëren en is afhankelijk van de context en het type terrein waarop het wordt toegepast.

### Omschrijving

Vegetatiebeheer is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het verminderen van de vegetatie. Dit wordt meestal gedaan door verandering te realiseren in een combinatie van lagen, waaronder de moslaag, kruidlaag, struiklaag, en boomlaag.

Er zijn verschillende beheermaatregelen die samengebundeld worden onder het paraplubegrip vegetatiebeheer. De verschillende beheermaatregelen werken allemaal op hun eigen manier en dragen dan ook allemaal op hun

eigen manier bij aan de preventie van onbeheersbare natuurbranden. Dit door bijvoorbeeld de hoeveelheid potentiële brandstof te verminderen (bijv. door invasieve soorten te verwijderen), de vitaliteit van de vegetatie te versterken, bij te dragen aan het realiseren en onderhouden van compartimenteringsstroken, of door te zorgen dat er meer water wordt vastgehouden. Het combineren van verschillende beheermaatregelen levert dan ook de meeste resultaten.

Verschiedende soorten vegetatiebeheer die worden besproken in dit document zijn fauna- en begrazingsbeheer (in dit hoofdstuk), beheerbranden (hoofdstuk 8), bosdunning (hoofdstuk 9), en bosrandbeheer (hoofdstuk 10).

### Bespreking

Vegetatiebeheer kan in elk beheertype worden uitgevoerd. Er zijn zo veel





verschillende soorten vegetatiebeheer beschikbaar dat er praktisch altijd wel een subgroep beheermaatregelen past bij het terrein en de beheerdoelen. Twee vergelijkbare soorten vegetatiebeheer die hier als voorbeeld gebruikt zullen worden zijn fauna- en begrazingsbeheer. Beide gaan fundamenteel over het beheren van dierenpopulaties om bepaalde beheerdoestellingen te behalen.

Dieren kunnen significant het gedrag van natuurbrand beïnvloeden. Dit doen zij door de hoeveelheid, structuur, en toestand van de vegetatie aan te passen. Soms is dit gemakkelijk waarneembaar en te kwantificeren (bijv. door een afname aan struikgewassen), maar soms zijn de effecten subtieler (ondanks dat zij wel aanzienlijk kunnen zijn door het cumulatieve effect in de loop van tijd of door de grootte van het aangetast gebied). [66]

De natuurbrandtypen waarvan de beheersbaarheid het meest worden beïnvloed door fauna- en begrazingsbeheer zijn loop-, kroon-, en vliegvuur. Door vegetatie te consumeren en vertrappen helpen

dieren de opeenhoping van grassen, struiken, en andere vegetatie die als brandstof of brandladder kan fungeren te verminderen. De resulterende aangepaste continuïteit (horizontaal en verticaal), samenstelling, en brandgevoeligheid van de vegetatie helpen mee om de intensiteit en verspreiding van natuurbrand te verminderen [67] [17]. Wat beide belangrijke factoren zijn voor de preventie van onbeheersbare natuurbranden.

Het uitvoeren van fauna- en begrazingsbeheer (of andere soorten vegetatiebeheer) is echter niet alleen waardevol voor de beheersbaarheid van natuurbrand, maar ook voor het verminderen van de ernstigheid ervan. Minder verbranding door natuurbrand helpt mee om de gevolgen (bijv. bodemverwarming, rookproductie, koolstofemissie, en beschadigde/dode planten) van natuurbrand te verminderen. Wat bijdraagt aan een sneller en grondiger herstel. [17]

Een voorbeeld van hoe fauna- en begrazingsbeheer kan bijdragen aan het matigen van natuurbrand is het



gebruik van grazers met een voorkeur voor grassen zoals pijpenstrootje. Deze grassoort is zeer brandgevoelig door de snelheid van uitdroging. Door inzet van grazers is het mogelijk om gericht deze invasieve plantensoort onder controle te houden of de dichtheid ervan in specifieke gebieden te verminderen. Wat uiteindelijk zal leiden tot een vermindering in de intensiteit en ernst van natuurbrand.

Herbivorie is echter niet de enige manier waarop dieren kunnen bijdragen aan de preventie van natuurbrand. Zo kunnen ecosysteemingenieurs zoals de bever het milieu waarin zij voorkomen sterk veranderen en daarbij (in)direct de beheersbaarheid van natuurbrand beïnvloeden. De bever kan bijvoorbeeld diepe vijvers creëren door dammen te bouwen en vervolgens vingerachtige kanalen graven om dat water langzaam door een gebied te verspreiden. Door de verminderde snelheid van het water kan opgevangen water de grond in sijpelen, waar het diepe plantenwortels kan voeden. Het water, de drassige grond, en goed gehydrateerde vegetatie verminderen het vermogen van natuurbrand om te verspreiden en

kunnen levensreddende oases vormen voor dieren die niet van de vlammen weg kunnen vliegen, zwemmen, of waggelen. Dit is niet alleen goed voor de preventie van alle natuurbrandtypen (zelfs grondvuur door de vernatting van de bodem), maar is ook goed voor de bescherming van de biodiversiteit. [68]

Om veel impact te hebben op het gedrag van een natuurbrand moet fauna- en begrazingsbeheer in een ‘substantieel’ deel van het gebied plaatsvinden. Wat het ‘substantieel’ maakt is gebiedsgericht en is te complex om voor alle natuurgebieden te generaliseren. Wat ‘substantieel’ is gaat uiteindelijk niet over dat het hele terrein behandeld hoeft te worden. Het gaat meer om het besef dat er niet verwacht moet worden dat een natuurbrand van tientallen hectaren significant beïnvloed wordt door bijvoorbeeld een paar tientallen vierkante meters begraast gebied, hiervoor is wel iets meer ‘substantieels’ nodig.

Vanwege de dynamische aard van de natuurterreinen hebben de effecten van vegetatiebeheer een ‘levensduur’ en



zullen herhaald moeten worden om effectief te blijven. Vooral de snelheid waarmee de vegetatie accumuleert is een sleutelfactor die de levensduur van de beheermaatregel beïnvloed [36]. Hoe snel de vegetatie accumuleert wordt beïnvloed door het type, de timing, en de intensiteit van de beheermaatregel en de productiviteit van de vegetatie op de desbetreffende locatie.

### Tips

De ecologische impact van vegetatiebeheer op de vegetatie, de gezondheid van de bodem en de leefomgeving van dieren in het wild moet zorgvuldig worden geëvalueerd. Evenwicht tussen instandhoudingsdoelstellingen en natuurbrandpreventie is belangrijk om de algehele gezondheid en veerkracht van de ecosystemen te behouden.

Als er wordt gekozen om dieren te gebruiken voor natuurbrandpreventie moet er nagedacht worden over wat er gebeurt met eventuele omheiningen van gebieden en de dieren zelf tijdens een natuurbrand. Dieren kunnen op hol slaan van bijvoorbeeld de sirenes van brandweerauto's, bij het zien van

vlammen, en bij het ruiken van rook. Er moet dus aandacht worden besteed aan de mogelijke vlucht- en evacuatiemogelijkheden van de dieren.

