

Het beheer van Adelaarsvaren in Nationaal Park De Meinweg



Ton Lenders

Meerjarenprogramma
Onderzoek Nationaal Park De Meinweg

Het beheer van Adelaarsvaren in Nationaal Park De Meinweg

Een proces van lange adem

Uitgever: Stichting Natuurpublicaties Limburg
5 november 2015

Te citeren als: Lenders, A.J.W., 2015. Het beheer van Adelaarsvaren in Nationaal Park De Meinweg. Een proces van lange adem. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

Trefwoorden: Adelaarsvaren – beheer – NP De Meinweg

Contact met auteur:

A.J.W. Lenders, Groenstraat 106, 6074 EL Melick, e-mail: tlenders@live.nl

Colofon

Het onderzoek naar de beheersing van Adelaarsvaren in het Meinweggebied maakt deel uit van het Meerjarenprogramma Onderzoek van het Nationaal Park De Meinweg en is mede gesubsidieerd door de Provincie Limburg.



provincie limburg

gesubsidieerd door de Provincie Limburg



© 2015 Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Roermond

Niets uit deze publicatie mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, microfilm, fotokopie, of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means electronic, mechanical photocopying or otherwise, without the permission of the publisher.

Het rapport is zonder toestemming van de uitgever vrij online te raadplegen.

Uitgegeven door:

Stichting Natuurpublicaties Limburg

In opdracht van:

Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Godswederstaat 2, NL-6041 GH Roermond

Bestellingen:

Publicatiebureau NHGL, Godswederstraat 2, NL-6041 GH Roermond

Email: publicatiebureau@nhgl.nl

Foto's van de auteur, tenzij anders vermeld.

Voorkaft:

Oprukkende vegetatie van Adelaarsvaren op de Herkenbosscherheide, een van de kerngebieden voor heideontwikkeling in NP De Meinweg.

Inhoudsopgave

Aanleiding voor het onderzoek	7
Ecologisch profiel van Adelaarsvaren	9
Probleemstelling op de Meinweg	13
Verwachte bestandsontwikkelingen	16
Ervaringen met bestrijding van Adelaarsvaren	17
Pilot in het Gagelveld	21
Inleiding.....	21
Methode	21
Resultaten	23
Discussie.....	24
Geadviseerd vervolgbeheer	27
Samenvatting	31
Dankwoord.....	31
Literatuur.....	33

Aanleiding voor het onderzoek

In het Meerjarenprogramma Onderzoek 2014-2017 van Nationaal Park De Meinweg is experimenteel heidebeheer als expliciete doelstelling opgenomen. In dat kader is een onderzoek uitgevoerd naar het effect van maaibeheer op de aanwezige concentraties van Adelaarsvaren. Hoewel Adelaarsvaren wijd verbreid is in het Nationaal Park en in sommige bosbestanden een dichte ondergroei vormt, heeft deze studie zich vooral gericht op de uitbreiding van de soort in de natte en droge heide.

Als proefvlakte is gekozen voor het Gagelveld, een deelgebied van de Meinweg dat in eigendom is van Staatsbosbeheer. Op het Gagelveld loopt al vanaf 1980 een monitoring van reptielen (met name de Adder). In het deelgebied wordt geëxperimenteerd met diverse vormen van beheer. Het effect daarvan wordt gemeten aan de hand van populatieschommelingen bij de herpetofauna. Ofschoon in dit rapport geen uitspraken worden gedaan over het effect van het gevoerde adelaarsvarenbeheer op reptielen, is uit eerder onderzoek bekend dat de adelaarsvarenbestanden zich uitbreiden en met name in de heidegebieden de habitat van reptielen ongunstig beïnvloeden.

Het rapport is opgebouwd uit een algemeen deel waarin een ecologisch profiel van de plant wordt geschetst, gevolgd door een uitgebreide probleemstelling en een breed literatuuronderzoek naar de effectiviteit van verschillende bestrijdingsmethoden.

De resultaten van het pilot-onderzoek op het Gagelveld worden vervolgens in detail uitgewerkt en gepresenteerd. Daarna worden aanbevelingen gedaan over het gewenste beheer in de toekomst.

Doel van dat beheer is niet de volledige uitroeiing van de soort (die doelstelling zou irreëel zijn), maar de vorming van een structuurrijke heide waarin Adelaarsvaren in bescheiden oppervlakte een positieve bijdrage kan leveren aan de totstandkoming van een gevarieerd reptielenbiotoop met een karakteristieke heideflora en -fauna.



Structuurrijke heide als na te streven ideaalhabitat voor reptielen, waarin Adelaarsvaren in een gelimiteerd voorkomen een goede rol kan spelen.

Ecologisch profiel van Adelaarsvaren

Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) [figuur 1] behoort tot de adelaarsvarenfamilie (Dennstaedtiaceae). Deze familie bestaat wereldwijd uit elf geslachten en 170 soorten. Het geslacht *Pteridium* omvat twaalf geaccepteerde soorten waarvan de gewone Adelaarsvaren de grootste verspreiding heeft. Adelaarsvaren is zelfs de meest algemene soort binnen de klasse van de varens en paardenstaarten. In Europa komt uitsluitend de gewone Adelaarsvaren voor, de andere soorten van het geslacht zijn beperkt tot de tropen.



*Figuur 1:
Habitus van Adelaarsvaren op het Gagelveld.*

De Nederlandse naam Adelaarsvaren is afgeleid van de dwarsdoorsnede van het onderste deel van de bladsteel. In die doorsnede zien sommige mensen het beeld van twee adelaars.

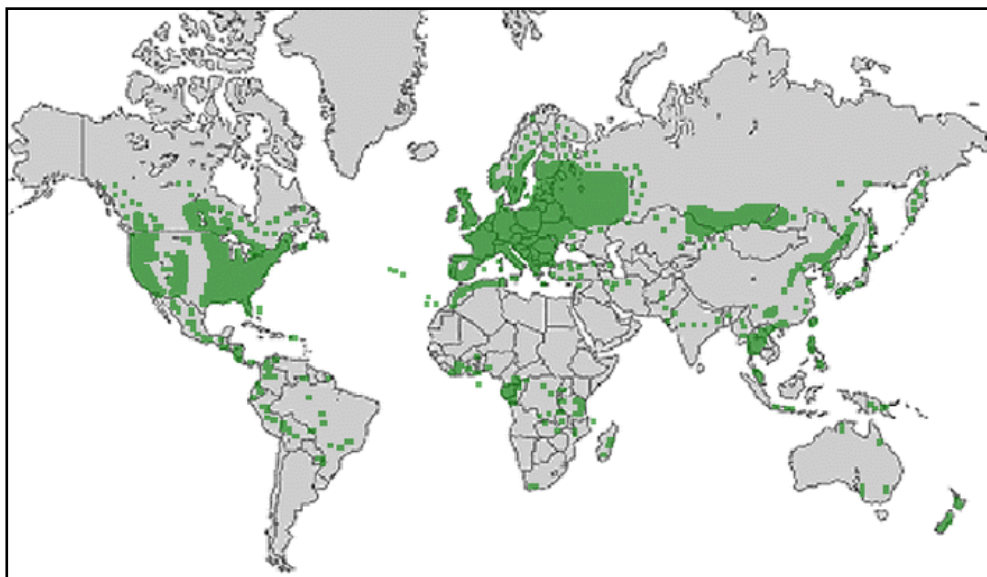
Typisch voor de soort is zijn verschijningsvorm [figuur 2] waarbij uit de uiteinden van de sterk vertakte ondergrondse wortelstokken, in de lente de bovengrondse bladeren ontspringen. De zwarte wortelstokken zijn flexibel en taai; ze kunnen tot meer dan een halve meter de bodem indringen. In feite zijn de bovengrondse delen niet meer dan een beperkt deel van de gehele plant waardoor de varen in zijn natuurlijke habitat weinig kwetsbaar is. Als de bladeren boven de grond verschijnen zijn de top en de onderste zijassen opgerold. Nadat ze in de zomer volledig zijn ontvouwd, wordt de driehoekige vorm zichtbaar. De bladeren zijn twee- tot vierdelig of geveerd en kunnen een hoogte (bladlengte) bereiken van meer dan twee meter. Een lengte van drie meter is op voedselrijke bodems geen uitzondering. De sporendoosjes zitten op de rand van de blaadjes, bedekt door de omgeslagen bladrand en een dekvliesje. Veel bladeren zijn onvruchtbaar: er worden wel dekvliesjes gevormd, maar de sporendoosjes ontbreken (VAN DER MEIJDEN, 2005). De uitbreiding van de plant gebeurt dan ook hoofdzakelijk vegetatief met behulp van wortelstokken. De sporen zijn zeer kort levend, meestal minder dan een jaar.