Het effect van herbivorie hangt af van verschillende kenmerken zoals anatomische verschillen tussen dieren (bijv. mondgrootte, voedingsbehoeften, en voervoorkeuren), het ecosysteem (bijv. plantensamenstelling, plantenfysiologie, beschikbare nutriënten), en de omvang, timing, en duur van de herbivorie [17]. Overleg met een expert over welke dieren bij het gebied en de gewenste resultaten passen is dus aangeraden. Dit om ervoor te zorgen dat de preventieve maatregelen uiteindelijk niet tot grootschalige schade leiden (bijv. door overbegrazing), terwijl dit juist voorkomen probeert te worden.

### Meer lezen

Gedragscode natuurbeheer 2016-2021 [54]

Gedragscode soortenbescherming bosbeheer 2022 [41]

# 8



## Beheerbranden

### Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

### Beïnvloed beheersbaarheid

|           |        |
|-----------|--------|
| Grondvuur | Weinig |
| Loopvuur  | Veel   |
| Kroonvuur | Veel   |
| Vliegvuur | Veel   |

### Uitvoeren in [54] [41]

| Jan | Feb | Mrt  |
|-----|-----|------|
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

### Definitie

Een beheerbrand is een gepland en opzettelijk gebruik van vuur om op een gecontroleerde wijze vegetatie te verbranden. Deze beheermaatregel wordt vaak toegepast om ecologische en sociaaleconomische doelen te bereiken, zoals het bevorderen van de biodiversiteit, het reguleren van boomgroei, het verminderen van brandbaar materiaal, en het herstellen van bepaalde ecosystemen. [69]

### Omschrijving

Een beheerbrand is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het verminderen van de vegetatie. Dit wordt meestal gedaan door verandering te realiseren in een combinatie van lagen, waaronder de moslaag, kruidlaag, struiklaag, en boomlaag.

Door een beheerbrand zorgvuldig te plannen en daarbij rekening te houden

met factoren zoals de vegetatietype, vegetatiehoeveelheid, weersomstandigheden, en veiligheidsmaatregelen kan het vuur binnen een bepaald gebied en tijdsbestek blijven om zo de gewenste resultaten te bereiken zonder ongecontroleerde natuurbranden te veroorzaken. [69]

Beheerbranden verschillen sterk van 'spontane' natuurbranden. 'Spontane' natuurbranden hebben vaak een hogere intensiteit, worden groter, en verbranden meer van de vegetatie en het strooisel en produceren daardoor meer rook en andere atmosferische emissies [70], met alle gevolgen voor de mens en fauna van dien [7]. Beheerbranden daarentegen zijn zo ontworpen dat ze kleinschaliger plaatsvinden, een lage intensiteit hebben, en ecologisch waardevol kunnen zijn [33].



Beheerbranden worden al decennia uitgevoerd en hebben een belangrijke rol gespeeld in de ontwikkeling van heide- en duingebieden in Nederland [71]. Dit culturele en historische gebruik van vuur wordt in het Nederlandse terreinbeheer hedendaags vooral nog gebruikt voor de verjonging van heide, en vinden vooral plaats in de winter zodat vogels, reptielen, amfibieën en insecten zo min mogelijk last hebben van de beheermaatregel en deze veelal overleven [7].

### Bespreking

Beheerbranden kunnen in theorie in elk beheertype worden uitgevoerd, dit wordt wereldwijd dan ook al gedaan. Van de veengebieden in Florida [72] en de graslanden in Zuid-Afrika [73] tot aan de bossen van Zweden [74], duinen in Australië [75] en heide in Nederland [7]. Beheerbranden vind je overal op aarde.

Door de vegetatie onder milde omstandigheden te verbranden, kan het gedrag van eventuele toekomstige natuurbranden worden gematigd. Dit gebeurt door de hoeveelheid fijne brandstof (bijv. bladeren en naalden) te verminderen, de vegetatiestructuur te

veranderen (vermindering van de connectiviteit van de vegetatie), en dode vegetatie om te zetten naar voedingsstoffen [17]. Dit helpt om de kans op ontsteking te verkleinen, vlamhoogtes te verminderen, de verspreidingssnelheid te vertragen, en de hoeveelheid vliegvuur te verkleinen [76].

Hoe effectief een beheerbrand is in het voorkomen van onbeheersbare natuurbranden hangt af van de omvang en ernst (d.w.z. de mate waarin een gebied is veranderd of verstoord) van de beheerbrand. Hoe ernstiger en groter de beheerbrand in een gebied, hoe milder een 'spontane' natuurbrand kan zijn in dat gebied. Wel is het zo dat onder extreme weersomstandigheden er kort na een beheerbrand nog steeds intens brandgedrag kan optreden. [17]

Het is daarbij belangrijk om te noemen dat de ernst van de beheerbrand niet altijd gelijk is aan de intensiteit ervan. Alhoewel de intensiteit en ernst een correlatie hebben, kunnen deze erg verschillen. Bijvoorbeeld, in een grasland kan een natuurbrand snel verspreiding met lange vlammen en



toch een zeer korte verblijftijd hebben. De intensiteit is dan hoog, maar de ernst van de verbranding is dan vaak laag omdat de grassen vaak snel terugroeien. [17]

De waarde van een beheerbrand zit niet alleen in de effectiviteit ervan om de gevolgen van 'spontane' natuurbranden beheersbaar te maken/houden. Alle beheer- en natuurbranden branden met een ruimtelijke variabiliteit in intensiteit, wat gemiddelde patronen van aangetaste vegetatie oplevert. Door te branden op kleine schaal en in de juiste tijd van het jaar kan er een structuurverbetering van de vegetatie worden gerealiseerd. Dit door vergassing en vervilting van de bodem tegen te gaan en door kale plekken te creëren die de uitgangspositie vormen voor verjonging van de vegetatie. Daarnaast worden mineralen en nutriënten in het systeem gedistribueerd en werkt de vrijkomende as als een buffer tegen verzuring van het gebied [17]. [7]

Beheerbranden zijn dus niet alleen goed in het beheersbaar maken van bijna alle natuurbrandtypen (alleen grondvuur niet), maar kunnen de biodiversiteit en

de vitaliteit van de vegetatie ook ten goede doen. Wat meehelpt om ziekte en verspreiding van insectenplagen te voorkomen en kansen helpt te creëren voor een verscheidenheid aan leven [4] [77]. Door beheerbranden met een lage intensiteit uit te voeren bescherm je de flora en fauna op de lange termijn zelfs dubbel. Door natuurbranden met een hoge ernstigheid te voorkomen (d.w.z. de vegetatie wordt minder aangetast) en tegelijkertijd de vegetatie vitaler te maken kan een brandtolerant terrein worden gecreëerd waarbij de structuur en samenstelling ervoor zorgt dat de ecologische functies en processen, en de biodiversiteit in de loop van tijd, ondanks natuurbrand, in stand worden gehouden.

Bij het uitvoeren van beheerbranden worden rook en andere atmosferische emissies geproduceerd, wat een effect kan hebben op de luchtkwaliteit. Dit effect is echter wel minder hoog dan bij 'spontane' natuurbranden [70]. Bij de planning van beheerbranden kan daarentegen dan ook rekening worden gehouden met de actuele luchtkwaliteit en windrichting om ervoor te zorgen dat de impact voor de mens minder hoog is.



Daarnaast kunnen beheerbranden er ook voor zorgen dat de emissies tijdens ‘spontane’ natuurbranden worden gereduceerd. Bijvoorbeeld door ervoor te zorgen dat meer CO<sub>2</sub> vastgehouden blijft doordat meer bomen blijven overleven door de verminderde intensiteit van de spontane natuurbrand [17].

Bij het uitvoeren van beheerbranden verdwijnt er veel stikstof uit het systeem. Van sporenelementen en fosfor verdwijnt er relatief weinig. Wat het exacte effect is op de nutriëntenbalans hangt af van de mate van bodemopwarming, consumptie van organische materiaal, en de veranderingen die plaatsvinden in de bodem, vegetatie en strooiselbedekking [7] [33] [17]. Door de tijdelijke verrijking van de bodem kan er vergrassing plaatsvinden, om dit tegen te gaan is het vaak verstandig om grazers in te zetten.

### Tips

Welk doel beheerbranden ook hebben, ze presenteren een bijzondere kans voor samenwerking tussen de brandweer en de terreinbeheerder. Nodig de brandweer daarom uit bij het uitvoeren

van beheerbranden. Door samen in aanraking te komen met vuur tijdens beheerbranden is er de mogelijkheid om elkaar te leren kennen en in een gecontroleerde omgeving te leren over hoe het vuur door het landschap beweegt. Die kennis kan dan weer gebruikt worden tijdens natuurbrandbestrijding wanneer er zich ‘spontane’ natuurbranden voordoen. Door meer ervaring te hebben met een brand in de natuur, kan er dan beter worden nagedacht waarom het niet nodig is om met een zwaar repressief voertuig door sommige stukken van het terrein heen te rijden, waarom sommige delen van het terrein een hogere prioriteit hebben voor bescherming, en geeft praktische ervaring die lastig is te leren uit een boekje. Dit kan uiteindelijk ervoor zorgen dat natuurbranden die voorheen in de categorie ‘onbeheersbaar’ zaten in de categorie ‘beheersbaar’ belanden. Al met al, kan het dus een win-win situatie opleveren.

### Meer lezen

Heidebeheer [7]

# 9



## Bosdunning

### Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

### Beïnvloed beheersbaarheid

|           |             |
|-----------|-------------|
| Grondvuur | Weinig      |
| Loopvuur  | Middelmatig |
| Kroonvuur | Veel        |
| Vliegvuur | Middelmatig |

### Uitvoeren in [78] [41]

| Jan | Feb | Mrt  |
|-----|-----|------|
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

### Definitie

Bosdunning is het strategisch kappen van een deel van de bomen in een bos met het doel om invloed uit te oefenen op de concurrentieverhouding tussen de bomen en daarbij de bosontwikkeling in de gewenste richting te sturen. In het algemeen wordt bosdunning gedaan om de gezondheid en de groei van het bos te bevorderen. [78]

### Omschrijving

Bosdunning is een natuurgerichte maatregel en vooral gefocust op het verminderen van de vegetatie. Dit wordt meestal gedaan door verandering te realiseren in de boomlaag. Er zijn verschillende manieren om dit te doen, waaronder laagdunning, hoogdunning, systematische dunning, en toekomstbomendunning [78]. Deze verschillende vormen bosdunning worden ook wel aangeduid als de bosdunning soorten.

Door bosdunning uit te voeren kan er worden bijgedragen aan de preventie van onbeheersbare natuurbranden door de hoeveelheid potentiële brandstof te verminderen en de vitaliteit van de bomen te versterken. Dit helpt om de verspreidingsnelheid van natuurbrand te reduceren, de ernst van de natuurbrand te verlagen (bijv. doordat er meer bomen blijven staan), en de veerkrachtigheid te verhogen van het bos [79] [80].

Het is belangrijk om bosdunning niet te verwarren met een verjongingssysteem (zoals kaalslag, schermslag, zoomslag, femelslag, of plenterslag). Waar bosdunning vooral wordt gedaan om een bestaand bos in een gewenst richting te sturen, vindt er bij verjonging vooral bomenkap plaats om ruimte te maken voor een nieuwe generatie bos. [81]





## Bespreking

Bosdunning wordt (zoals de naam al aangeeft) gedaan in het beheertype bos. Door bepaalde bomen te verwijderen krijgen de overgebleven bomen meer ruimte, licht, en voedingsstoffen. Dit stimuleert hun groei en kan leiden tot gezondere en sterkere bomen. Hoe vitaler de bomen, hoe groter de kans dat zij loopvuur overleven en hiervan kunnen herstellen (wat overigens niet alleen ecologisch waardevol is, maar ook vanuit economische overwegingen). Daarnaast, helpt de afgenomen dichtheid van bomen met het verminderen van brandladders op de lange termijn en verkleint daardoor de kans op kroonvuur. De algemene vermindering van brandbare vegetatie helpt ook mee om de intensiteit van natuurbrand te verlagen, wat uiteindelijk weer bijdraagt aan het verminderen van vliegvuur. [79]

Wel moet er bij bosdunning worden onthouden dat bossen hun eigen microklimaat hebben. Het kronendak zorgt ervoor dat temperatuurextremen en de wind worden gedempt, de relatieve luchtvochtigheid hoger is, en

er minder licht beschikbaar is. Als er gaten in het kronendak komen dan zal dit leiden tot veranderingen in het microklimaat. Naarmate de gaten groter worden, hoe meer het microklimaat zal verdwijnen van een steeds groter deel van het gat en het aangrenzende bos. Hoe grootschaliger de ingreep, hoe sterker de verandering. [82]

Door de bosstructuur dus aan te passen via bosdunning kunnen veel factoren worden beïnvloed die kunnen leiden tot een hogere natuurbrand intensiteit en uitbreidingssnelheid. Zo is er een daling in de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid, een meer fluctuerende temperatuur, en een veranderd windprofiel. Daarbovenop zorgt de toename van lichtinval op de bosbodem ervoor dat er een weelderigere en soortenrijke ondergroei kan ontstaan die als brandladder kan fungeren. Al met al, kan bosdunning dus voor een verhoging van het natuurbrandrisico zorgen. Dit effect is echter wel maar tijdelijk. Na enkele jaren zal het kronendak zich weer sluiten, en daarbij het microklimaat herstellen en de ondergroei weer afnemen. [78] [35]



De relatie tussen bosdunning en natuurbrand is dus uiterst complex. Bosdunning zorgt eerst voor een toename van de beheersbaarheid van natuurbrand, dan voor een tijdelijke afname, en dan weer voor een toename. De positieve effecten van bosdunning zijn dus potentieel pas merkbaar na enkele jaren. [17]

Door aanvullende maatregelen uit te voeren is het mogelijk om sneller de positieve effecten van bosdunning te ervaren. Zo kunnen beheerbranden en fauna- en begrazingsbeheer bijvoorbeeld worden gebruikt om de tijdelijke toename aan ondergroei beperkt te houden en plantenresten op te ruimen die op de bodem zijn gevallen door de bosdunning. De keuze hiervoor is echter niet vanzelfsprekend en hangt af van de overige beheerdoelen. De weelderigere en soortenrijke ondergroei kan positief zijn voor de biodiversiteit en de meerwaarde daarvan kan zwaarder wegen dan direct de meest optimale natuurbrandpreventie effecten willen zien.

Het is ook mogelijk om bij de bosdunning te proberen het kronendak zoveel mogelijk intact te houden. Dit om

ervoor te zorgen dat de tijdelijke negatieve impact wordt verzacht. Alle bosdunning soorten werken dan ook niet hetzelfde en het is dus mogelijk om er eentje te kiezen die het beste past bij de beheerdoelen.