In de herfst sterven de bovengrondse delen af. De bladeren worden bruin, het voedsel wordt opgeslagen in de wortelstokken. De verdorde bladeren kunnen een dicht, slecht verteerbaar strooiselpakket vormen.



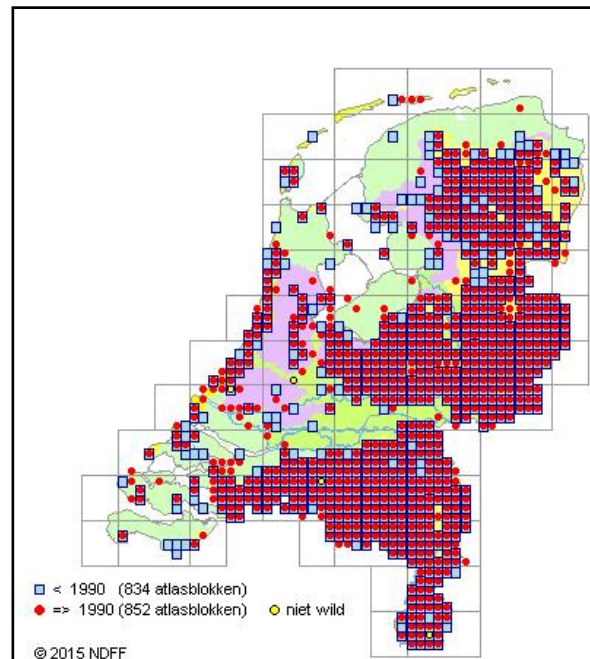
*Figuur 2:
Afbeeldingen van Adelaarsvaren uit oudere flora's.
(Bron: <http://wilde-planten.nl/adelaarsvaren.htm>).*

De soort heeft een kosmopolitisch areaal; alleen in pool- en woestijngebieden is de varen nagenoeg afwezig. De hoofdverspreiding is gelegen in de subtropische en gematigde klimaatzones [figuur 3]. De plant hoort wereldwijd tot de vijf meest voorkomende plantensoorten.



*Figuur 3:
Mondiale verspreiding van Adelaarsvaren. De soort komt op alle continenten met uitzondering van Antarctica voor. (Bron: <http://wilde-planten.nl/adelaarsvaren.htm>).*

In Nederland is Adelaarsvaren vooral bekend van de hogere pleistocene zandgronden en de duinen [figuur 4]. De soort groeit op droge, vaak humeuze, zure gronden. Ze komt voor in lichte bossen, op kapvlakten, langs heide- en akkerranden, maar ook in bermen, op spoordijken en langs sloten en greppels. Voor een optimale ontwikkeling is licht vaak de beperkende factor. Kalk wordt gemeden, vandaar dat de groeiplaatsen langs de kust zich beperken tot de kalkarme binnenduinen. Ook verdroogd hoogveen maakt deel uit van de habitat (WEEDA *et al.*, 1985; VAN DER MEIJDEN, 2005). Door het instuiven van meststoffen, vooral ammoniumzouten, breidt de soort zich gemakkelijk uit in akkerranden en perceelsscheidingen als houtsingels en bermen.



Figuur 4:
Verspreiding van Adelaarsvaren in Nederland. Bron: NDFF.

Onder Adelaarsvaren groeien nauwelijks andere planten. Omdat de Bosanemoon (*Anemone nemorosa*) vroeg in het voorjaar bloeit en daarna afsterft kan zij, vaak als enige, haar seizoenscyclus onder de varens afsluiten voordat het bladerdek gesloten raakt. Op het strooisel vindt eigenlijk alleen de Rankende helmbloem (*Corydalis claviculata*) een goed kiembed (WEEDA *et al.*, 1985). Ook voor veel dieren, met uitzondering van een aantal (insecten)soorten, is Adelaarsvaren niet interessant (PAKEMAN & MARRS, 1992). De biodiversiteit in uitgestrekte velden met Adelaarsvaren is dan ook uitermate klein.

Wat niet onvermeld mag blijven is de toxiciteit van de plant. Zonder diep in te gaan op de aard van de gifstoffen, is aangetoond dat extracten uit delen van de plant (zowel boven- als ondergronds) mutagene, cancerogene of metabolismeverstorende effecten kunnen hebben op mens, dier en plant (PAMUKCU *et al.*, 1987; FENWICK, 1989).

Probleemstelling op de Meinweg

Bossen

Adelaarsvaren komt in het gehele Meinweggebied voor. De meest voorkomende natuurlijke standplaatsen bevinden zich in open naaldbossen met een lichte ondergroei van loofhout, meestal op humusrijke bodem [figuur 5]. Deze bossen bevinden zich op de Meinweg vaak in een omvormingsproces van naald- naar loofbos, een proces dat het natuurlijk karakter van de bossen moet verhogen. In een dergelijk biotoop zorgt de plant zelden voor problemen omdat op die plekken geen sprake is van ongelimiteerde woekering en ook andere planten de gelegenheid krijgen zich te ontwikkelen.



Figuur 5:

Adelaarsvaren op een min of meer natuurlijke groeiplaats in een open gemengd bos. Let op de geringe dichtheid.

Wanneer bossen door rigoureuze kap te open worden krijgt Adelaarsvaren de gelegenheid zich bodembedekkend te vermeerderen. Datzelfde geldt voor (spoor)wegbermen en kapvlakten waar de soort door een plotseling toegenomen lichtinval zich zeer dominant kan uitbreiden [figuur 6]. In het Verenigd Koninkrijk zorgde de soort voor een substantiële afname van het weide- en akkerareaal, maar ook voor een degradatie van bos (PAKEMAN *et al.*, 1996).



Figuur 6:

Woekerende vegetatie van Adelaarsvaren in respectievelijk een te open bos langs de Hooibaan, op een kapvlakte tegenover het Vlodropperven en op de spoordijk langs de IJzeren Rijn.

Hoewel in bossen het verstorend effect lijkt mee te vallen, zullen ook in dat type biotopen andere planten overwoekerd worden, hetgeen leidt tot een vermindering van de biodiversiteit en mogelijk ook tot afname van de kwaliteit van het te oogsten hout. Voor flora en fauna is een gevarieerde onderbegroeiing gunstiger. Door een afwisseling van verschillende microhabitats vinden meer soorten een plek in het ecosysteem, dat daardoor zelf aan stabiliteit wint. Ook bosbouwkundig heeft dit type kruidlaag de voorkeur, zeker als daarin open plekken aanwezig zijn waar zaden van diverse boom- en struiksoorten kunnen kiemen en zo bij kunnen dragen aan een natuurlijke verjonging.



Figuur 7:

*Meer gevarieerde bosbodem als gevolg van minder lichtinval waardoor andere soorten bodembedekkers kans krijgen zich te ontwikkelen. Van links naar rechts aan onderbegroeiing van Blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*), Smalle stekelvaren (*Dryopteris carthusiana*) en Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) in combinatie met Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*).*

Teveel licht in combinatie met een licht verzuurd bodemtype betekent een vergrote kans op overgroeien van de bosbodem door Adelaarsvaren. Dit remt behalve de natuurlijke verjonging met zaailingen ook nieuwe kunstmatige aanplant met loof- of naalddhout (DOLLING *et al.*, 1994; DOLLING, 1996; DEN OUDEN *et al.*, 2000; HOMMEL *et al.*, 2002). Wanneer het bos zich na verloop van tijd volledig sluit zal de Adelaarsvaren door lichtgebrek verdrongen worden naar de bosranden.

Heiden

Waarschijnlijk zijn onze heidesystemen nog gevoeliger voor het oprukken van de soort. Waar de bodemomstandigheden gunstig zijn kan Adelaarsvaren de heide verdringen en grote vlakten overwoekeren [figuur 8].



Figuur 8:

Adelaarsvaren, oprukkend vanuit de bosrand, aanvankelijk nog met solitaire uitlopende wortelstokken, later een gesloten front vormend.

Het verdringingsproces komt overigens vooral tot stand door de productie van phytotoxinen die andere planten remmen in hun ontwikkeling en minder door directe (voedsel)concurrentie (GLIESSMAN & MULLER, 1972; DOLLING *et al.*, 1994).

Hiermee gaan belangrijke biotopen voor allerlei soorten in dit halfnatuurlijke landschap verloren, waarbij in het Meinweggebied op de eerste plaats gedacht moet worden aan de reptielenfauna met Adder (*Vipera berus*), Gladde slang (*Coronella austriaca*), Hazelworm (*Anguis fragilis*), Zandhagedis (*Lacerta agilis*) en Levendbarende hagedis (*Zootoca vivipara*). Voor veel amfibieën vormt de heide een belangrijk zomerbiotoop: Heikikker (*Rana arvalis*), Poelkikker (*Pelophylax lessonae*), Rugstreeppad (*Epidalea calamita*) en Vinpootsalamander (*Lissotriton helveticus*). Dat geldt ook voor diverse vogels, onder andere de Natura-2000 soorten Roodborsttapuit (*Saxicola rubicola*), Boomleeuwerik (*Lullula arborea*) en Nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) en overwinteraars als Klapekster (*Lanius excubitor*) en Blauwe kiekendief (*Circus cyaneus*). Het gaat in deze context te ver om alle soorten te noemen die in dit ecosysteem een plek vinden. Feit is dat veel van deze soorten zullen verdwijnen of in aantal afnemen als de Adelaarsvaren zich verder uitbreidt.

Over heidebeheer zijn de laatste jaren veel publicaties verschenen (STUMPEL, 2004; VAN UCHELEN, 2006; SMITS & NOORDIJK, 2013; DIAMOND *et al.*, 2013). De meeste publicaties richten zich op de instandhouding of verbetering van het traditionele heide-ecosysteem met zijn typische flora en fauna. In te weinig gevallen worden de veranderingen in het gevoerde beheer gevolgd en gerelateerd aan populatieschommelingen bij kensoorten. In geen van deze studies is aandacht voor het oprukkend front van Adelaarsvaren.

Verwachte bestandsontwikkelingen

Adelaarsvaren gedraagt zich als een invasieve soort waarvan de uitbreiding moeilijk te stoppen lijkt. In Groot-Brittannië is vastgesteld dat de uitbreiding van Adelaarsvaren ten koste gaat van andere, zeer waardevolle habitats (PAKEMAN *et al.*, 2002). Bestrijding met chemische middelen en maaibeheer remde de uitbreiding weliswaar, drong die zelfs terug, maar van een herstel van heidevegetaties was nauwelijks sprake.

In dat kader is het belangrijk dat we zicht krijgen op de oorzaken van de uitbreiding van de soort. Er zijn aanwijzingen dat de klimaatverandering een positief effect heeft op een verdere toename van de adelaarsvarenbestanden (PAKEMAN *et al.*, 1996; PAKEMAN & MARRS, 1996). Oplopende jaartemperaturen en atmosferische stikstofdepositie stimuleren de groei. Van belang is de vraag of deze factoren Adelaarsvaren bevoordelen ten opzichte van Struikhei.

In een concurrentiepositie heeft voorjaarsdroogte het grootste effect op Adelaarsvaren, najaarsdroogte het meeste invloed op Struikhei [figuur 9]. Verrassend liet Struikhei een snellere positieve respons zien bij een additionele toediening van stikstof. Hogere temperaturen zorgden bij beide soorten voor een snellere groei. Daarbij komt dat erg strenge winters een negatief effect hebben op zowel Struikhei als Adelaarsvaren. De laatste soort is zeer gevoelig voor nachtvorst in het voorjaar. De bovengrondse bladscheuten kunnen gemakkelijk bevriezen wat de plant een behoorlijke terugslag geeft. Het probleem is dat in een natuurlijke situatie meerdere factoren op de planten inwerken, wat de uitkomst van de concurrentie tussen varen- en heidevegetaties moeilijk voorspelbaar maakt. Samenvattend concluderen GORDON *et al.* (1999) dat een goed beheerde heide geen of weinig concurrentie zal hebben van oprukkende adelaarsvarenbestanden als gevolg van klimaatsveranderingen. Voorwaarde hierbij is dat hoge stikstofwaarden niet samenvallen met in frequentie toenemende droogteperiodes.



Figuur 9:

Adelaarsvaren onder te droge bodemcondities in de vroege zomer en een in het najaar verdroogde heidevegetatie met nieuwe kiemplanten van Struikhei (Calluna vulgaris).

Dat het indringen van Adelaarsvaren in heide direct invloed heeft op de decompositie van het strooisel, maakt de verstoring van het heide-ecosysteem nog ingewikkelder (ANDERSON & HETHERINGTON, 1999). Door hen is aangetoond dat wanneer beide soorten gezamenlijk voorkomen, de omzetting van het strooisel wordt versneld en dat de daardoor veroorzaakte verrijking met stikstof zorgt voor een nog groter verlies van biomassa. Hoe dit zijn uitwerking heeft op de overige flora is nog onvoldoende bekend.

Ervaringen met bestrijding van Adelaarsvaren

In het buitenland, met name Groot-Brittannië is veel ervaring opgedaan met de bestrijding van Adelaarsvaren. Hierbij zijn diverse methodieken uitgeprobeerd om de soort terug te dringen of uit te roeien.

Chemische bestrijding

Chemische bestrijding van Adelaarsvaren wordt vooral uitgevoerd met Asulam. Het gebruik daarvan is in Nederland inmiddels bij wet strikt gereguleerd (STAATSCOURANT, 2014). Asulam is een systemisch werkend middel dat in de landbouw, speciaal de bloembollenteelt, wordt gebruikt voor de bestrijding van diverse onkruiden. Het middel moet over de planten gespreid worden, waarna het vooral door de huidmondjes wordt opgenomen. Opname via de wortels is ook mogelijk. De stof concentreert zich in de plant in weefsels met een hoge stofwisseling (nieuwe uitlopers van wortelstokken, toppen van wortels, bladknoppen en jong blad (VEERASEKARAN *et al.*, 1977) en heeft daar zijn sterkste werking. De effectiviteit van het middel wordt hoog aangeslagen (STEWART *et al.*, 2007). Door de geconstateerde milieubelasting wordt Asulam voor de bestrijding van varens in Nederland niet gebruikt.

Maaien

In tegenstelling tot het gebruik van Asulam, dat resulteert in de hoogste afname van bovengrondse biomassa, laat het maaien van varens een groter verlies van biomassa zien bij de wortelstokken (PATERSON *et al.*, 1997). Het idee achter de beheermaatregel is dat het verwijderen van de groene bovengrondse delen tot uitputting van de plant leidt door een verminderde opslag van reservevoedsel in de ondergrondse delen.



Figuur 10:

Links het maaibeheer van Adelaarsvaren in Het Loom. Rechts de afgemaaide bladeren in detail. Bij goed maaibeheer blijven alleen de kale bladstelen staan.

Het was al snel duidelijk dat tweemaal per jaar maaien een beter effect ressorteert dan eenmaal maaien (PATERSON *et al.*, 1997). In dezelfde studie wordt aangetoond dat het effect van tweemaal maaien, verspreid uitgevoerd over een zestal locaties in Groot-Brittannië, vergelijkbaar was. Voor eenmaal per jaar maaien (zoals ook op de Meinweg gepraktiseerd, figuur 10) werd geconstateerd dat die beheermaatregel in de noordelijke, koudere helft van het land duidelijk minder effectief was. STEWART *et al.* (2008) komen in een meta-analyse tot dezelfde conclusie wat betreft het beste resultaat (tweemaal per jaar maaien), maar beklemtonen dat algemene uitspraken op grond van waarnemingen

op één plek gevaarlijk zijn. Afhankelijk van de omstandigheden vraagt het maaibeheer lokaal mogelijk om een andere insteek.