Zo wordt er bij laagdunning bijvoorbeeld vooral ingegrepen op de groep beheerste en onderdrukte bomen (oftewel de bomen die niet aan de bovenste kroonsluiting deelnemen). Deze bomen zijn gemiddeld dunner en bevinden zich over het algemeen laag in het kronendak [78]. Dit zorgt ervoor dat het kronendak relatief weinig verstoord wordt en dat grotere en beter natuurbrandbestendige bomen overblijven. Daarnaast, is laagdunning overigens het meest effectief in het verhogen van de gemiddelde kroonhoogte wat meehelpt om te voorkomen dat loopvuur overspringt naar het kronendak en daar als kroonvuur verdergaat [17].

Bij de tegenhanger van laagdunning, oftewel hoogdunning, wordt er vooral ingegrepen op de groep heersende en medeheersende bomen (oftewel de bomen die deelnemen aan de bovenste



kroonsluiting). Deze bomen zijn gemiddelde dikker en bevinden zich vooral hoog in het kronendak [78]. Dit zorgt ervoor dat het kronendak relatief veel verstoord wordt en dat er kleinere en minder natuurbrandbestendige bomen overblijven. De gemiddelde kroonhoogte zal dan ook dalen, wat ervoor zorgt dat de kans dat loopvuur overspringt naar het kronendak toeneemt [17].

Alhoewel hoogdunning op het eerste oog negatief lijkt, dragen op de lange termijn laag- en hoofddunning allebei bij aan de beheersbaarheid van natuurbrand. Laagdunning door verticale verspreiding van natuurbrand te helpen voorkomen (vooral nuttig in bossen met veel ondergroei), en hoogdunning door de verspreiding van kroonvuur te limiteren door meer afstand te creëren tussen bomen (vooral handig in bossen met een hoge dichtheid van bomen). Het combineren van deze twee verschillende methodieken werkt dan ook het beste.

### Tips

Bij de keuze voor bosdunning moet er gekeken worden naar het gekozen

verjongingssysteem. Deze bepaalt voor een groot deel de (on)gelijkvormigheid van het bos [81]. De geschiktheid van bosdunning (in de context van natuurbrandpreventie) is potentieel niet zo groot bij een verjongingssysteem met een ongelijkvormig bos als bij een verjongingssysteem met een gelijkvormig bos, aangezien sommige bosdunning soorten ervoor kunnen zorgen dat het bos ongewenst meer gelijkvormig wordt.

Houd er rekening mee dat de uitvoering van bosdunning op een zorgvuldig geplande en gecontroleerde manier gebeurt. Dit om ervan verzekerd te zijn dat de leefomgeving van het wildleven wordt beschermd, het soort bosdunning aansluit bij de instandhoudingsdoelstellingen van het bos, en de negatieve impact op het ecosysteem als geheel beperkt blijft.

### Meer lezen

Bosecologie en bosbeheer –  
Hoofdstuk 30 Dunning [78]

Gedragscode soortenbescherming  
bosbeheer 2022 [41]

# 10 Bosrandbeheer

## Beheertype

- Bos
- Heide
- Duin
- Veen
- Grasland

## Beïnvloed beheersbaarheid

|           |             |
|-----------|-------------|
| Grondvuur | Weinig      |
| Loopvuur  | Middelmatig |
| Kroonvuur | Veel        |
| Vliegvuur | Middelmatig |

## Uitvoeren in [41] [54]

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| Jan | Feb | Mrt  |
| Apr | Mei | Jun  |
| Jul | Aug | Sept |
| Okt | Nov | Dec  |

## Definitie

Bosrandbeheer is het beheer en onderhoud van de overgang tussen bos en aangrenzende gebieden (bijv. een open veld). Afhankelijk van de doelstellingen en het type bos worden er verschillende activiteiten uitgevoerd bij bosrandbeheer, waaronder het beheren van vegetatie, het stimuleren van natuurlijke regeneratie, en het beheersen van invasieve soorten.

## Omschrijving

Bosrandbeheer is een natuurgericht maatregel en kan in de context van natuurbrandpreventie zowel het verminderen, opdelen, en omvormen van de vegetatie betekenen. Dit wordt meestal gedaan door veranderingen te realiseren in de kruidlaag en struiklaag.

Door bosrandbeheer uit te voeren is het mogelijk om bij te dragen aan de preventie van onbeheersbare

natuurbranden door de hoeveelheid potentiële brandstof te verminderen, de verticale continuïteit te verbreken, of door een samenstelling van soorten te stimuleren met een lagere brandgevoeligheid. Dit helpt om de intensiteit en verspreidingsnelheid van natuurbrand te verminderen, en te voorkomen dat natuurbrand in de kruid- en struiklaag uitbreidt naar het kronendak. [17]

## Bespreking

Bosrandbeheer wordt gedaan aan de rand van een bos. Veelal wordt dit gedaan om zoom- en mantelvegetatie te ontwikkelen tussen het gesloten bos en een open veld. Een geleidelijke overgang van lage naar hoge vegetatie wordt vaak gewaardeerd voor de kansen die het biedt aan vele vogels, zoogdieren en insecten (bijv. de mogelijkheid om te vestigen). Deze kansen worden mogelijk gemaakt door de afwijkende vegetatie compositie



(vaak een mix van soorten uit zowel het bos als het aangrenzende gebied), en door de hogere hoeveelheid zonlicht en grotere temperatuurschommelingen vergeleken met de schaduwrijke binnenkant van het bos. [83]

Aan de graduele structuur van een bosrand zit wel een verhoogde kans op kroonvuur verbonden. De verticale continuïteit wordt vergroot door de zoom- en mantelvegetatie, waardoor de kans groter is dat een loopvuur uitbreidt naar het kronendak [84]. Daarnaast vallen bosranden vaak samen met gebieden met veel menselijke activiteit (bijv. een recreatiegebied). De nabijheid van menselijke activiteit verhoogt de kans op zowel opzettelijke als onopzettelijke brandstichting. Daarbovenop, ondervinden bosranden meer en sterkere wind dan de ondergroei van het bos. De kans op kroon- en vliegvuur wordt dus verhoogd door de combinatie van de locatie en structuur van de vegetatie, en de sterkere wind die een natuurbrand kan helpen snel te verspreiden door sintels mee te voeren.

Bij bosrandbeheer is het de kunst om evenwicht te vinden tussen het behoud

van de bosrand als ecologisch waardevol gebied en de mitigatie van het natuurbrandrisico dat eraan verbonden zit.