Plaggen

Bij het heidebeheer is plaggen een veelgebruikte vorm om vergrassing tegen te gaan of om heideverjonging te stimuleren. In het Meinweggebied is deze beheervorm ook experimenteel toegepast op adelaarsvarenbestanden, speciaal bij het afschrappen van venoevers en bij plagstroken in het kader van adderbeheer [LENDERS, 2015d]. In de literatuur wordt deze maatregel niet beschreven. De resultaten vallen dan ook tegen. Het is bovendien een erg dure beheeringreep die normaliter niet vaak herhaald kan worden. Het probleem is dat bij plaggen weliswaar een deel van de bodem wordt afgeschraapt, maar dat de wortelstokken van de Adelaarsvaren meestal dieper zitten en derhalve niet worden verwijderd. Geplagde stroken of vlakten worden snel weer door de planten ingenomen [figuur 11 en 12].



Figuur 11:

In 2014 werden diepe banen geplagd in het gebied tussen Schöndelsdeel en de Rolvennen. Op de linker foto het aanzicht van de banen in oktober 2014, direct na de uitvoering van het werk. Op de rechter foto dezelfde baan, meer in detail in september 2015.



Figuur 12:

In de winter 2012-2013 werden de oevers van het Vlodropperven oppervlakkig afgeplagd. Op de linker foto de toestand van de oevers in augustus 2013, op de rechter foto een detail van de oever in september 2015.

Begrazen

De inzet van vee bij de bestrijding van Adelaarsvaren heeft een dubbele insteek. Enerzijds zou vraat de vitaliteit van de planten kunnen aantasten, anderzijds zou het vertrappen van de varens eveneens kunnen leiden tot verminderde fitness. Gezien de toxiciteit van de soort is het effect van de eerste activiteit minimaal. Zowel schapen, runderen [figuur 13] als paarden eten nauwelijks van de plant.



Figuur 13:

De inzet van Schotse Hooglanders is evenals de begrazing met paarden bij de bestrijding van Adelaarsvaren weinig effectief.

De effectiviteit van vee is dus volkomen afhankelijk van de impact van vertrapping (COLIN, *et al.*, 2000). Daarmee lijkt alleen de inzet van schapen betekenis te kunnen hebben, aangezien deze beheersvorm normaal gesproken de hoogste veedichtheid garandeert. Kleine oppervlakten met varens kunnen met vee goed bestreden worden; de uitbreiding van grote varencusters wordt hiermee echter niet tegengehouden. In de praktijk leidt een intensieve schapenbegrazing tot een mozaïek van varens en kort begraasd gras met scherpe randen, zonder overgangen (COLIN, *et al.*, 2000).

Biologische bestrijding

Adelaarsvaren gedraagt zich als een invasieve plant die veel waardevolle andere habitats kan vernietigen. Tegelijkertijd is geconstateerd dat vegetaties met veel Adelaarsvaren een lage biodiversiteit bezitten en voor veel diersoorten een geringe betekenis hebben. Ze fungeren slechts als schuilgelegenheid voor enkele vogel- en zoogdiersoorten. Er zijn daarnaast ongeveer 40 soorten insecten bekend die wat betreft hun voeding rechtstreeks van de plant afhankelijk zijn (PAPAVLASOPOULOS, 2003). Op grond van deze uitgangspunten (en het kostenaspect) is de overweging gemaakt om insecten (motvlinders) te introduceren uit andere werelddelen (KIRK, 1977; PAKEMAN & MARRS, 1992; PAPAVLASOPOULOS, 2003). Als bijkomend voordeel zou het effect van de bestrijding dan tot een grotere schaal opgerekt kunnen worden, met evenwel als nadeel het verlies van lokale sturing. Inmiddels wordt de introductie van gebiedsvreemde soorten als een te groot risico beschouwd.

Natuurlijke bestrijding

De lage biodiversiteit van adelaarsvarenvegetaties in Noord- en West-Europa suggereert een gering aantal natuurlijke vijanden. Er zijn slechts weinig insecten op varens gespecialiseerd. De Groenige orvlinder (*Polyplocia ridens*), een nachtvlinder, is zo'n soort. Adelaarsvaren is een waardplant voor de rupsen. Het effect op de biomassa is evenwel verwaarloosbaar. Datzelfde geldt voor andere inheemse insecten die op Adelaarsvaren gespecialiseerd zijn.

Het Wilde zwijn (*Sus scrofa*) gebruikt Adelaarsvaren niet alleen voor dekking, maar de wortelstokken van de plant vormen tevens een belangrijke voedselbron. Het effect van de zwijnen op de vegetatie is vaak zeer ingrijpend [figuur 14], maar ook tijdelijk omdat de wortelstokken zelden allemaal worden opgegeten.



Figuur 14:

*Het effect van Wilde zwijnen (*Sus scrofa*) op de vochtige heide aan de noordzijde van het Gagelveld (figuur links) en een effect van zwijnenvraat op de ondergroei van een naaldbos bij de Drie Vennen (figuur rechts).*

Dit betekent dat adelaarsvarenbestanden die door zwijnen worden omgewoeld enkele jaren later al weer dezelfde aanblik hebben omdat het omgewoelde areaal weer snel door de plant worden ingenomen.

Pilot in het Gagelveld

Inleiding

In 2011 is op het Gagelveld een pilot gestart om het effect van maaien op de groeiplekken van Adelaarsvaren te volgen. Al eerder, in 2007, werd een plek aan de noord-oostzijde gemaaid (LENDERS, 2015a), maar dit experiment is in de jaren daarop niet consequent doorgetrokken. De beheersing van Adelaarsvaren is een belangrijke doelstelling in het reptielenbeheer. In het Gagelveld worden de effecten van diverse vormen van beheer daartoe al vele jaren gevolgd (LENDERS, 2015b; 2015c). Grote delen van het Gagelveld worden door oprukkende adelaarsbestanden ongeschikt voor deze diergroep, vandaar dat werd besloten sommige adelaarsvarenbestanden jaarlijks te maaien. Er werd niet gekozen voor andere beheervormen omdat deze niet passen in de gedragscode van Staatsbosbeheer (chemische en biologische bestrijding) of te weinig doeltreffend werden geacht (plaggen en begrazen). Hoewel over het algemeen wordt aangeraden om tweemaal per jaar te maaien, is uit kostenoverwegingen gekozen voor een eenmalige machinale maaibeurt in het midden van de zomer (half augustus). De varens hebben dan hun optimale ontwikkeling bereikt. Omdat ook de literatuur aangeeft dat er voor de bestrijding van Adelaarsvaren geen generaal middel bestaat en tevens de kwaliteit van de reptielenhabitat op de Meinweg in de overwegingen moet worden meegenomen, is besloten de pilot uit te voeren met de laagste maaifrequentie.

Methode

Om te bepalen of het maaien invloed heeft gehad op de adelaarsvarenbestanden is op twee dicht naast elkaar gelegen terreindelen een kwadrant uitgezet van 4 m² [figuur 15]. Één kwadrant bevond zich in het gemaaide deel, het andere in het niet-gemaaide deel. Dit laatste diende als referentie. Het meten van het maai-effect gebeurde op 11, 17 en 26 juni 2015 door het tellen van het aantal bladspruiten dat binnen een kwadrant was uitgelopen. Het aantal bladspruiten wordt beschouwd als een maat voor de biomassa. Dit is een goede manier om het effect van de beheermaatregel te meten (STEWART *et al.*, 2008). Alle spruiten (ook de nog ontluikende) binnen een kwadrant werden afgeknipt om dubbeltellingen te voorkomen [figuur 16].



Figuur 15 en 16:

Op de linker foto [figuur 15] is een uitgezet kwadrant aangegeven, op de rechter foto [figuur 16] het knippen van de bladscheuten binnen een kwadrant.

In figuur 17 is aangegeven welke delen van het Gagelveld in de pilot zijn betrokken. In de figuur zijn de exacte plekken aangegeven waar de metingen hebben plaatsgevonden.



Figuur 17:

Op de bovenste foto de noordzijde van het Gagelveld, op de onderste foto de zuidzijde. Goed te zien zijn de plagbanen (slingerende strepen met centraal daartussen een greppel) en de gemaaide stukken (parallele tractersporen). Met blauw aangegeven de gemaaide kwadranten (twee-, drie- of viermaal gemaaid), met rood de referentiekwadranten (niet gemaaid).

In totaal zijn op 15 locaties vergelijkingen uitgevoerd. Het betreft een tweetal metingen onder een grote overhangende Zomereik (*Quercus robur*) en 13 metingen in het open veld. Voor iedere effectmeting werd gezocht naar een referentiekwadrant dat zo dicht mogelijk bij het gemaaide terreindeel lag. De achterliggende gedachte hierbij was om met name de bodemomstandigheden geen doorslaggevende rol te laten spelen bij de

vergelijking van de resultaten. Een referentiekwadrant was met zekerheid nog nooit gemaaid.

De adelaarsvarenvegetatie onder de eik was driemaal gemaaid (2012 t/m 2014). Van de 13 meetpunten in het open veld zijn er 4 tweemaal gemaaid (2013 en 2014), 5 driemaal gemaaid (2012 t/m 2014) en 4 viermaal gemaaid (2011 t/m 2014).

Resultaten

Wat opvalt is de dichtheid van de Adelaarsvaren onder de eik. Deze is minimaal een factor 3 lager dan in het open veld. Het effect van het maaibeheer is op deze plek het laagste (ongeveer 25%).

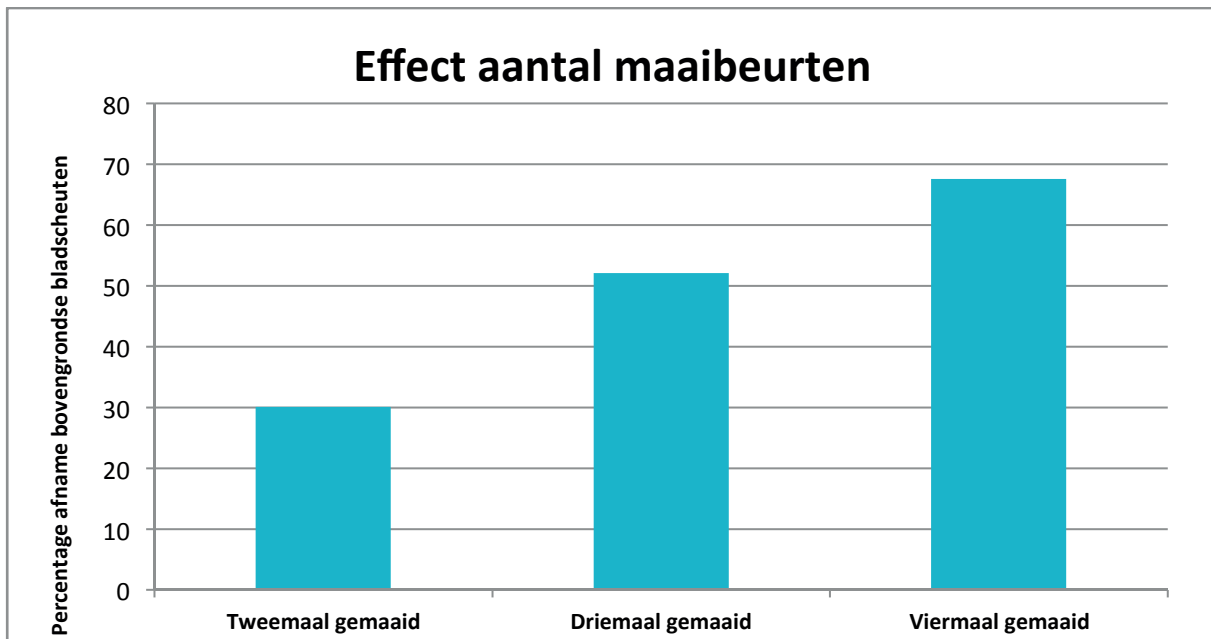
	Aantal bladstelen		Dichtheid aantal/m ²	Restpopulatie (%)	Afname (%)
	Gemaaid	Referentie			
Totaal	763	1427		53,5%	46,5%
Gemiddelde					
Onder eikenbomen:	20,50	27,50	6,88	74,5%	25,5%
Open (tweemaal gemaaid)	96,50	138,00	34,50	69,9%	30,1%
Open (driemaal gemaaid)	43,40	90,60	22,65	47,9%	52,1%
Open (viermaal gemaaid)	29,75	91,75	22,94	32,4%	67,6%

*Tabel 1:
Overzicht van de resultaten van het maaibeheer.*

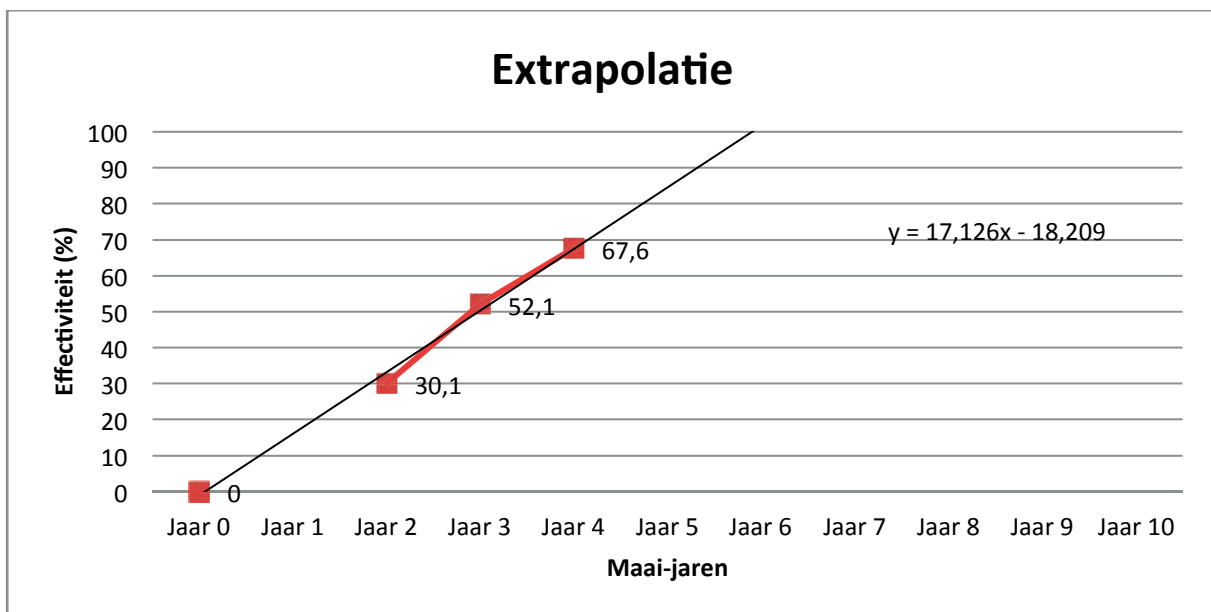
Het verschil in dichtheid in de niet-gemaaide stukken bij de overige proefvlakten berust op toeval. Zo is het niet verklaarbaar waarom bij de vlakten die tweemaal gemaaid zijn een hogere dichtheid van planten is vastgesteld ten opzichte van de drie- of viermaal gemaaide stukken. Waarschijnlijk spelen hierbij lokale omstandigheden, zoals bodem en beschikbare voedingsstoffen een rol. Bij de selectie van de referentievlakten is, buiten de zekerheid dat er nooit is gemaaid, geen ander criterium gehanteerd. De gevonden resultaten zijn weergegeven in tabel 1.

Wat betreft het effect van het maaibeheer in het open terrein is evident dat naarmate de maaifrequentie toeneemt, het resultaat beter wordt. We hebben schijnbaar te maken met een lineair verband [figuur 18 en 19].

Omdat niet het effect van het maaibeheer na één jaar is gemeten (waarschijnlijk ligt dit tussen 10 en 20%) en ook nog niet de resultaten bekend zijn van vijfmaal (of meer) maaïen, kan op grond van de gegevens het grafiekverloop niet eenduidig worden vastgesteld. Maar ook zonder die ontbrekende data lijkt een lineair verband voor de hand liggend. Interessant is het om te weten na hoeveel jaar het maaibeheer nagenoeg 100% effectiviteit bereikt heeft. In figuur 19 wordt een simulatie gepresenteerd. Deze modelberekening gaat uit van 0% effectiviteit in jaar 0 (logisch) en de effecten na twee, drie en vier jaar. De extrapolatie naar de toekomst laat zien dat in deze opzet na zes jaar maaïen de Adelaarsvaren geheel is verdwenen.