Door brandgevoelige soorten te vervangen met minder brandgevoelige soorten, een compartimenteringsstrook aangrenzend aan de bosrand aan te leggen (bijv. een zandstrook), of door de verticale continuïteit te verbreken en de afstand tussen het kronendak en de ondergroei te vergroten (bijv. door bomen op te kronen, en hoge struiken en kleine bomen te verwijderen) kan er worden bijgedragen aan de beheersbaarheid van natuurbrand. Ook kan de afstand tussen de zoom- en mantelvegetatie en de mens worden vergroot bij drukbezocht plekken, en kan het helpen om de brandweer erop te wijzen waar de bosrand als brandladder zou kunnen fungeren. Dit zodat zij deze potentieel preventief nat kunnen houden en daardoor mogelijk de uitbreiding van natuurbrand naar het kronendak kunnen voorkomen. [17]

### Meer lezen

Bosrandbeheer voor vlinders en andere ongewervelden [83]

# 11



## Bereikbaarheid hulpdiensten

### Definitie

Bereikbaarheid voor de hulpdiensten is de mate waarin een bepaalde locatie snel en zonder hinder te bereiken is. Er kan sprake zijn van een goede of slechte bereikbaarheid, of zelfs een onbereikbaarheid. Bij de bereikbaarheid is het ook belangrijk dat het materiaal en het personeel de locatie goed en snel weer kunnen verlaten.

### Omschrijving

Het nemen van stappen om de bereikbaarheid voor hulpdiensten in het terrein te vergroten is een bestrijdingsgerichte maatregel.

Om natuurbranden te bestrijden is het essentieel dat er een goede bereikbaarheid is in het terrein. Hoe eerder de brandweer op locatie is, hoe groter de kans dat zij de natuurbrand kunnen beheersen. Dit heeft te maken met het feit dat in het algemeen een natuurbrand groter wordt van omvang naarmate hij langer brandt, en een kleinere natuurbrand vaak makkelijker te onderdrukken is dan een grotere natuurbrand.

### Bespreking

Natuurgebieden zijn meestal dicht begroeid en moeilijk of niet begaanbaar voor brandweerwagens. Door het aantal ontsluitingswegen en de berijdbaarheid van bestaande wegen te verbeteren (bijv. door een zandpad te verbreden), deze te onderhouden (bijv. door omgevallen bomen te verplaatsen), en deze te nummeren (bijv. door brandweerpaaltjes in het terrein te plaatsen [7]) kan er bijgedragen worden aan optimale natuurbrandbestrijding.

Niet elke weg is te gebruiken door hulpdienstvoertuigen. Er moet rekening gehouden worden met de specifieke kenmerken van de hulpdienstvoertuigen (bijv. hoogte, breedte, en gewicht) en de toegankelijkheid (bijv. aanwezige slagbomen) voordat deze gebruik kunnen maken van een weg. De verschillende eisen waaraan wegen en opstelplaatsen moeten voldoen, en andere factoren die meespelen in de bereikbaarheid van een terrein, kunnen besproken worden met de lokale brandweer, en gevonden worden in de 'Handreiking Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid' van Brandweer Nederland. [85]



De bezoekers van een terrein spelen ook een belangrijk rol in de toegankelijkheid van het wegennet. Het is essentieel dat zij hun auto's niet parkeren op of voor bospaden of toegangswegen. In geval van brand moeten brandweervoertuigen niet gehinderd worden. Daarnaast moeten deze wegen ook vrij blijven aangezien zij hoogstwaarschijnlijk ook gebruikt zullen worden als vluchtwegen door de bezoekers zelf. Het wegennet moet uiteindelijk zowel natuurbrandbestrijding en een evacuatie gelijktijdig kunnen faciliteren.

De meeste natuurbranden beginnen per ongeluk of opzettelijk nabij wegen, paden, en andere door de mens bezochte delen van het terrein [2]. Door de algemene toegankelijkheid van het terrein te vergroten kan het dus mogelijk zijn dat er natuurbranden ontstaan op plekken waar deze voorheen niet zoveel ontstonden. De algemene veiligheid wordt echter nog steeds wel verhoogd doordat de brandweer meer locaties snel kan bereiken, bezoekers makkelijker het gebied kunnen verlaten, en het totale aantal natuurbranden hoogstwaarschijnlijk niet zal toenemen.

### Tips

Zoek kansen en maak gebruik van bestaande infrastructuur. Zo kunnen toegangswegen voor de brandweer ook gebruikt worden voor houtafvoer, en kunnen stapelplaatsen voor hout (mits deze leeg zijn) dienen als passeerstrook.

Werk samen met de brandweer om operationele kaarten te maken voor het terrein. Hierop kunnen dan niet alleen wegen en opstelplaatsen worden weergegeven, maar ook gebieden in het terrein die ecologisch kwetsbaar (bijv. gevoelig voor bodemverdichting), niet berijdbaar, of nooit te betreden (bijv. gevaarlijk terrein) zijn.

Houd er rekening mee dat bestrijdingsgerichte maatregelen natuurbrand niet inherent beheersbaarder maken, ze zijn er vooral om ervoor te zorgen dat er een grotere kans is om een natuurbrand te beheersen. Er zullen dus ook natuurgerichte maatregelen genomen moeten worden (zie hoofdstukken 4-10).

### Meer lezen

Praktijkadvies Risicobeheersing en bestrijding van natuurbranden [86]

# 12



## Bluswatervoorzieningen

### Definitie

Bluswatervoorzieningen zijn de faciliteiten die gerealiseerd zijn om bluswater beschikbaar te hebben, of te maken, tijdens de bestrijding van een brand. Hierbij valt te denken aan een brandkraan (of andere aansluiting) die wordt gevoed door een leidingnet, watervoorraad (zoals een bassin, blusvijver of waterput), bron (grondwater) of oppervlaktewater (zoals een sloot of kanaal).

### Omschrijving

Het aanleggen en onderhouden van bluswatervoorzieningen in het terrein is een bestrijdingsgerichte maatregel. Natuurbranden worden in Nederland dan ook vooral bestreden met water. Het is dus van essentieel belang dat er in de terreinen een dekkende bluswatervoorziening is die gebruikt kan worden.

Vooral in het begin van een natuurbrand kan een goede watervoorziening een groot verschil maken. Snelle beschikbaarheid van water zorgt ervoor dat de brandweer efficiënte bluspogingen kan doen om de natuurbrand te beperken voordat deze een omvang heeft die kan leiden tot een

significante afname van de effectiviteit van natuurbrandbestrijding.

In periodes van droogte, zijn watervoorraden (zoals een waterput) van cruciaal belang. Tijdens zulke periodes is er sprake van waterschaarste en kunnen oppervlaktewaterbronnen dus beperkt of uitgeput zijn. Een blusvijver of waterput kan dan bijvoorbeeld als back-up fungeren en zorgen voor beschikbaarheid van bluswater in periodes waarin bluswater anders onvoldoende of niet gemakkelijk toegankelijk is.

### Bespreking

Gemeentes zijn wettelijk verplicht te voorzien in bluswater [85]. Sommige gemeente betalen mee aan het boren en onderhouden van een put, of zijn eigenaar van een put op het terrein van iemand anders. In de praktijk wordt er vaak gezien dat er niet altijd bluswatervoorzieningen aanwezig zijn in het buitengebied. Het is dus verstandig om in gesprek te gaan met de gemeente over welke mogelijkheden er zijn om bluswatervoorzieningen in of nabij natuurterreinen aan te leggen.

Hoeveel bluswater er nodig is voor natuurbrandbestrijding en binnen welk





tijdsbestek dit beschikbaar moet zijn is gebiedsspecifiek. Er zijn hier geen algemene getallen voor te geven. Een gezamenlijke beoordeling met de lokale brandweer van de benodigde bluswatervoorziening in het terrein is dus aan te raden.