*Figuur 18:
Het effect van het maaien op het aantal nieuw gevormde bladscheuten.*



*Figuur 19:
Extrapolatie van de resultaten op de toekomst.*

Discussie

Het pilotonderzoek was zeer beperkt in opzet, vandaar dat voorzichtigheid is geboden met algemene conclusies over de gevonden resultaten. Met de tellingen is vastgesteld dat de dichtheid van Adelaarsvaren onder solitaire bomen onder natuurlijke omstandigheden lager is dan in het open veld. Dit komt overeen met het ecologisch profiel waarbij de soort in Nederland alleen voorkomt in lichte open bossen, maar in

bosranden en kapvlakten met meer licht zijn optimale ontwikkeling bereikt. Het maaibeheer is op deze plekken het minst effectief, zodat men zich het beste kan richten op dichte bestanden in het open veld [figuur 20]. De Adelaarsvarens onder de bomen kunnen blijven staan om daarmee bijvoorbeeld dekking te laten voor het grofwild.



Figuur 20:

Het maaien van varens onder solitaire bomen is het minst effectief. Door de varens op die plekken te laten staan zorgt men ook voor dekking voor het wild.

Chemische bestrijding (met asulam) zorgt voor de snelste reductie van het varenareaal, maar stuit op milieubezwaren (MÅREN *et al.*, 2008). Asulam heeft geen specifieke werking en blijft nog geruime tijd in de bodem aanwezig. Alleen met een ontheffing van het Ministerie van Economische Zaken mag het middel worden gebruikt. Toch is het belangrijk even stil te staan bij dit elders in Europa, vaak in combinatie met begrazing, veel gebruikte middel. Het geeft mogelijk meer inzicht in de effecten van begrazing als die wordt ingezet na de uitvoering van het maaibeheer.

Het herstel van de heidevegetatie, na het toedienen van herbiciden, is een moeizaam proces (PAKEMAN *et al.*, 1997; 2000). De afgestorven varenbladeren vormen een dikke moeilijk verteerbare strooisellaag die verhindert dat er heide (meestal is dat het doeltype na de bestrijding) kan ontkiemen. Bij een lage veedruk met schapen (weinig vertrappeling) was het noodzakelijk de strooisellaag kunstmatig te verstoren en daarna heidezaad op te brengen om plaatselijk de eerste regeneratie van Struikhei tot stand te brengen. Daarentegen zorgt een te grote veedruk voor de ontwikkeling van een dominante vegetatie met Schapenzuring (*Rumex acetosella*). Om op deze plekken heideregeneratie tot stand te brengen, moest de begrazingsdichtheid worden verminderd en aanvullend alsnog heidemaaisel worden opgebracht. Bij een te lage begrazingsdruk sluit het varendeek zich na een aantal jaren weer en is de chemische bestrijding voor niets geweest. Het komt derhalve zeer nauw om de juiste veedichtheid vast te stellen, waardoor enerzijds voldoende varenstrooisel wordt vertrappt en anderzijds overbegrazing wordt voorkomen.

Bij chemische bestrijding zijn daarnaast negatieve effecten aangetoond op de hervestiging van diverse heideplanten (MÅREN *et al.*, 2008).

Op lange termijn is maaibeheer zeker zo effectief. Algemeen wordt aangenomen dat twee maaibeurten per jaar een beter effect geven dan één maaibeurt (PATERSON *et al.*, 1997; LE DUC *et al.*, 2007). Bij het laatste onderzoek kon worden aangetoond dat na vijf jaar maaibeheer (1993-1998) de varenbedekking was geslonken van vrijwel 100% tot 10%. Aanvullend aan het maaibeheer werd heidemaaisel opgebracht, wat een positief effect had op het herstel van de heide. In vergelijking hiermee kan het resultaat van de pilot in het Gagelveld niet anders dan als zeer positief bestempeld worden. Na viermaal maaien zijn de bestanden met bijna 70% afgenomen. Volgens de extrapolatie zou na zes jaar maaien de Adelaarsvaren geheel zijn verdwenen.

Met maaibeheer wordt tevens het beste resultaat bereikt bij de rekolonisatie door verdwenen (heide)soorten (LE DUC *et al.*, 2007). Ook op het Gagelveld is de plantendiversiteit op sommige gemaaide stukken weer toegenomen [figuur 21]. Het is evenwel belangrijk dat het beheer wordt gecontinueerd om te voorkomen dat de varens zich opnieuw uitbreiden.



*Figuur 21:
Herstellende heide na een periode van viermaal eenjaarlijks maaien.*

Samenvattend kan worden gesteld dat bij de bestrijding van Adelaarsvaren op de Meinweg de sterke voorkeur uitgaat naar maaibeheer. Zelfs bij één maaibeurt per jaar is het effect evident. Meerdere maaibeurten zouden bovendien leiden tot egalisatie van het terrein, een ontwikkeling die in het kader van reptielenbeheer ten sterkste afgeraden moet worden. Een aanvullend beheer met een periodiek lichte begrazing door schapen (of runderen) zou het herstel van de heide positief kunnen bevorderen (LE DUC *et al.*, 2007; MÅREN *et al.*, 2008) en tevens bij kunnen dragen aan de verhoging van de variatie in de structuur van de plantengroei.

Geadviseerd vervolgbeheer

De volgende adviezen worden gegeven bij het vervolgbeheer:

1. Het maaibeheer wordt gecontinueerd op de huidige proefvlakten om het verwachte effect (100% teruggang na zes jaar) te kunnen vaststellen.
2. De maaifrequentie wordt niet verhoogd. Jaarlijks eenmaal maaien rond half augustus levert voldoende resultaat.
3. Er dient meer aandacht uit te gaan naar de kwaliteit van het maaibeheer. De bladeren dienen zo laag afgemaaid te worden dat alleen het onderste stuk van de kale bladsteel resteert [figuur 10]. Als er groene delen van de plant blijven staan [figuur 22], heeft het beheer onvoldoende effect.



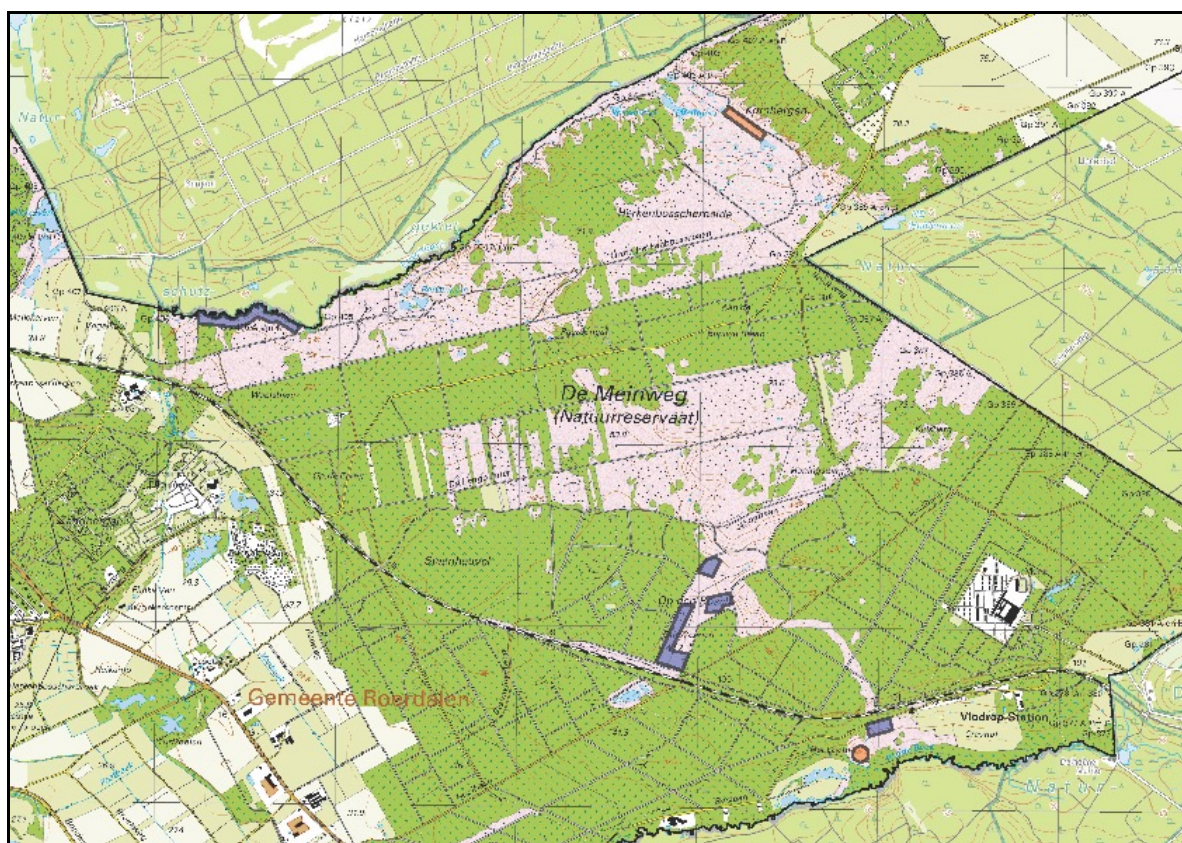
Figuur 22:

Slecht gemaaid perceel. Er zijn teveel groene delen van de plant blijven staan. De maaibalk dient duidelijk lager ingesteld te worden.

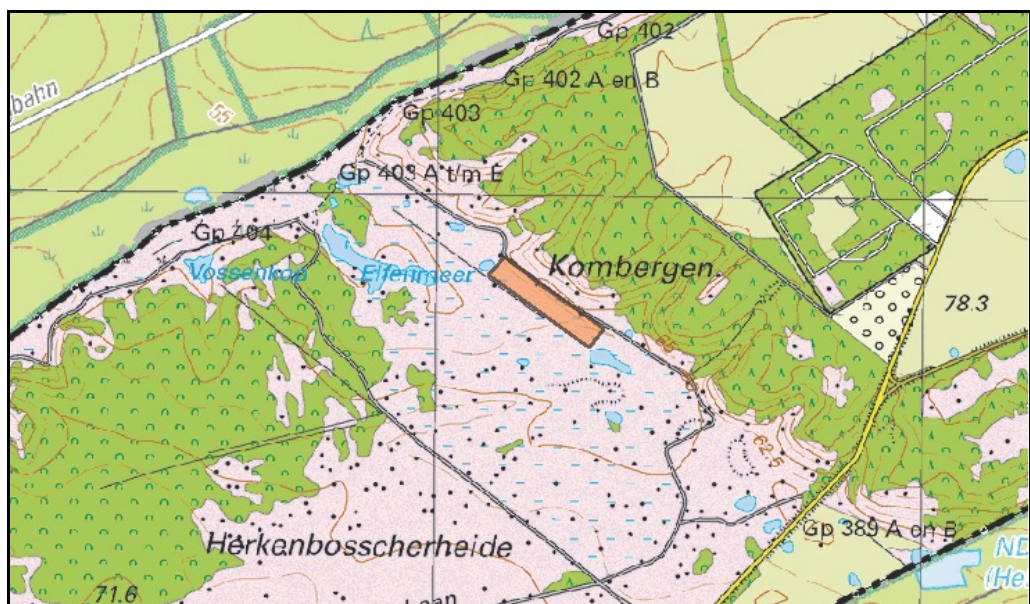
4. Handmatig maaien (met bosmaaier) verdient de voorkeur omdat reptielen zo meer gelegenheid hebben om weg te kruipen. Bovendien geeft dit meer garantie voor het behoud van een afwisseling in vegetatiestructuur.
5. Bij machinaal maaien met tractor dient de maaissnelheid om bovengenoemde redenen maximaal 4 km/uur te bedragen. In dat geval is het bovendien aan te bevelen om te werken met een voorloper, een persoon die voor de tractor loopt en die eventueel aanwezige reptielen verjaagt.
6. Machinaal maaien wordt alleen toegestaan op droge trajecten. De maaibalk dient daarbij ingesteld te zijn op minimaal 25 cm hoogte om andere planten en bijzondere diersoorten te sparen [figuur 23].
7. De gemaaide trajecten dienen zeer nauwkeurig in kaart te worden gebracht om jaarlijks de juiste continuïteit te borgen.
8. Het maaibeheer dient op twee nieuwe locaties te worden opgestart. Het betreft belangrijke adderbiotopen in de Slenk en het Loom [figuur 24]. In figuur 25 zijn detailkaartjes van de gewenste nieuwe maaiplekken opgenomen.
9. Aanvullend aan het maaibeheer kan overwogen worden periodiek een extensief begrazingsbeheer in te zetten. De gedachte gaat uit naar een proefbegrazing met Schotse Hooglanders in het Gagelveld gedurende de winter. Het effect daarvan dient gemonitord te worden.
10. Op de Herkenbosscherheide dient de gescheperde schaapskudde zich onder meer te richten op vertrappeling van adelaarsvarenbestanden.



*Figuur 23:
Perfect gemaaide perceelsrand langs een afrastering. Het resultaat na vier jaar maaien.*



*Figuur 24:
Met blauw globaal aangegeven de locaties waar momenteel in de Meinweg maaibeheer van Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) wordt uitgevoerd. Met rood aangeduid de locaties waar op korte termijn (start in 2016) met dit beheer een aanvang dient te worden gemaakt.*



Figuur 25:
Nieuwe maailocaties (het Loom en de Slenk) waar het wenselijk is in 2016 het maaibeheer van
Adelaarsvaren (Pteridium aquilinum) te starten.

Samenvatting

Het beheer van Adelaarsvaren in Nationaal Park De Meinweg Een proces van lange adem

Adelaarsvaren (*Pteridium Aquilinum*) behoort tot de top vijf van de meest voorkomende plantensoorten op mondiaal niveau. De soort gedraagt zich plaatselijk invasief en kan een plaag vormen voor zowel landbouw als natuur. Voor de landbouw spelen vooral economische belangen, met name het verlies van weide- en akkerareaal. Bij de natuur staan ecologische waarden op het spel, zoals het verlies van biodiversiteit in bos- en heidegebieden.

Uit een literatuurstudie blijkt dat de meest effectieve bestrijding van de soort bereikt wordt met chemische middelen en een beheer waarbij de bovengrondse bladeren van de varens tweemaal per jaar worden afgemaaid. Chemische bestrijding is inmiddels wettelijk verboden. Nadeel van deze methode is bovendien dat de gifstoffen nog lang in het systeem aanwezig blijven en een snel herstel van de (half)natuurlijke vegetatie verhinderen.

In het Meinweggebied is een praktijkstudie uitgevoerd waarbij het effect van jaarlijks maaien is gemeten op varenbestanden die de heide binnendringen. Uit deze pilot blijkt dat met een maaifrequentie van eenmaal per jaar ook goede resultaten worden bereikt. Na vier jaar is bijna 70% van de varens verdwenen. Extrapolatie van dit beheer naar de toekomst geeft aan dat na zes jaar de Adelaarsvaren helemaal is uitgeroeid. Hierbij moet worden aangetekend dat uit de literatuurstudie blijkt dat maaibeheer plaatselijk een goed resultaat kan opleveren, maar dat op andere plekken de uitwerking tegen kan vallen en gewerkt moet worden met een andere maaifrequentie.

In het Nationaal Park De Meinweg is gekozen voor de laagfrequente aanpak om de gevarieerde vegetatieopbouw van de heide niet te verliezen in verband met de aanwezigheid van een vijftal reptielen (en bijzondere soorten amfibieën en vogels) waarvoor een structuurrijke heide van levensbelang is. Natuurlijk speelt ook de kostenbesparing een rol. Aanbevolen wordt om het ingezette beheer in de pilotvlakte te continueren en dit uit te breiden naar andere plekken. Mogelijk zijn in combinatie met een extensief begrazingsbeheer, de resultaten nog verder te verbeteren.