Bij de positionering van de bluswatervoorzieningen moet er rekening worden gehouden met de opstelplaatsen die er fysiek naast aanwezig moeten zijn. Ook moeten er goede toegangswegen zijn zodat de bluswatervoorzieningen snel te bereiken en verlaten zijn. Daarnaast, moet er gezorgd worden dat de bluswatervoorzieningen veelal niet in of direct grenzend aan vegetatie met een hoog natuurbrandrisico in het terrein worden geplaatst (bijv. een naaldbos), zodat vrijkomende hitte, rook, of andere factoren het gebruik ervan niet kunnen belemmeren.

### Tips

Om ervan verzekerd te zijn dat de bluswatervoorzieningen naar behoren functioneren is het essentieel dat deze goed worden onderhouden. Maak hierover dus goede afspraken. Oefen ook jaarlijks met de brandweer met de

bluswatervoorzieningen. De samenwerking draagt dan niet alleen bij aan de bekendheid met het terrein van de brandweer, maar helpt ook om knelpunten te ontdekken (bijv. een lege waterput, of onbereikbaarheid door een omgevallen boom).

Houd er rekening mee dat het onttrekken van water uit poelen en vennen voor natuurbrandbestrijding niet wenselijk is in verband met de schade die dit kan veroorzaken aan het terrein. Dit geldt ook voor het gebruik van gebiedsvreemd water, en watertanks die mogelijk meststoffen bevatten. [7]

Houd er rekening mee dat bestrijdingsgerichte maatregelen natuurbrand niet inherent beheersbaarder maken, ze zijn er vooral om ervoor te zorgen dat er een grotere kans is om een natuurbrand te beheersen. Er zullen dus ook natuurgerichte maatregelen genomen moeten worden (zie hoofdstukken 4-10).

### Meer lezen

Bluswatervoorziening en  
Bereikbaarheid 2019 [85]

# Literatuurlijst

- [1] C. Stoof, E. Kok, A. Cardil and M. v. Marle, "Fire is already here" *Ambio*, 2023.
- [2] Instituut Fysieke Veiligheid, *Natuurbrandbeheersing in Nederland*, Arnhem: Infopunt Veiligheid van het Instituut Fysieke Veiligheid, 2017.
- [3] B. Verhoeven, M. v. Marle, H. Hazebroek, C. Stoof, P. Siegmund, N. Brouwer, S. Veraverbeke, L. Egberts and R. Sluijter, "Natuurbrandsignaal '23," Nederlands Instituut Publieke Veiligheid, Arnhem, 2023.
- [4] T. He, B. B. Lamont and J. G. Pausas, "Fire as a key driver of Earth's biodiversity," *Biological Reviews*, vol. 94, pp. 1983-2010, 2019.
- [5] S. Gauthier, A. Leduc and Y. Bergeron, "Forest dynamics modelling under natural fire cycles: A tool to define natural mosaic diversity for forest management," *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 39, pp. 417-434, 1996.
- [6] ANV, "Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid 2022," Analistennetwerk Nationale Veiligheid, 2022.
- [7] J. Smits and J. Noordijk, Heidebeheer, Zeist: KNNV Uitgeverij, 2014.
- [8] P. Tersmette, C. Stoof and I. Heitkonig, "Exploring Landscape Fire and Wildfire in the Netherlands in Laws, Regulations, Policies, and Forest and Nature Management Plans," Wageningen University & Research, Wageningen, 2023.
- [9] ANV, "Themarapportage klimaat- en natuurrampen 2022," Analistennetwerk Nationale Veiligheid, 2022.
- [10] Joint Research Centre, "The European Forest Fire Information System (EFFIS) WildFire Risk Viewer User's Guide," August 2022. [Online]. Available: <https://effis-gwis-cms.s3-eu-west-1.amazonaws.com/apps/fire.risk.viewer/effis.fire.risk.viewer.user.guide.pdf>.
- [11] European Commission, "European Forest Fire Information System Wildfire Risk Viewer," Joint Research Centre, [Online]. Available: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/fire.risk.viewer/>. [Accessed 9 Juni 2023].
- [12] Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, "Brand Strabrechtse Heide Deel 2: De feitelijke bestrijding van de natuurbrand," Ministerie van Justitie en Veiligheid, Den Haag, 2011.
- [13] M. v. Duin and V. Wijkhuijs, "Lessen uit crises en mini-crisis 2014," Instituut Fysieke Veiligheid, Arnhem, 2014.
- [14] Taskforce Natuurbranden, "De Peel in Brand: Onderzoek aanpak brandpreventie in de Deurnese Peel," Taskforce Natuurbranden, 2020.
- [15] Instituut Fysieke Veiligheid, "Natuurbrand in De Meinweg en de evacuatie van Herkenbosch: Een evaluatie in opdracht van Veiligheidsregio Limburg-Noord," Instituut Fysieke Veiligheid, Arnhem, 2020.

- [16] Trouw, "Grote duinbrand Bergen aan Zee, alle inwoners geëvacueerd," Trouw, 14 April 2010. [Online]. Available: <https://www.trouw.nl/nieuws/grote-duinbrand-bergen-aan-zee-alle-inwoners-geevacueerd-b3227cb0/>.
- [17] F. C. Rego, P. Morgan, P. Fernandes and C. Hoffman, *Fire Science: From Chemistry to Landscape Management*, Basel: Springer, 2021.
- [18] International Bank for Reconstruction and Development, "Investment in Disaster Risk Management in Europe Makes Economic Sense," The World Bank, Washington, 2021.
- [19] United Nations Environment Programme, "Spreading like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Fires," United Nations, Nairobi, 2022.
- [20] Working on Fire, "Integrated Fire Management," Department of Public Works and Infrastructure South Africa, [Online]. Available: <http://workingonfire.com.br/integrated-fire-management/>. [Accessed 9 Juni 2023].
- [21] Victoria State Government, "Safer together: A new approach to reducing the risk of bushfire in Victoria," Victoria State Government, Melbourne, 2015.
- [22] United States Forest Service, "Confronting the Wildfire Crisis: A National Strategy," United States Forest Service, 2022.
- [23] Provincie Gelderland, *Regels Subsidieverlening Gelderland 2023*, Arnhem: Provincie Gelderland, 2022.
- [24] Provincie Noord-Brabant, *Subsidieregeling realisering Natuurnetwerk Noord-Brabant*, 's-Hertogenbosch: Provincie Noord-Brabant, 2023.
- [25] FSC Nederland, *FSC-standaard voor bosbeheer in Nederland*, Utrecht: Forest Stewardship Council, 2022.
- [26] S. Wunder, D. E. Calkin, S. Feder, I. M. de Arano, P. Moore, F. R. y Silva, L. Tacconi and C. Vega-García, "Resilient landscapes to prevent catastrophic forest fires: Socioeconomic insights towards a new paradigm," *Forest Policy and Economics*, vol. 128, pp. 1-7, 2021.
- [27] M. Castellnou, N. Prat-Guitart, E. Arilla, A. Larrañaga, E. Nebot, X. Castellarnau, J. Vendrell, J. Pallàs, J. Herrera, M. Monturiol, J. Cespedes, J. Pagès, C. Gallardo and M. Miralles, "Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape," *Fire Ecology*, vol. 15, pp. 1-17, 2019.
- [28] L. T. Kelly, K. M. Giljohann, A. Duane, N. Aquilué, S. Archibald, E. Batllori, A. F. Bennett, S. T. Buckland, Q. Canelles, M. F. Clarke, M.-J. Fortin, V. Hermoso, S. Herrando, R. E. Keane, F. K. Lake, M. A. McCarthy, A. Morán-Ordóñez, C. L. Parr, J. G. Pausas, T. D. Penman, A. Regos, L. Rumpff, J. L. Santos, A. L. Smith, A. D. Syphard, M. W. Tingley and L. Brotons, "Fire and biodiversity in the Anthropocene," *Science*, vol. 370, no. 6519, pp. 1-10, 2020.
- [29] M. A. Cochrane and D. M. J. S. Bowman, "Manage fire regimes, not fires," *Nature Geoscience*, vol. 14, pp. 454-457, 2021.
- [30] I. Thompson, B. Mackey, S. McNulty and A. Mosseler, "Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change: A Synthesis of the Biodiversity/Resilience/Stability Relationship in

- Forest Ecosystems," Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 2009.
- [31] United States Forest Service, *Wildfire, Bugs, and You*, Ketchum: United States Forest Service, 2004.
- [32] M. A. Moritz, M. E. Morais, L. A. Summerell, J. M. Carlson and J. Doyle, "Wildfires, complexity, and highly optimized tolerance," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 102, no. 50, pp. 17912-17917, 2005.
- [33] L. F. DeBano, D. G. Neary and P. F. Ffolliott, *Fire Effects on Ecosystems*, Hoboken: Wiley, 1998.
- [34] S. M. Hood, J. M. Varner, T. B. Jain and J. M. Kane, "A framework for quantifying forest wildfire hazard and fuel treatment effectiveness from stands to landscapes," *Fire Ecology*, vol. 18, pp. 1-12, 2022.
- [35] A. K. Urza, B. B. Hanberry and T. B. Jain, "Landscape-scale fuel treatment effectiveness: lessons learned from wildland fire case studies in forests of the western United States and Great Lakes region," *Fire Ecology*, vol. 19, pp. 1-12, 2023.
- [36] C. M. Hoffman, B. Collins and M. Battaglia, "Wildland Fuel Treatments," in *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, Basel, Springer, 2018.
- [37] S. T. McKinney, I. Abrahamson, T. B. Jain and N. Anderson, "A systematic review of empirical evidence for landscape-level fuel treatment effectiveness," *Fire Ecology*, vol. 18, pp. 1-16, 2022.
- [38] T. B. Jain, S. Hood, S. McKinney, J. Ott, A. Urza, M. Varner, I. Abrahamson, N. Anderson, M. Battaglia, J. Chambers, B. Hanberry, F. Kilkenny and J. O'Brien, *Can fuel treatments change how a wildfire burns across a landscape?*, Fort Collins: United States Forest Service, 2023.
- [39] J. E. Ott, F. F. Kilkenny and T. B. Jain, "Fuel treatment effectiveness at the landscape scale: a systematic review of simulation studies comparing treatment scenarios in North America," *Fire Ecology*, vol. 19, pp. 1-29, 2023.
- [40] T. B. Jain, I. Abrahamson, N. Anderson, S. Hood, B. Hanberry, F. Kilkenny, S. McKinney, J. Ott, A. Urza, J. Chambers, M. Battaglia, J. M. Varner and J. J. O'Brien, "Effectiveness of Fuel Treatments at the Landscape Scale: State of Understanding and Key Research Gaps," United States Forest Service, Fort Collins, 2021.
- [41] Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, *Gedragcode soortenbescherming bosbeheer 2022*, Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, 2022.
- [42] C. Kok, *Inventarisatie brandbaarheid vegetatie natuurgebieden*, Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland, 2010.
- [43] S. Fuchs, B. Schuldt and C. Leuschner, "Identification of drought-tolerant tree species through climate sensitivity analysis of radial growth in Central European mixed broadleaf forests," *Forest Ecology and Management*, vol. 494, pp. 1-16, 2021.

- [44] S. van Best and M. Boosten, *Wat betekent klimaatverandering voor het Nederlandse bos?*, Probos, 2021.
- [45] R. H. Nolan, C. J. Blackman, V. R. de Dios, B. Choat, B. E. Medlyn, X. Li, R. A. Bradstock and M. M. Boer, "Linking Forest Flammability and Plant Vulnerability to Drought," *Forests*, vol. 11, no. 7, pp. 1-16, 2020.
- [46] E. Moors, *Bomen als adaptieve waterbeheerder*, Vakblad Natuur Bos Landschap, 2021.
- [47] A. C. Scott, D. M. J. S. Bowman, W. J. Bond, S. J. Pyne and M. E. Alexander, *Fire on Earth: An Introduction*, Wiley-Blackwell, 2014.
- [48] United States Forest Service, *How Do Wildfires Weaken and Kill Trees?*, Fort Collins: United States Forest Service.
- [49] M. Miller, "Fire Autecology," United States Forest Service, Fort Collins, 2000.
- [50] A. Bär, S. T. Michaletz and S. Mayr, "Fire effects on tree physiology," *New Phytologist*, vol. 223, pp. 1728-1741, 2019.
- [51] S. M. Hood, J. M. Varner, P. van Mantgem and C. A. Cansler, "Fire and tree death: understanding and improving modeling of fire-induced tree mortality," *Environmental Research Letters*, vol. 13, pp. 1-17, 2018.
- [52] F. Sterck, M. Vos, S. de Goede, E. Meijers, J. de Vries, E. Hannula, G.-J. Nabuurs, J. den Ouden, W. de Vries, W. van der Putten and C. Veen, *Duurzaam en klimaatbestendig bosbeheer in de 21ste eeuw: Een bosexperiment voor nieuwe inzichten en praktische oplossingen*, Vakblad Natuur Bos Landschap, 2022.
- [53] P. Copini, M. Bouwman, L. König and U. Sass-Klaassen, *Droogte en hitte: effecten op herkomsten van zomereik, Japanse lariks, hybride lariks en douglas*, Vakblad Natuur Bos Landschap, 2022.
- [54] Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, *Gedragscode natuurbeheer 2016-2021*, Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, 2016.
- [55] C. L. Weise, B. E. Brussee, P. S. Coates, D. J. Shinneman, M. R. Crist, C. L. Aldridge, J. A. Heinrichs and M. A. Ricca, "A retrospective assessment of fuel break effectiveness for containing rangeland wildfires in the sagebrush biome," *Journal of Environmental Management*, vol. 341, pp. 1-15, 2023.
- [56] Y. Gelsing, J. Riggers, M. Geluk, R. Roomer, B. Stenveld, N. Brouwer, A. van Schaijk, M. Brunsveld, E. Kok, C. Kok, A. Janssen and K. Noorland, *Toolbox Gebiedsgerichte aanpak Natuurbrandbeheersing*, Arnhem: Brandweer Nederland, 2021.
- [57] J. A. Baijnath-Rodino, A. Martinez, R. A. York, E. Foufoula-Georgiou, A. AghaKouchak and T. Banerjee, "Quantifying the effectiveness of shaded fuel breaks from ground-based, aerial, and spaceborne observations," *Forest Ecology and Management*, vol. 543, pp. 1-9, 2023.
- [58] X. Cui, M. A. Alama, G. L. Perryb, A. M. Patersona, S. V. Wyse and T. J. Curran, "Green firebreaks as a management tool for wildfires: Lessons from China," *Journal of Environmental Management*, vol. 233, pp. 329-336, 2019.