Dankwoord

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door een intensieve samenwerking met Staatsbosbeheer, de hoofdbeheerder van NP De Meinweg en is ondersteund door de Provincie Limburg middels het project Meerjarenprogramma Onderzoek Nationaal Park De Meinweg 2014-2017. Sander Verwijlen wordt bedankt voor zijn ondersteuning bij het veldwerk. Peter Geraets (Bouw en Groen) leverde gegevens aan over het uitgevoerde maaibeheer. Martine Lemmens (Stichting Natuurbank Limburg) maakte de kaartoverzichten.



De noordzijde van het Gagelveld voor het ingezette maaibeheer in 2011(bovenste foto) en daarna in 2015 (onderste foto). Het uitputten van de Adelaarsvaren heeft geleid tot een toename van Pijpenstrootje, Bochtige smele en Struikhei.

Literatuur

- ANDERSON, J.M. & S.L. HETHERINGTON, 1999. Temperature, nitrogen availability and mixture effects on the decomposition of heather [*Calluna vulgaris* (L.) Hull] and bracken [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn] litters. *Functional Ecology* 13 (supplement 1): 116-124.
- COLIN, P., D. BIRCH, N. VUICHARD & B.R. WERKMAN, 2000. Modelling the Effects of Patch Size on Vegetation Dynamics: Bracken [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn] under Grazing. *Annals of Botany* 85 (supplement 2): 63-76.
- Diemond, W.H., W.J.M. Heijman, H. Siepel & N.R. Webb (eds.), 2013. Economy and ecology of heathlands. KNNV Publishing, Zeist
- DOLLING, A.H.U., 1996. Interference of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) seedling establishment. *Forest Ecology and Management* 88 (3): 227-235.
- DOLLING, A., O. ZACKRISSON & M.-C. NILSSON, 1994. Seasonal variation in phytotoxicity of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn). *Journal of Chemical Ecology* 20 (12): 3163-3172.
- FENWICK, G.R., 1989. Bracken (*Pteridium aquilinum*) – toxic effects and toxic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 46 (2): 147-173.
- GLIESSMAN, S.R. & C.H. MULLER, 1972. The phytotoxic potential of bracken, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Madroño* 21 (5): 299-304.
- GORDON, C., S.J. WOODIN, I.J. ALEXANDER & C.E. MULLINS, 1999. Effects of increased temperature, drought and nitrogen supply on two upland perennials of contrasting functional type: *Calluna vulgaris* and *Pteridium aquilinum*. *New Phytologist* 142 (2): 243-258.
- HOMMEL, P.W.F.M., TH. SPEK & R.W. DE WAAL, 2002. Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei in loofbossen op verzuringsgevoelige bodem. Een verkennend literatuur- en veldonderzoek. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- LE DUC, M.G., R.J. PAKEMAN & R.H. MARRS, 2007. A restoration experiment on moorland infested by *Pteridium aquilinum*: Plant species responses. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119 (1-2): 53-59.
- KIRK, A.A., 1977. The insect fauna of the weed *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Polypodiaceae) in Papua New Guinea: a potential source of biological control agents. *Australian Journal of Entomology* 16 (4): 403-409.
- LENDERS, A.J.W., 2015a. Reptielenmonitoring in het Gagelveld - Nationaal Park De Meinweg -. Het effect van kleinschalige beheeringrepen op reptielenpopulaties. Stichting Natuurpublicatie Limburg, Maastricht.
- LENDERS, A.J.W., 2015b. Het effect van dynamisch terreinbeheer op populaties van reptielen. Twintig jaar monitoren in het Gagelveld (NP De Meinweg). *RAVON* 17 (1): 2-6.
- LENDERS, A.J.W., 2015c. Het effect van dynamisch terreinbeheer op een slinkende adderpopulatie. Kleinschalig beheer en vernatting als oplossing. *RAVON* 17 (2): 31-35.
- LENDERS, A.J.W., 2015d. Adderbeheer in Nationaal Park De Meinweg. Een peiling onder Nederlandse en Vlaamse adderonderzoekers. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- MÅREN, I.E., V. VANDVIK & K. EKElund, 2008. Restoration of bracken-invaded *Calluna vulgaris* heathlands: Effects on vegetation dynamics and non-target species. *Biological Conservation* 141 (4): 1032-1042.
- MEIJDEN, R. VAN, 2005. Heukels' Flora van Nederland. Drieëntwintigste druk. Wolters-Noordhoff bv, Groningen / Houten.

- OUDEN, J. DEN, P.W.F.M. HOMMEL, D. VOGELS, B. JANSSEN & R. SMIT, 2000. The role of bracken (*Pteridium aquilinum*) in forest dynamics. Landbouwniversiteit Wageningen, Wageningen.
- PAKEMAN, R.J. & R.H. MARRS, 1992. The conservation value of bracken *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn – dominated communities in the UK, and an assessment of the ecological impact of bracken expansion or its removal. *Biological Conservation* 62 (2): 101-114.
- PAKEMAN, R.J. & R.H. MARRS, 1996. Modelling the effects of climate change on the growth of bracken (*Pteridium aquilinum*) in Britain. *Journal of Applied Ecology* 33 (3): 561-575.
- PAKEMAN, R.H., R.H. MARRS, D.C. HOWARD, C.J. BARR & R.M. FULLER, 1996. The bracken problem in Great Britain: Its present extent and future changes. *Applied Geography* 16 (1): 65-86.
- PAKEMAN, R.J., M.G. LE DUC & R.H. MARRS, 2000. Moorland vegetation succession after the control of bracken with asulam. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 62 (1): 41-52.
- PAKEMAN, R.J., R.H. THWAITES, M.G. LE DUC & R.H. MARRS, 2000. Vegetation re-establishment on land previously subject to control of *Pteridium Aquilinum* by herbicide. *Applied Vegetation Science* 3 (1): 95-104.
- PAKEMAN, R.J., R.H. THWAITES, M.G. LE DUC & R.H. MARRS, 2002. The effects of cutting and herbicide treatment on *Pteridium aquilinum* encroachment. *Applied Vegetation Science* 5 (2): 203-212.
- PAMUCKU, A.M., E. ERTÜRK, S. YALÇINER, U. MILLI & G.T. BRYAN, 1978. Carcinogenic and Mutagenic Activities of Milk from Cows Fed Bracken Fern (*Pteridium aquilinum*). *Cancer Research* 38: 1556.
- PAPAVLASOPOULOS, A.K., 2003. Biological control of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn as a realistic prospect. *AgroThesis* 1 (1): 13-18.
- PATERSON, S., R.H. MARRS & R.J. PAKEMAN, 1997. Efficacy of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) control treatments across a range of climatic zones in Great Britain. A national overview and regional examination of treatment effects. *Annals of Applied Biology* 130 (2): 283-303.
- SMITS, J. & J. NOORDIJK, 2013. Heidebeheer. Moderne methoden in een eeuwenoud landschap. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- STAATSCOURANT, 2014. Tijdelijke vrijstelling ter bescherming van de onbedekte teelt van hyacint, tulp, lelie, gezaaide zomerbloemen, bloemenzaad en spinazie en de zaadteelt van spinazie tegen onkruid 2014. Staatscourant Jaargang 2014. Nummer 8146.
- STEWART, G.B., A.S. PULLIN & C. TYLER, 2007. The Effectiveness of Asulam for Bracken (*Pteridium aquilinum*) Control in the United Kingdom: A Meta-Analysis. *Environmental Management* 40 (5): 747-760.
- STEWART, G., E. COX, M. LE DUC, R. PAKEMAN, A. PULLIN & R. MARRS, 2008. Control of *Pteridium aquilinum*: Meta-analyses of a Multi-site Study in the UK. *Annals of Botany* 101 (7): 957-970.
- STUMPEL, A.H.P., 2004. Reptiles and amphibians as targets for nature management. Proefschrift Wageningen Universiteit, Wageningen.
- UCHELEN, E. VAN, 2006. Praktisch natuurbeheer: amfibieën en reptielen. KNNV uitgeverij, Utrecht.
- VEERASEKARAN, P., R.C. KIRKWOOD & W.W. FLETCHER, 1977. Studies on the mode of action of asulam in bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn). I. Absorption and translocation of [¹⁴C]asulam. *Weed Research* 17 (1): 33-39.
- WEEDA, E.J., R. WESTRA, CH. WESTRA & T. WESTRA, 1985. Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.