- [59] H.-H. Wang, M. A. Finney, Z.-L. Song, Z.-S. Wang and X.-C. Li, "Ecological techniques for wildfire mitigation: Two distinct fuelbreak approaches and their fusion," *Forest Ecology and Management*, vol. 495, pp. 1-10, 2021.
- [60] J. K. Agee, B. Bahro, M. A. Finney, P. N. Omi, D. B. Sapsis, C. N. Skinner, J. W. van Wagtenonk and C. P. Weatherspoon, "The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management," *Forest Ecology and Management*, vol. 127, pp. 55-66, 2000.
- [61] Wereld Natuur Fonds, "Living Planet Report Nederland: Kiezen voor natuurherstel," WWF-NL, Zeist, 2023.
- [62] M. R. Turetsky, B. Benscoter, S. Page, G. Rein, G. R. van der Werf and A. Watts, "Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss," *Nature Geoscience*, vol. 8, pp. 11-14, 2014.
- [63] J. H. M. Wösten, E. Clymans, S. E. Page, J. O. Rieley and S. H. Limin, "Peat-water interrelationships in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia," *Catena*, vol. 73, pp. 212-224, 2008.
- [64] A. Vozbrannaya, V. Antipin and A. Sirin, "After Wildfires and Rewetting: Results of 15+ Years' Monitoring of Vegetation and Environmental Factors in Cutover Peatland," *Diversity*, vol. 15, no. 3, pp. 1-37, 2022.
- [65] M. Hack-ten Broeke, "Water afvoeren én vasthouden vanwege klimaatverandering," Wageningen University & Research, 15 Januari 2021. [Online]. Available: [weblog.wur.nl/uitgelicht/water-afvoeren-en-vasthouden-vanwege-klimaatverandering](http://weblog.wur.nl/uitgelicht/water-afvoeren-en-vasthouden-vanwege-klimaatverandering).
- [66] C. N. Foster, S. C. Banks, G. J. Cary, C. N. Johnson, D. B. Lindenmayer and L. E. Valentine, "Animals as Agents in Fire Regimes," *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 35, no. 4, pp. 346-356, 2020.
- [67] R. Lovreglio, O. Meddour-Sahar and V. Leone, "Goat grazing as a wildfire prevention tool: a basic review," *iForest*, vol. 7, pp. 260-268, 2014.
- [68] E. Fairfax and A. Whittle, "Smokey the Beaver: beaver-dammed riparian corridors stay green during wildfire throughout the western United States," *Ecological Applications*, vol. 30, no. 8, pp. 1-8, 2020.
- [69] T. J. Duff, J. G. Cawson and T. D. Penman, "Prescribed Burning," in *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, Basel, Springer Nature Switzerland AG, 2018, pp. 1-11.
- [70] Center for Public Health and Environmental Assessment, "Comparative Assessment of the Impacts of Prescribed Fire Versus Wildfire (CAIF): A Case Study in the Western U.S.," United States Environmental Protection Agency, Washington, 2021.
- [71] R. Bobbink, M. Weijters, M. Nijssen, J. Vogels, R. Haveman and L. Kuiters, "Branden als EGM-maatregel," Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, 2009.
- [72] J. L. Lockwood, M. S. Ross and J. P. Sah, "Smoke on the Water: The Interplay of Fire and Water Flow on Everglades Restoration," *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 1, no. 9, pp. 462-468, 2003.

- [73] B. W. van Wilgen, "The evolution of fire management practices in savanna protected areas in South Africa," *South African Journal of Science*, vol. 105, pp. 343-349, 2009.
- [74] P. Linder, P. Jonsson and M. Niklasson, "Tree Mortality after Prescribed Burning in an Old-Growth Scots Pine Forest in Northern Sweden," *Silva Fennica*, vol. 32, no. 4, pp. 339-349, 1998.
- [75] Department of Environment and Science, *Plannen Burn Guidelines Central Queensland Coast Bioregion of Queensland*, Brisbane: Queensland Government, 2013.
- [76] N. Clark, J. Brewen, D. Calkin, S. Hoagland, J. Crotteau, D. Johnson, M. Finney, S. McCaffrey, S. Larkin, J. Squires, M. Johnston and S. Urbanski, *Getting More Fire on the Ground: Landscape-Scale Prescribed Burning Supported by Science*, Fort Collins: United States Forest Service, 2022.
- [77] S. M. Hood, S. Baker and A. Sala, "Fortifying the forest: thinning and burning increase resistance to a bark beetle outbreak and promote forest resilience," *Ecological Applications*, vol. 26, no. 7, pp. 1984-2000, 2016.
- [78] S. Klingen, F. Mohren, G. Geudens and J. den Ouden, "Dunning," in *Bosecologie en bosbeheer*, Uitgeverij Acco, 2010, pp. 375-387.
- [79] A. E. M. Waltz, M. T. Stoddard, E. L. Kalies, J. D. Springer, D. W. Huffman and A. Sánchez Meador, "Effectiveness of fuel reduction treatments: Assessing metrics of forest resiliency and wildfire severity after the Wallow Fire, AZ," *Forest Ecology and Management*, pp. 43-52, 2014.
- [80] C. J. Weston, J. D. Stefano, S. Hislop and L. Volkova, "Effect of recent fuel reduction treatments on wildfire severity in southeast Australian *Eucalyptus sieberi* forests," *Forest Ecology and Management*, vol. 505, pp. 1-8, 2021.
- [81] F. Mohren, B. Muys, B. van der Aa and K. Verheyen, "Hooghout," in *Bosecologie en bosbeheer*, Uitgeverij Acco, 2010, pp. 325-340.
- [82] J. den Ouden and F. Mohren, *Vlaktekap in het Nederlandse bos: een kwestie van schaal*, Vakblad Natuur Bos Landschap, 2021.
- [83] K. Veling, J. T. Smit and V. Siebering, *Bosrandbeheer voor vlinders en andere ongewervelden*, Utrecht: KNNV Uitgeverij, 2004.
- [84] R. D. Ottmar, "Ladder Fuels," in *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, Basel, Springer Nature Switzerland AG, 2019, pp. 1-4.
- [85] Brandweer Nederland, *Handreiking Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid 2019*, Arnhem: Brandweer Nederland, 2019.
- [86] Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, *Praktijkadvies Risicobeheersing en bestrijding van natuurbranden*, Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, 2018.

Het belang van het voorkomen van onbeheersbare natuurbranden is aangekaart in vele publicaties. Daarbij wordt vaak genoemd dat terreinbeheerders preventieve maatregelen moeten nemen om het natuurbrandrisico te verlagen en de beheersbaarheid van natuurbranden te verhogen.

Over de effectiviteit van verschillende voorgestelde preventieve maatregelen bestaan echter uiteenlopende opvattingen. Dit document is daarom opgesteld met als doel om een algemeen beeld te creëren en daarbij inzicht te geven in de effectiviteit van de voorgestelde natuurbrandpreventiemaatregelen.

Gebaseerd op wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen worden de volgende maatregelen besproken: verloofing, compartimenteren, vernatting, vegetatiebeheer, beheerbranden, bosdunning, bosrandbeheer, de bereikbaarheid voor hulpdiensten, en bluswatervoorzieningen.



Staatsbosbeheer



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH