

Natuurhistorisch 5 Maandblad

Themanummer
Roodborn (1)



Herstel van een soortenrijk kalkgrasland door maaien en afvoeren

25 JAAR ONDERZOEK IN ROODBORN MET EEN VELDCURSUS ECOLOGIE



J.G.B. Oostermeijer*, P. Assink, B. Brugge, R. Bregman, P.G. Meirmans, J. van Arkel, J.C.M. den Nijs, A.C. Ellis-Adam, S.H. Luijten, I.A.W. Janssen, E. Goverse, J.J. Wieringa & K.F. Rijdsdijk, Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica, Universiteit van Amsterdam, Science Park 904, 1098 XH Amsterdam. *E-mail voor correspondentie: j.g.b.oostermeijer@uva.nl

FIGUUR 1

De kalkgraslanden van Roodborn (foto: Gerard Oostermeijer).

Al 25 jaar bezoeken de eerstejaars biologiëstudenten van de Universiteit van Amsterdam het gebied rond de Piepert in Zuid-Limburg om kennis te maken met de rijke flora en fauna. Tijdens deze veldcursus zijn van 1994 tot 2018 onder meer de ontwikkeling van flora en vegetatie van het gebied Roodborn onderzocht, van een begin tachtiger jaren uit de productie genomen akker tot bijna volwaardig kalkgrasland in 2018 [figuur 1]. De resultaten van dit lange-termijnonderzoek bieden interessante inzichten op het gebied van plantencologie en natuurbeheer.

INLEIDING

Veldcursussen in floristiek en plantencologie vormen voor veel studenten nog steeds de leukste onderdelen van hun studie. Vaak worden zulke cursussen al héél lang gegeven, en min of meer met

dezelfde opzet. Dat biedt bij een slimme aanpak interessante mogelijkheden voor lange-termijn monitoring van ecologische processen, bijvoorbeeld in het kader van natuurbeheer. In dit artikel wordt daarvan een voorbeeld gegeven aan de hand van een sinds 1994 lopend onderzoek aan een herstelproject in een uit de productie genomen serie akkers in het gebied Roodborn-Eyserbossen bij Eys in Zuid-Limburg. Het doel van het herstelbeheer was ontwikkeling van soortenrijk kalkgrasland, omdat dit een sterk bedreigd habitattypen is van kalkrijke hellingen (WALLIS DE VRIES *et al.*, 2002; SMITS *et al.*, 2009a; SMITS & BOBBINK, 2012).

Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond vormt een zeer belangrijke component van de totstandkoming van het NatuurNetwerk Nederland (NNN). De natuurontwikkeling begint doorgaans met het weghalen van de bouwvoor, om snel van de geaccumuleerde voedingstoffen in dit deel van de bodem af te komen. Goed ontwikkelde, soortenrijke kalkgraslanden met veel karakteristieke soorten komen immers voor op een kalkrijke maar voedselarme bodem (RUNHAAR *et al.*, 2009).

Ontgronden is de meest gebruikte weg naar vershraling van de bodem, maar er zijn ook alterna-



FIGUUR 2
UvA-studenten druk bezig met determinatie van de flora van de spoorhelling met behulp van loep en 'de Heukels' (foto: Gerard Oostermeijer).

FIGUUR 3
Kaart van het gebied op de flanken van de Piepert bij Eys, Zuid-Limburg, met beide onderzoeklocaties daarin rood omlijnd aangegeven.

tienv. Verschraling door maaien en afvoeren van het maaisel (hooien) is zo'n alternatief, maar hoewel het veel goedkoper is, duurt het met deze aanpak naar verwachting aanzienlijk langer voordat het doel "succesvol herstel van een kalkgrasland op voedselarme bodem met de bijbehorende karakteristieke soorten" is bereikt. Wel is deze benadering duurzamer dan afgraven van de bouwvoor -wat neerkomt op bodemamputatie (ook wel 'truncatie' genoemd)- omdat het bovenste deel van de bodem intact blijft, waardoor een natuurlijker bodemecologisch herstel mogelijk is.

In het onderzoeksgebied Roodborn werden de akkers in 1981 uit de productie genomen. Vervolgens werd op de percelen twee jaar mais geteeld die op de piek van de productie werd geoogst om daarmee zoveel mogelijk door de planten opgenomen voedingsstoffen te verwijderen. Dit proces staat ook wel bekend als 'uitmijnen'. Sinds 1988 worden de percelen jaarlijks gefaseerd gemaaid en gehooid. Hierbij blijven jaarlijks wisselende delen van de vegetatie overstaan waarin de fauna kan overwinteren.

In 1994 werd in het kader van de floracursus van de Universiteit van Amsterdam voor het eerst een veldwerkperiode van drie dagen in Zuid-Limburg georganiseerd, waarbij de zich ontwikkelende gras-

landen van Roodborn samen met het aangrenzende bosgebied van de 'Eyserbossen', de spoorhelling van het 'Miljoenenlijntje' en de floristisch interessante berm van de holle Biesbergerweg gedurende een hele dag onderwerp van botanisch onderzoek waren. Het jaarlijkse onderzoek naar de soortensamenstelling van dit gebied vindt nog steeds plaats, zodat inmiddels een indrukwekkende reeks gegevens is verzameld die een goed beeld geeft van het herstel van de kalkgraslandvegetatie. Vanaf 2007 is de cursus uitgebreid en heet nu "Organismen in het Milieu". Naast flora en vegetatie wordt ook de entomofauna bestudeerd. In dit artikel wordt alleen verslag uitgebracht over de resultaten van het floristisch onderzoek tot 2018, waarin we de gegevens van 25 jaar samenbrengen. De hoofdvragen die we daarbij stellen luiden als volgt:

- Hoe ontwikkelden flora en vegetatie van het voormalige akkergebied zich ten opzichte van het gebruikte referentiegebied, te weten het kalkgrasland op de spoorhelling van het Miljoenenlijntje?
- Welke inzichten geven de veranderingen in flora en vegetatie in de veranderingen in het abiotische milieu ten gevolge van het terreinbeheer?
- Bestaan er verbanden tussen de (uit de soorten af te leiden) milieuparameters vochtigheid, zuurgraad en voedselrijkdom en de soortenrijkdom en het aandeel Rode Lijstsoorten in de vegetatie?
- Is het verschrallingsbeheer succesvol in termen van toename van biodiversiteit en terugkeer van zeldzame karakteristieke kalkgraslandsoorten?
- Op welke termijn is een volledig herstel van het kalkgrasland (ten opzichte van de referentie) bereikt?

MATERIAAL & METHODE

Onderzoeksgebied

Het onderzoek werd verricht in het gebied Roodborn, in beheer bij Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) en op het kalkgrasland naast het Miljoenenlijntje tussen Valkenburg en Kerkrade (ook wel bekend als 'spoorhelling Eys') [figuur 2] in beheer bij de Zuid-Limburgse Stoomtrein Maatschappij, samen met de Stichting Instandhouding Kleine Landschapselementen in Limburg (IKL). De ligging van beide terreinen is rood omlijnd aangegeven in figuur 3.

Werkwijzen tijdens het veldwerk

Tot 2007 werden gegevens over flora en vegetatie verzameld door vanaf de dalbodem langs de Biesbergerweg omhoog te lopen naar de parkeerplaats bovenop het plateau. Op vooraf bepaalde opnamepunten langs de route werden vegetatieopnamen gemaakt met de Tansley-schaal, die de abundantie van soorten schat in de klassen r(are), o(ccasional), f(requent), a(bundant), en d(ominant) of c(odominant). De hele groep studenten werd

opgedeeld in kleinere sub-groepjes, zodat van elk opnamepunt meerdere ruimtelijk gespreide opnamen werden gemaakt. Het aantal opnamen per opnamepunt per jaar hing dus af van de totale groepsgrootte. Elk subgroepje werd bij het

maken van de opnamen begeleid door een ervaren docent die ervoor zorgde dat zoveel mogelijk van de aanwezige soorten, óók de niet-bloeiende, werden gedetermineerd en in de opname terecht kwamen. Nadat alle soorten waren gedetermineerd werden hun abundanties in groepsverband geschat met behulp van bovengenoemde Tansley-schaal.

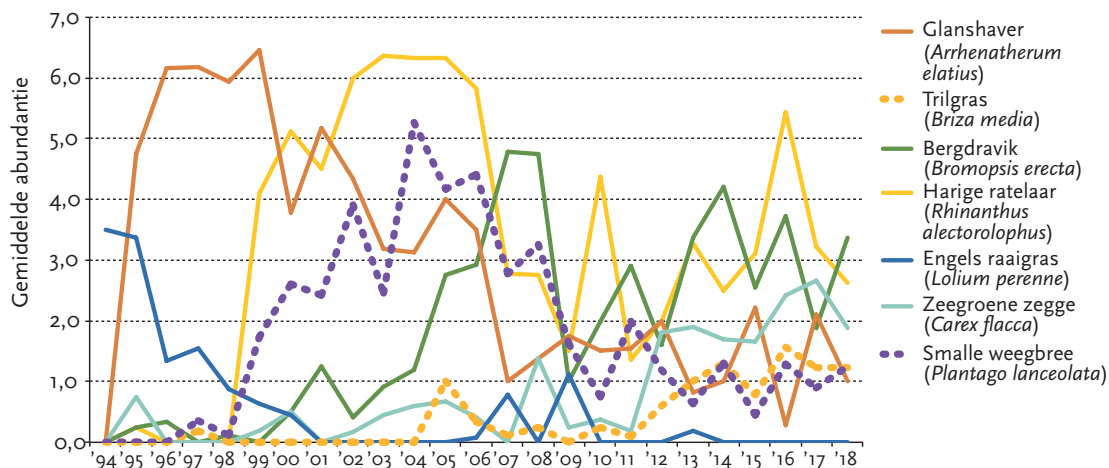
Vanaf 2007 bestond het veldwerk uit meerdere dagen waarop zowel de flora en vegetatie als de entomofauna werden bestudeerd. Op min of meer dezelfde opnamepunten als voorheen werden nu onder begeleiding van een docent door elk subgroepje van 6–8 studenten volledige vegetatieopnamen volgens de methode Braun-Blanquet gemaakt. De vegetatieopname bestond allereerst uit een beschrijving van de vegetatiestructuur in de vorm van schattingen van de totale bedekking en de bedekking van mos-, kruid-, struik- en strooisellaag en ten tweede een zo volledig mogelijke soortenlijst (zorgvuldig gecontroleerd door de begeleider) met van elke soort een schatting van het bedekkingspercentage in procenten. Er werd steeds gewerkt met een opnamevlak van 4 m².

Tot 2007 was de cursus uitsluitend een floracursus die werd begeleid door docenten met ervaring in de botanie en door hen getrainde student-assistenten of promovendi. Vanaf 2007 bestond de groep begeleiders deels uit botanici en deels uit entomologen en herpetologen. Het veldwerk werd jaarlijks voorbereid, zodat kennis over soorten, ecologie en veldkenmerken kon worden uitgewisseld. Voor de controle van determinaties door studenten werd gebruik gemaakt van een jaarlijks bijgewerkte soortenlijst, gebaseerd op de geaccumuleerde gegevens van voorgaande jaren.

Voor alle determinaties werd gebruik gemaakt van Heukels' Flora van Nederland (VAN DER MEIJDEN, 2005), steeds in de laatste editie.

Data-analyse

De tijdreeks die door de langjarige monitoring van de vegetatie ter beschikking stond beslaat inmiddels 25 jaar. De vegetatieopnamen bieden ten eerste de



mogelijkheid de in die periode opgetreden veranderingen in de vegetatie kwalitatief te beschrijven.

Voor elke opname is het totale aantal waargenomen soorten en het aantal Rode Lijstsoorten (vanaf hier afgekort tot RL-soorten) geteld, waaruit vervolgens het percentage RL-soorten werd berekend. Uit elke opname werden ook de ecologische indicatorgetallen van ELLENBERG *et al.* (1991) voor vochtgehalte, zuurgraad en voedselrijkdom van de bodem berekend. Deze auteurs hebben op grond van veldervaring en onderzoeksresultaten aan alle Midden-Europese plantensoorten indicatorwaarden toegekend, meestal op een schaal van 1 tot 9, voor een aantal belangrijke ecologische factoren. De heischrale-graslandsoort Liggende vleugeltjesbloem (*Polygala serpyllifolia*) heeft in dit systeem bijvoorbeeld een zuurgetal 2, terwijl de kalkgraslandsoort Kuifvleugeltjesbloem (*Polygala comosa*) een 8 heeft. Voor voedselrijkdom heeft Bergdravik (*Bromopsis erecta*) bijvoorbeeld een indicatorgetal 3 en Glanshaver (*Arrhenatherum elatius*) een 7 [figuur 4]. Omdat we de mate van bedekking van elke soort mee wilden laten wegen (aannemend dat een enkel exemplaar in een opname minder zegt over de milieuomstandigheden dan een soort met een bedekking van 60%) is per opname de gewogen gemiddelde Ellenbergwaarde berekend, tot 2007 op basis van de in numerieke waarden omgezette Tansley-scores ('rare'=1, 'occasional'=2, 'frequent'=5, 'abundant'=6, 'codominant'=7, 'dominant'=8), en vanaf 2008 met de geschatte bedekkingspercentages per soort. Met deze berekeningswijze tellen indicatorwaarden van soorten met een lagere abundantie/bedekking dus minder zwaar mee in het gemiddelde per opname. Per jaar werd uit de beschikbare opnamen van alle subgroepen het gemiddelde van elke variabele berekend met de bijbehorende standaarddeviatie. Met behulp van lineaire regressie op deze gemiddelde waarden werd getoetst of een variabele significant veranderde in de tijd. Met een stapsgewijze multiple regressie werd het verband onderzocht tussen de Ellenberg-indicatorwaarden, de soortenrijkdom en het percentage RL-soorten van de opnamen.

FIGUUR 4
Veranderingen in de gemiddelde abundantie van enkele kenmerkende soorten in het herstellende kalkgrasland van Roodborn tussen 1994 en 2018. Tot en met 2007 werd de abundantie geschat met behulp van de Tansley-schaal, daarna werden bedekkingspercentages geschat. Beide methoden zijn omgezet in een numerieke abundantieschaal die onderlinge vergelijking mogelijk maakt. Per jaar werd het gemiddelde berekend uit de abundantiescores van alle door de studenten gemaakte vegetatieopnamen.



FIGUUR 5
De halfparasiet Harige ratelaar (*Rhinanthus alectorolophus*) onderdrukt de groei van het gras en zorgt zo voor vershraling van de vegetatie (foto: Gerard Oostermeijer).

Het verschil tussen de spoorhelling en het herstellende kalkgrasland in soortenrijkdom, aantal en percentage RL-soorten en de drie Ellenberg-waarden werd onderzocht met behulp van gepaarde t-toetsen, waarbij voor elk jaar de gemiddelde waarde voor elke van beide locaties kon worden vergeleken.

RESULTATEN

Veranderingen in flora en fauna

In 1994, het eerste jaar van het onderzoek, bestond de vegetatie op het herstellende kalkgrasland vooral uit een enorme populatie van Paardenbloem (*Taraxacum officinale* s.l.), vergezeld door Hopklaver (*Medicago lupulina*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Peen (*Daucus carota*), Jacobskruiskruid (*Jacobaea vulgaris*), Wilde agrimonie (*Agrimonia eupatoria*), Akkerdistel (*Cirsium arvense*) en Speerdistel (*Cirsium vulgare*). Een bijzondere, destijds talrijke soort was Donderkruid (*Inula conyzae*). Codominante grassen waren Engels raaigras (*Lolium perenne*), Timoteegras (*Phleum pratense*), Zachte dravik (*Bromus hordeaceus*) en pleksgewijs Zachte haver (*Helictotrichon pubescens*). In 1995 kwamen in de vegetatietabel al soorten voor als Harige ratelaar (*Rhinanthus alectorolophus*), Geelhartje (*Linum catharticum*), Ruige weegbree (*Plantago media*), Wilde marjolein (*Origanum vulgare*) en de eerste Bergdravik. Glanshaver nam sterk toe in de vegetatie, zodat we in deze fase van een Glanshaverhooiland kunnen spreken. Het effect van de halfparasiet Harige ratelaar [figuur 5] op de vitaliteit van de grassen was al goed zichtbaar, terwijl de Vlindebloemigen werden aangepakt door duizenden exemplaren van de Klavervreter (*Orobancha minor*) [figuur 6].

Vanaf 1997 begint ook Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*) sterk toe te nemen, en plaatselijk is deze dan al codominant met Glanshaver. Zaailingen van houtige soorten als Eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*), Rode kornoelje (*Cornus sanguinea*),

Bosrank (*Clematis vitalba*) en Es (*Fraxinus excelsior*) beginnen vanaf 1999 op te komen. Vanaf dat jaar beginnen ook de eerste individuen van Bijenorchis (*Ophrys apifera*), Klein streepzaad (*Crepis capillaris*) en Groot streepzaad (*Crepis biennis*) zich te vestigen. Het karakter van de vegetatie is dan nog steeds een open Glanshaverhooiland met dominantie van Paardenbloem, Hopklaver, Witte klaver en Peen met lokaal enkele kalkgraslandsoorten als Harige ratelaar, Geelhartje en Wilde marjolein. In 2001 vestigen zich in hetzelfde vegetatietype enkele nieuwkomers als Ruige leeuwentang (*Leontodon hispidus*), Paardenbloemstreepzaad (*Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*) en Gewone vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*). In 2003 komen daar Beemdkroon (*Knautia arvensis*) en Gewone margriet (*Leucanthemum vulgare*) bij; Rode klaver (*Trifolium pratense*) begint het over te nemen van de Witte klaver. Vanaf 2004 beginnen Bergdravik en Goudhaver (*Trisetum flavescens*) zich uit te breiden en begint de dominantie van Glanshaver geleidelijk af te nemen [figuur 4]. In 2008 vestigt Zeegroene zegge (*Carex flacca*) zich in het grasland, net als Hondskruid (*Anacamptis pyramidalis*), waarvan de populatie vanaf toen elk jaar is gegroeid tot momenteel circa 300 bloeiende individuen. De laatste jaren wordt het grasland regelmatig gekoloniseerd door Purperorchis (*Orchis purpurea*), Soldaatje (*Orchis militaris*) [figuur 7a], Welriekende nachtorchis (*Platanthera bifolia*) [figuur 7b] en Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*), maar deze vestigingen zijn meestal van korte duur. Vaak lijken deze orchideeën kort nadat ze in bloei zijn gekomen alweer te worden uitgestoken, getuige de hoekige kuiltjes die we dikwijls enkele weken later op de vindplaatsen aantreffen. Op de spoorhelling veranderde de soortensamenstelling van de vegetatie in dezelfde periode beduidend minder sterk. De vegetatie is hier uitgesproken open van karakter, met witte brokken kalksteen zichtbaar aan de oppervlakte. Opvallend zijn de mierenbulten van de Gele weidemier (*Lasius flavus*), gekarakteriseerd door een begroeiing van Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Gewone zandmuur (*Arenaria serpyllifolia*) en Kalkwalstro (*Galium pumilum*), die in het herstellende kalkgrasland (nog) ontbreken. Aspectbepalende soorten in de plantengemeenschap zijn Blaassilene (*Silene vulgaris*), Wondklaver (*Anthyllis vulneraria*), Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*), Slangenkruid (*Echium vulgare*), Ruige scheefkelk (*Arabis hirsuta* subsp. *hirsuta*), Gevinde kortsteel, Driedistel (*Carlina vulgaris*), Dicht havikskruid (*Hieracium vulgatum*), Muizenoor (*Hieracium pilosella*), Ruige leeuwentang [figuur 8a], Kleine bevernel (*Pimpinella saxifraga*), Duifkruid (*Scabiosa columbaria*) [figuur 8b], Grote centaurie (*Centaurea scabiosa*) [figuur 8c] en Knoopkruid (*Centaurea jacea*). Hier en daar groeien exemplaren van Gelobde maanvaren (*Botrychium lunaria*), Breed fakkelgras (*Koeleria pyramidata*), Grote muggenorchis en Graslathyrus (*Lathyrus nissolia*). De helingopwaarts toenemende dominantie van Gevinde

kortsteel en afnemende soortenrijkdom wijzen erop dat vanuit de bovenliggende akkerrand meststoffen hellingafwaarts spoelen.

Veranderingen in soortenrijkdom en het optreden van Rode Lijstsoorten

De soortenrijkdom, gemeten als het gemiddelde aantal soorten in de in elk gebied gemaakte vegetatieopnamen, veranderde niet significant in de tijd. Dit geldt zowel voor de spoorhelling als voor het herstellende kalkgrasland [figuur 9a]. In sommige jaren (2002, 2007 en 2015) waren de spoorhellingopnamen wel significant soortenrijker dan die van het herstellende kalkgrasland. Er is vanaf 2007 een duidelijke 'dip' zichtbaar in de soortenrijkdom, die zich echter vanaf 2016 weer hersteld heeft (het voorjaar van 2017 was extreem heet, waardoor een aantal soorten al verdwenen was tijdens het veldwerk).

Het aantal en het percentage RL-soorten in de vegetatie veranderde wél significant in de tijd [figuur 9b en 9c]: beide namen significant toe in het herstellende kalkgrasland maar op de spoorhelling bleef het aantal RL-soorten min of meer gelijk, terwijl hun aandeel in de opnamen significant afnam. Door deze veranderingen in de tijd nam het verschil tussen het herstellende kalkgrasland en de spoorhelling af. Vanaf 2009 waren zowel het aantal als het percentage RL-soorten niet langer significant verschillend tussen beide locaties.

Door de flora geïndiceerde abiotische veranderingen

Het vochtgetal van de spoorhelling nam tussen 1994 en 2018 significant af [figuur 9d]. Het gaat weliswaar slechts over tienden (afname van circa 4,0 tot 3,77), wat bijvoorbeeld veroorzaakt kan zijn door verandering in dominantie van enkele reeds aanwezige iets meer droogte-indicerende soorten. Relatief sterker was de verandering van het gemiddelde vochtgetal van het herstellende kalkgrasland, dat in dezelfde periode significant afnam van 4,6 tot 3,9 [figuur 9d]. Opvallend is dat gedurende de tijd de waarden van beide graslanden steeds meer overeen gaan komen; vanaf 2009 verschilt het vochtgetal niet langer significant tussen beide gebieden.

De veranderingen in Ellenbergs zuurgetal zijn eveneens subtiel: op de spoorhelling was de verandering niet significant, maar in het herstellende kalkgrasland nam het gemiddelde zuurgetal in de tijd significant toe, van circa 6,8 tot 7,5 [figuur 9e]. Ook hier is het duidelijk dat de indicatorwaarden van beide graslanden over de studieperiode convergeren.

Het spectaculairst is de verandering die in het voedselrijkdomgetal van het herstellende kalkgrasland heeft plaatsgevonden [figuur 9f]. Van 1994 tot heden nam daar de indicatorwaarde af van 5,3 tot 3,6. Vanaf 2013 verschilde het indicatorgetal niet significant meer van de waarde van de spoorhelling, die in dezelfde periode juist significant toenam van circa 2,6 naar 3,1 [figuur 9f].



FIGUUR 6

De parasitaire Klavervreter (*Orobanche minor*) groeide met name in de beginjaren van de natuurontwikkeling massaal in het gebied (foto: Gerard Oostermeijer).

Samenvattend kan gesteld worden dat terwijl de abiotiek van het spoorhellinggrasland in de tijd min of meer gelijk bleef tot licht veranderde, het herstellende kalkgrasland convergeerde naar deze referentiewaarden. De soortensamenstelling geeft via de indicatorgetallen aan dat het uitgemijnde grasland van Roodborn langzamerhand droger, basischer en aanzienlijk voedselarmer is geworden en vanaf 2013 statistisch niet meer verschilt van de spoorhelling.

VERBANDEN TUSSEN SOORTENRIJKDOM EN ABIOTIEK

Als de gegevens van de spoorhelling en het herstellende kalkgrasland worden samengenomen neemt het totale aantal soorten per opname in de tijd significant af (Pearson's $r = -0,143$, $p=0,004$). Deze afname is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de eerdergenoemde 'dip' in het aantal soorten die optrad nadat vanaf 2007 de studenten in het veld niet meer uitsluitend door botanici werden begeleid, maar ook door entomologen en herpetologen, die minder plantenkennis hadden. Analyses op de data tot 2007 en vanaf 2007 laten zien dat er tot 2007 geen significante verandering in de waargenomen soortenrijkdom optrad ($r = -0,036$, $p=0,596$), terwijl het aantal soorten vanaf 2007 significant toenam ($r = 0,312$, $p\leq 0,001$). In plaats van een door milieufactoren veroorzaakte verandering in soortenrijkdom lijkt de oorzaak eerder een waarnemerseffect. De entomologen en herpetologen werden in de tijd betere plantenkenner, waardoor de vegetatieopnamen van de door hen begeleide studenten steeds

FIGUUR 7
 Het Soldaatje (*Orchis militaris*) (a) en de
 Welriekende nachtorchis
 (*Platanthera bifolia*)
 (b) zijn twee van de
 orchideeënsoorten
 van de kalkhelling van
 Roodborn (foto's:
 Gerard Oostermeijer).



vollediger werden. Voor de gewogen Ellenberg-indicatorwaarden had dit waarnemerseffect overigens geen consequenties omdat de gemiste soorten waarschijnlijk vooral zaailingen of kleine exemplaren waren; duidelijk aanwezige onbekende soorten werden altijd nagevraagd bij de botanici.

In de hele dataset bestaat een zeer significant negatief verband tussen het voedselrijkdomgetal en het aantal en het percentage RL-soorten [figuur 10]. Omdat er ook significante onderlinge verbanden zijn tussen de drie Ellenberg-indicatorwaarden is een stapsgewijze multiële regressie uitgevoerd om de afzonderlijke effecten van elk indicatorgetal op de responsvariabelen te kunnen bepalen. Alleen het voedselrijkdomgetal bleek een significante component in het resulterende regressiemodel.

Met alleen de data van het herstellende kalkgrasland van Roodborn leverde dezelfde analyse een model op waaraan het voedselrijkdomgetal het meest significant bijdraagt, met een zeer geringe toename (4,2%) in de verklaarde variantie wanneer ook het zuurgetal in het model wordt opgenomen (regressie op %RL-soorten/opname, alleen N-getal: $F_{[1,254]} = 147,1, p \leq 0,001, R^2 = 0,364$; N- en Z-getal samen: $F_{[1,253]} = 88,0, p \leq 0,001, R^2 = 0,406$). De factor 'jaar' werd ook nog opgenomen in de analyse, om rekening te houden met de aanzienlijke veranderingen in de tijd op deze locatie, maar droeg niet significant bij aan het model.

Wanneer een vergelijkbare multiële regressie wordt uitgevoerd op de data van de spoorhelling is alleen het voedselrijkdomgetal significant gecorreleerd met het aantal RL-soorten/opname en dragen beide andere indicatorgetallen en de factor 'jaar' niet significant bij aan het model ($F_{[1,146]} = 27,4, p \leq 0,001, R^2 = 0,152$). Hoewel de hele spoorhelling ten op-

zichte van het herstellende kalkgrasland voedselarm en basisch is geldt ook binnen deze locatie dus dat opnamen op relatief voedselrijke, productieve plekken minder Rode-lijstsoorten bevatten.

DISCUSSIE

De veranderingen in de flora en abiotiek van beide onderzoeksgebieden bieden allerlei interessante inzichten op het gebied van de plantecologie en het natuurbeheer. We bespreken de resultaten van het onderzoek aan de hand van de in het begin van dit artikel gestelde vragen.

Ontwikkelingen in flora en vegetatie van het voormalige akkergebied ten opzichte van het referentiegebied

In 1994 toonde het grasland van Roodborn al interessante soorten als Wilde marjolein en Donderkruid, maar het was met (co-)dominantie van Engels raaigras, Timoteegras, Hopklaver en Witte klaver nog ver verwijderd van het streefdoel: een soortenrijk kalkgrasland. Op de spoorhelling groeiden in dat jaar al soorten als Duifkruid, Grote centaurie, Kalkwalstro, Breed fakkelgras en Gelobde maanvaren. De vegetatieopnamen laten zien dat er in de voormalige akker flinke verschuivingen in de soortensamenstelling optraden, terwijl de situatie op de spoorhelling weinig veranderde. Grof gezegd veranderde het grasland eerst in een Glanshaverhooiland en later in een nog steeds relatief productief kalkgrasland, waarin Harige ratelaar de dominantie van Bergdravik enigszins in bedwang hieldt, en waarin langzamerhand steeds meer karakteristieke kalkgraslandsoorten optraden. Aspectbepalend werden naast Bergdravik en Harige ratelaar vooral Gewone margriet, Wilde agrimonie,



FIGUUR 8
Enkele kenmerkende
soorten van het
kalkgrasland zijn
Ruige leeuwentand
(*Leontodon hispidus*)
(a), Duifkruid (*Scabiosa
columbaria*) (b) en Grote
centaurie (*Centaurea
scabiosa*) (c) (foto's:
Gerard Oostermeijer).

Knoopkruid, Ruige weegbree, Rode klaver, Hopklaver, Jacobskruiskruid en diverse streepzaadsoorten (*Crepis* spp.), waaraan te zien is dat het grasland nog dicht tegen een Glanshaverhooiland aan zit. Soorten als Trilgras (*Briza media*), Zeegroene zegge, Geelhartje, Zachte haver, Gevinde kortsteel, Duifkruid, Veldsalie (*Salvia pratensis*), Hondskruid [figuur 11a], Grote muggenorchis [figuur 11b] en Bijenorchis [figuur 11c] laten echter zien dat de ontwikkeling de goede kant opgaat. Ook de vestiging van Soldaatje, Welriekende nachtorchis en Bosorchis (*Dactylorhiza fuchsii*) geven dat aan. Uitgaande van het uitmijnen van het gebied in 1984–1986 kunnen we concluderen dat circa 20 jaar later, vanaf 2003–2004, de ontwikkeling richting kalkgrasland werd ingezet. Daarbij is het ongetwijfeld van groot belang geweest dat er bovenaan het perceel, tegen de bosrand aan, nog een strook verruigd kalkgrasland resteerde. Die strook vormde een refugium voor soorten als Gevinde kortsteel, Zeegroene zegge, Grote centaurie, Geelhartje, Ruig viooltje (*Viola hirta*), Kattendoorn (*Ononis repens* subsp. *spinosa*), Duifkruid en zelfs enige tijd Duitse gentiaan (*Gentianella germanica*). Behalve de laatstgenoemde, die waarschijnlijk een te kleine restpopulatie had (LUIJTEN *et al.*, 1999, OOSTERMEIJER *et al.*, 2002), hebben al deze soorten het herstellende grasland dus vanuit die nabijgelegen bronpopulatie kunnen herkoloniseren. Dat toont aan hoe belangrijk kleine restanten van bedreigde habitattypen voor natuurherstel zijn, maar laat ook zien dat sommige soorten te kleine populaties kunnen hebben om in zulke restanten langere tijd te kunnen overleven (OOSTERMEIJER *et al.*, 1998; 2003). Aan de bovenrand van het gebied staan ook nog enkele individuen van de nóg sterker bedreigde Franjegentiaan (*Gentianopsis ciliata*), (OOSTERMEIJER *et al.*, 2002; KLIMKOWSKA *et al.*, 2011),

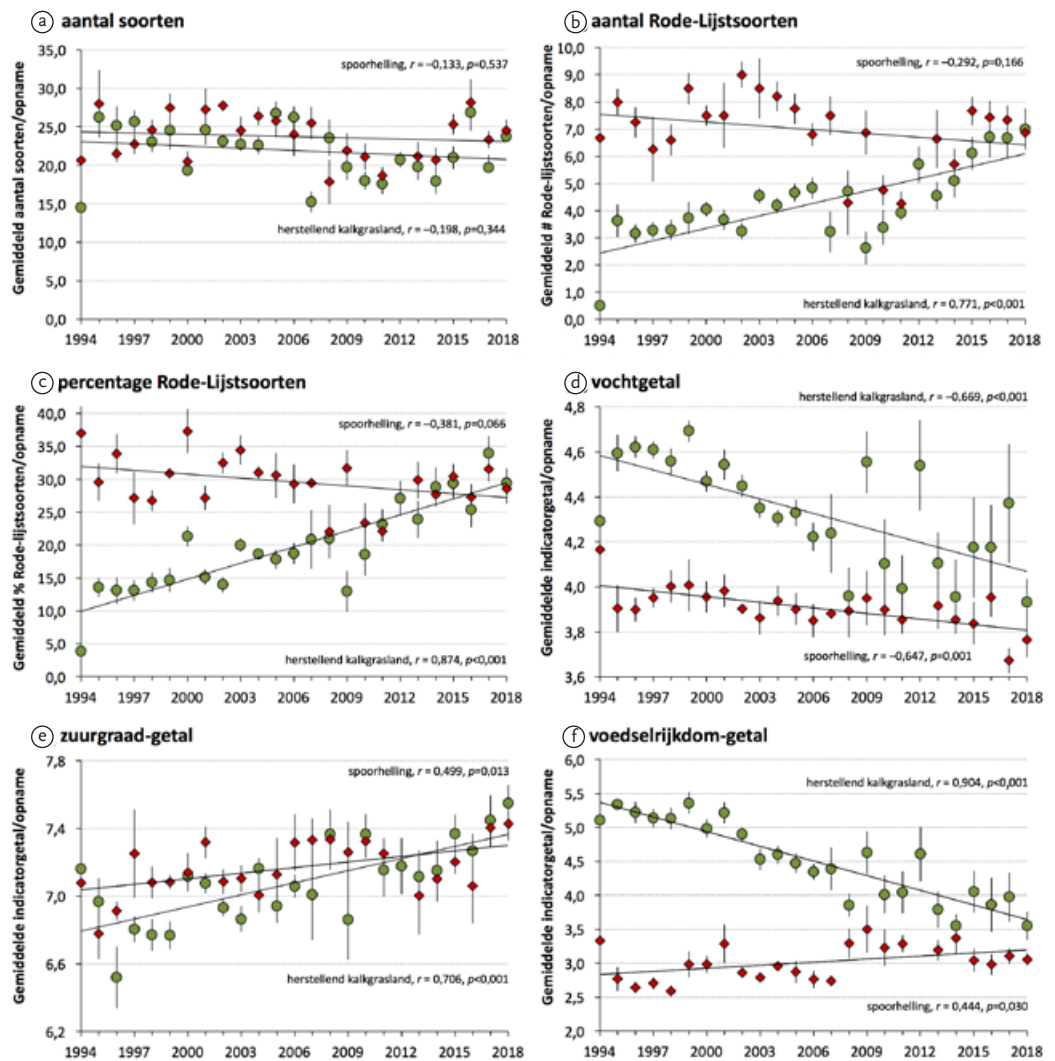


maar deze late bloeier produceert zelden zaad omdat de planten óf te vroeg worden afgemaaid óf omdat passerende wandelaars precies op de groeiplaats gaan zitten om er te rusten of te picknicken.

FLORA EN VEGETATIE ALS INDICATOREN VAN VERANDERINGEN IN HET ABIOTISCHE MILIEU

De indicatorwaarden van Ellenberg (ELLENBERG *et al.*, 1991) werden gebruikt om inzicht te krijgen in de abiotische veranderingen in de tijd, in het herstellende kalkgrasland en met de spoorhelling als referentie. Omdat deze analyse plaatsvond bin-

FIGUUR 9
Veranderingen
tussen 1994 en 2018
op het herstellende
kalkgrasland van
Roodborn (groene
cirkels) en de spoor-
helling (rode ruiten)
in de soortenrijkdom
(a) en het aantal (b)
en het percentage
(c) Rode-lijstsoorten
en in de Ellenberg-
indicatorgetallen voor
vocht (d), zuurgraad
(e) en voedselrijkdom
(f). De verticale balkjes
om elk punt geven de
standaardfout rond het
(gewogen) gemiddelde
van alle opnamen per
jaar aan.



nen (ruwweg) hetzelfde vegetatietype en gebruik gemaakt werd van vergelijking met een referentiegebied zijn de indicatorwaarden voor vochtigheid, zuurgraad en voedselrijkdom goed bruikbaar (WAMELINK *et al.*, 2002).

De veranderingen in flora en vegetatie geven via de Ellenberg-indicatorgetallen aan dat het jarenlang (gefaseerd) maaien en hooien van het gebied zeer succesvol tot verschralling heeft geleid. Het grasland van Roodborn is in de tijd significant droger, basischer (kalkrijker) en voedselarm geworden. Het bodemprofiel laat weliswaar nog steeds een donkere top laag (oude bouwvoor) zien, vermengd met kleine fragmenten kalksteen, maar deze is door het beheer veranderd van zwak zuur (Ellenberg-zuurgetal 6,6-6,8) in zwak basisch (zuurgetal 7,1-7,2) en van matig voedselrijk (Ellenberg-voedselrijkdomgetal 5,4) in voedselarm (voedselrijkdomgetal <4). De bodem van een 'typisch' kalkgrasland heeft een pH >6,5, en is matig voedselarm tot licht voedselrijk (RUNHAAR *et al.*, 2009), wat goed overeenkomt met de bevindingen op het grasland van Roodborn. Het verschrallingsproces komt overeen met dat zoals beschreven voor de Wijlre-akkers

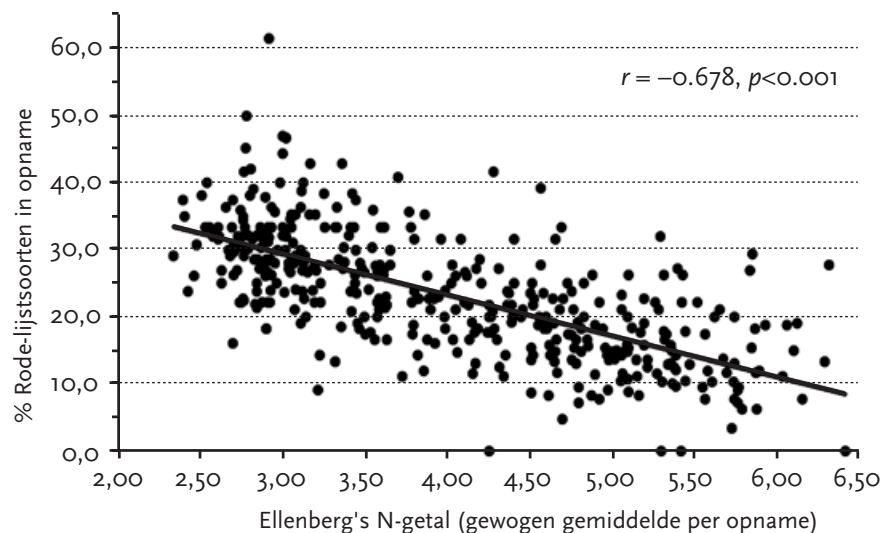
door SCHAMINÉE & HENNEKENS (1985).

Mogelijk door de korter en opener geworden vegetatiestructuur nam ook het vochtgetal duidelijk af, van 4,6 naar 4,0. Het vochtgetal nam echter ook op de spoorhelling significant af, hoewel slechts in zeer geringe mate, dus deels zou het droger worden van het gebied ook nog andere oorzaken kunnen hebben. Klimaatverandering is dan de meest voor de hand liggende verklaring. De temperatuur in Maastricht steeg van 1906 (9,1 °C) tot 2018 (11,7 °C) zeer significant (Gegevens KNMI, weerstation Maastricht (308), jaargemiddelde: Spearman rangcorrelatie, $\rho = 0,623, p < 0,001$), maar die opwarmingstrend geldt niet voor de studieperiode sinds 1994 ($\rho = 0,327, p = 0,110$). Gedurende die periode fluctueerde de gemiddelde jaartemperatuur tussen de 8,8 en 11,7 °C, maar met een gemiddelde over de hele periode van 10,7 °C. Ter vergelijking: tussen 1910 en 1935 was het gemiddeld 9,3 °C. Het was van 1994-2018 dus weliswaar meer dan 1,4 °C warmer dan vroeger, maar de temperatuur steeg tijdens ons onderzoek niet significant. Ook wat betreft de neerslag werd het in Zuid-Limburg van 1994 tot 2017-2018 niet significant droger (jaartotaal:

$\rho = -0,092$, $p = 0,661$, en trends voor de afzonderlijke seizoenskwartalen zijn ook niet significant). Ook waren de vochtindicatorgetallen voor de spoorhelling en het herstellende grasland niet significant gecorreleerd met de totale neerslag in een jaar of de neerslag in lente en zomer of die in de herfst en winter van het jaar ervoor. Klimaatverandering is dus geen goede verklaring voor de waargenomen afname in het vochtgetal. Het opener worden van de vegetatie, bijvoorbeeld door betreding en schapenbegrazing, is een plausibeler uitleg. Terwijl het herstellende grasland van Roodborn in de tijd steeds voedselrijker werd nam het voedselrijkdomgetal van de spoorhelling gemiddeld toe, al is het slechts zeer weinig [figuur 9f]. Er lijkt dus enige eutrofiëring van het zeer voedselarme kalkgrasland plaats te vinden, hetgeen gezien het sterke negatieve verband tussen het voedselrijkdomgetal en het aantal en percentage RL-soorten geen goed nieuws is. Inderdaad nam het percentage RL-soorten in de spoorhellingopnamen in dezelfde periode licht (marginaal significant) af [figuur 9c]. Samen geeft dit een belangrijk signaal dat vraagt om actie om dit bijzondere natuurgebied met zijn hoge aantal zeldzame karakteristieke soorten voor verdere achteruitgang te behoeden. Die actie kan bijvoorbeeld bestaan uit het tegengaan van de instroom van meststoffen vanuit het aangrenzende, bovengelegen akkerperceel. Een 4-5 meter brede, niet-bemeste akkerrand als bufferzone is een goed idee, want die verschaft dan tevens – net als voorheen – geschikt leefgebied aan karakteristieke akkerflora en –fauna. In de negentiger jaren van de vorige eeuw werden in deze akkerrand naast Korenbloem (*Centaurea cyanus*) en Grote klaproos (*Papaver rhoeas*) ook nog redelijke aantallen Groot spiegelklokje (*Legousia speculum-veneris*), Blauw walstro (*Sherardia arvensis*) en Nachtkoekoeksbloem (*Silene noctiflora*) aangetroffen. Mogelijk bevinden zich nog zaden van deze planten in de bodem. In de directe omgeving is Groot spiegelklokje recent nog samen met Blauw guichelheil (*Anagallis arvensis* subsp. *foemina*) waargenomen, en iets langer geleden kwamen in de holle weg nog Getande veldsla (*Valerianella dentata*) en Ruw pazelzaad (*Lithospermum arvense*) voor, die waarschijnlijk ook nog in de zaadvoorraad aanwezig zijn.

VERBANDEN TUSSEN INDICATORWAARDEN, SOORTENRIJKDOM EN RODE-LIJSTSOORTEN

Het blijkt dat Ellenbergs “Stickstoffzahl”, een maat voor de voedselrijkdom van de bodem, een dominante negatieve invloed heeft op zowel het herstellende kalkgrasland als op de spoorhelling. Schralere plekken in het grasland hebben over het algemeen



niet meer soorten, maar wél meer (en dus een groter aandeel) RL-soorten. Daarbij moeten we wel rekening houden met het feit dat veel soorten juist op de Rode Lijst staan omdat ze relatief gevoelig zijn voor processen als verdroging, vermessing en verzuring, samen met versnippering de factoren die tot de grootste afname in biodiversiteit hebben geleid (PLANBUREAU VOOR DE LEEFOMGEVING, 2014). Voedselarme leefmilieus zijn over het algemeen zeldzaam in Nederland, en daarmee ook de soorten die daar karakteristiek voor zijn. Voor kalkgraslanden is al eerder aangetoond dat de aan de voedselrijkdom gerelateerde hogere productiviteit van de vegetatie leidt tot verminderde lichtdoordringing en een andere kwaliteit van het doordringende licht. Beide aspecten pakken sterk negatief uit voor laagblijvende, kortlevende plantensoorten (SENDEN *et al.*, 1986; VERKAAR & SCHENKEVELD, 1984). Het negatieve verband met het voedselrijkdomgetal laat zien dat inwaai/inspoeling van meststoffen voor de bestudeerde kalkgraslanden een van de grootste bedreigingen vormt. Hetzelfde geldt voor nageenog al onze halfnatuurlijke landschappen (FIELD *et al.*, 2014). Het randeffect (RIES *et al.*, 2004) speelt daarbij een belangrijke rol, zoals hiervoor in feite al werd beschreven voor de spoorhelling, die nog steeds grenst aan bemest akkerland. Langzamerhand worden echter steeds meer terreinen in het gebied van de Eyserbeek, kasteel Cartils en de Piepert opgekocht, zodat met het juiste beheer een fantastisch soortenrijk natuurgebied kan ontstaan dat door de toegenomen oppervlakte en afnemende lengte aan randen een stuk robuuster kan worden.

Succes van het verschrallingsbeheer en de termijn van herstel

De hier beschreven veranderingen in flora en vegetatie en de daarop gebaseerde milieuparameters laten zien dat het uitmijnen en daaropvolgende gefaseerde beheer van maaien en hooien zeer succesvol zijn

FIGUUR 10
Verband tussen het Ellenberg-voedselrijkdomgetal ('Stickstoffzahl') van elke opname en het percentage Rode-Lijstsoorten in die opname voor de gezamenlijke gegevens van het herstellende kalkgrasland van Roodborn en de spoorweginrijding.

FIGUUR 11

Steeds meer soorten orchideeën verschijnen in het grasland van Roodborn, waaronder Hondskruid (*Orchis pyramidalis*) (a), Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*) (b) en Bijenorchis (*Ophrys apifera*) (c) (foto's: Gerard Oostermeijer).



geweest. De bodem van Roodborn is voedselarm, basischer en droger geworden en is daardoor in de loop der tijd meer en meer gaan lijken op die op de spoorhelling, die als referentiegebied is gebruikt. Duidelijke verschillen zijn nog de grotere steilheid en nauwelijks ontwikkelde bodem van de spoorhelling die bijdragen aan de grotere droogte en extreme voedselarmoede. Hoewel de door afgraving van het spoorwegtracé ontstane spoorhelling een andere oorsprong heeft, en de voormalige akker door een langere verweringsgeschiedenis een diepere bodem heeft, zou het verwijderen van de bouwvoor van de akker mogelijk sneller tot resultaat hebben geleid (SMITS *et al.*, 2009b). Ons onderzoek toont echter aan dat je met geduld en toewijding ook een goed herstel kunt bereiken, waarbij we ons

wel moeten realiseren dat de nabijheid van bronpopulaties daarbij waarschijnlijk wel een belangrijke rol heeft gespeeld. Uitwisseling tussen reservaten is voor de meeste karakteristieke plantensoorten van kalkgrasland nog steeds nauwelijks mogelijk (WILLEMS & BROUNS; 2005; SMITS *et al.*, 2009b). Ontsnippering vraagt urgent om actie van beleidsmakers, waarbij prima verbindingen kunnen ontstaan door in wegbermen kalkgraslandachtige vegetatie te ontwikkelen met vergelijkbaar verschalingsbeheer als in Roodborn is toegepast.

Het heeft al met al ongeveer 20 jaar geduurd voordat het aandeel RL-soorten van het grasland van Roodborn niet meer significant verschilde van het referentiegebied en er zich meerdere karakteristieke kalkgraslandsoorten in het grasland begonnen te vestigen. Ongetwijfeld zullen in de komende jaren nog meer karakteristieke soorten het grasland koloniseren (vergelijk ook het artikel van SCHAMINÉE & HENNEKENS (1985) over de Wijlre-akkers). Al enkele jaren nadat met het herstelbeheer begonnen was, was een soortenrijk grasland ontstaan dat weliswaar nog ver van het streefdoel af lag, maar dat door alle veranderingen zeer interessant was om te volgen en dat nog steeds een zeer dankbaar studieonderwerp vormt voor zowel studenten als docenten.

DANKWOORD

Gedurende de periode van 25 jaar hebben te veel studenten bijgedragen aan dit onderzoek om ze hier allemaal met naam te kunnen noemen. Het spreekt echter voor zich dat onze dank aan hen groot is. Elk jaar weer zeggen de studenten dat het veldwerk in Zuid-Limburg het meest inspirerende onderdeel van hun hele eerste jaar was, en

later zeggen velen ook dat het de leukste cursus van de hele studie was! We hopen dat ze dit artikel nog eens zullen lezen. Verder gaat onze grote dank uit naar de medewerkers van de terreinbeherende organisaties: Erwin Stultiens

van de Waterleiding Maatschappij Limburg (WML), Harry Bussink en Carlo van Seggelen van Stichting het Limburgs Landschap en Ingrid van Westerlaak en Huub van Proemeren van Staatsbosbeheer.

Summary

RESTORATION OF A SPECIES-RICH CALCAREOUS GRASSLAND BY MOWING AND HAYMAKING Results of 25 years of monitoring at Roodborn in the context of student field courses

This paper reports on the changes in flora and vegetation in a former arable field in the Roodborn area, near the village of Eys in southern Limburg. The data was collected over a period of 25 years during the annual field course for first-year biology students at the University of Amsterdam. After having been taken out of production, the heavily fertilised arable field was 'mined' by annual mowing, followed by hay removal. Since the aim was to develop a species-rich calcareous grassland, a nearby steep railway embankment with well-developed calcareous grassland vegetation was used as a reference site. Although the species richness of the regenerating calcareous grassland did not increase significantly over time, the proportion of characteristic (Red List) species did. After

15 years, this proportion no longer differed significantly from that in the reference area. The Ellenberg indicator numbers for moisture, acidity and nutrient richness also changed significantly over time, approaching the values measured at the reference site. In particular, the indicator value for nutrient-richness decreased spectacularly, and this decline largely explains the observed increase in Red List species. In about 25 years, the former arable field has developed into a beautiful nutrient-poor dry calcareous grassland that is very rich in rare, characteristic plant species, and is a treasure for the province. Our study demonstrates that mowing and haymaking can lead to very successful restoration of this endangered priority habitat type.

Literatuur

- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN, 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18: 9-160.
- FIELD, C., N. DISE, R. PAYNE, A. BRITTON, B. EMMETT, R.C. HELLIWELL, S. HUGHES, L. JONES, S. LEES, J.R. LEAKE, I.D. LEITH, G.K. PHOENIX, S.A. POWER, L.J. SHEPPARD, G.E. SOUTHON, C.J. STEVENS & S.J.M. CAPORN, 2014. The role of nitrogen deposition in widespread plant community change across semi-natural habitats. *Ecosystems*, 17: 864-877.
- KLIMKOWSKA, A., H. KEIZER-VLEK, M. WALLIS DE VRIES, R.J. BIJLSMA, A. SCHOTMAN, H. VAN DOBBEN, 2011. Urgente maatregelen tot behoud van bedreigde typische soorten en vegetatietypen van de Habitatrichtlijn. *Alterra, Wageningen*.
- LUIJTEN, S.H., J.G.B. OOSTERMEIJER, A.C. ELLIS-ADAM & J.C.M. DEN NIJS, 1999. Variable herkogamy and autofertility in marginal populations of *Gentianella germanica* in The Netherlands. *Folia Geobotanica*, 34: 483-496.
- MEIJDEN, R. VAN DER, 2005. Heukels' Flora van Nederland, 23e ed. Noordhoff Uitgevers, Groningen.
- OOSTERMEIJER, J.G.B., S.H. LUIJTEN, M.M. KWAK, E. BOERRIGTER & J.C.M. DEN NIJS, 1998. Zeldzame planten in het nauw: problemen van kleine populaties. *De Levende Natuur*, 99:134-141.
- OOSTERMEIJER, J.G.B., S.H. LUIJTEN, A.C. ELLIS-ADAM & J.C.M. DEN NIJS, 2002. Future prospects for the rare, late-flowering *Gentianella germanica* and *Gentianopsis ciliata* in Dutch nutrient-poor calcareous grasslands. *Biological Conservation*, 104: 339-350.
- OOSTERMEIJER, J.G.B., S.H. LUIJTEN & J.C.M. DEN NIJS, 2003. Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biological Conservation*, 113: 389-398.
- PLANBUREAU VOOR DE LEEFOMGEVING, 2014. Balans van de leefomgeving 2014; de toekomst is nú. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- RIES, L., R.J. FLETCHER JR., J. BATTIN & T.D. SISK, 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution & Systematics*, 35: 491-522.
- RUNHAAR, H., M.H. JALINK, H. HUNNEMAN, J.P.M. WITTE & S.M. HENNEKENS, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. *Kiwa Water Research* 09-018.
- SCHAMINÉE, J.H.J. & S.M. HENNEKENS, 1985. Bodem en vegetatie van de Wylré-akkers (Zuid-Limburg): van bouwland naar krijthellinggrasland. *De Levende Natuur*, 86: 53-60.
- SENDEN, J.W., A.J. SCHENKEVELD, & H.J. VERKAAR, 1986. The combined effect of temperature and red-far-red ratio on the germination of some short-lived chalk grassland species. *Acta Oecologica-Oecologia Plantarum*, 7: 251-259.
- SMITS, N.A.C., C.G.E. VAN NOORDWIJK, H.P.J. HUISKES, R. BOBBINK, H. ESSELINK, A.T. KUITERS, J.H.J. SCHAMINÉE, H. SIEPEL & J.H. WILLEMS, 2009a. Onderzoek naar de ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse hellingsschraallandcomplexen. *OBN-rapport, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit*, 2009/dk118-O.
- SMITS, N.A.C., R. BOBBINK, A.T. KUITERS, C.G.E. VAN NOORDWIJK, J.H.J. SCHAMINÉE & W.C.E.P. VERBERK, 2009b. Sleutelfactoren en toekomstperspectief voor herstel van het Limburgse heuvelland. *De Levende Natuur*, 110: 111-115.
- SMITS, N.A.C. & R. BOBBINK, 2012. Herstelstrategieën deel II-1. Stikstofgevoelige Habitattypen. h6210: Kalkgraslanden. http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_ii.aspx
- VERKAAR, H.J. & A.J. SCHENKEVELD, 1984. On the ecology of short-lived forbs in chalk grasslands: seedling development under low photon flux-density conditions. *Flora*, 175: 135-141.
- WALLIS DE VRIES, M.F., P. POSCHLOD & J.H. WILLEMS, 2002. Challenges for the conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integrating the requirements of flora and fauna. *Biological Conservation*, 104: 265-273.
- WAMELINK, G.W.W., V. JOOSTEN, H.F. VAN DOBBEN & F. BERENDSE, 2002. Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical field measurements. *Journal of Vegetation Science*, 13: 269-278.
- WILLEMS, J.H. & A. BROUNS, 2005. Schraal hellinggrasland Hoefijzer te Bemelen. Een botanische evaluatie van 24 jaar natuurbeheer. *Natuurhistorisch Maandblad*, 94: 94-99.



NATUURHISTORISCH GENOOTSCHAP IN LIMBURG

Colofon

DAGELIJKS BESTUUR

Frank Oelmeijer (voorzitter), Rob Geraeds (vice-voorzitter) & Alfred Paarlberg (penningmeester).

ALGEMEEN BESTUUR

Toon van Baal, Marian Baars, Jan-Joost Bakhuizen, Susanne Hanssen, Wouter Jansen, Stef Keulen, Pieter Puts, Victor van Schaik, Katrien de Vos-Reesink, Aidan Williams & Linda Wortel.

KANTOOR

Olaf Op den Kamp, Jeanne Cuypers & Martine Lemmens.

ADRES

Kapellerpoort 1, 6041 HZ Roermond,
tel. 0475-386470 (kantoor@nhgl.nl).
www.nhgl.nl.

LIDMAATSCHAP

€ 35,00 per jaar. Leden t/m 23 jaar € 17,50; bedrijven, verenigingen, instellingen e.d. € 105,00.
Okjen Weinreich (leden@nhgl.nl).
IBAN: NL73RABO0159023742, BIC: RABONL2U.

BESTELLINGEN/PUBLICATIEBUREAU

Publicaties zijn te bestellen bij het publicatiebureau, Marja Lenders (publicaties@nhgl.nl).
Losse nummers € 4,-; leden € 3,50 (incl. porto), themanummers € 7,-.
IBAN: NL31INGB0000429851, BIC: INGBNL2A.

KRINGEN

KRING HEERLEN

Olaf Op den Kamp (kringheerlen@nhgl.nl).

KRING MAASTRICHT

Bert Op den Camp (kringmaastricht@nhgl.nl).

KRING ROERMOND

Math de Ponti (kringroermond@nhgl.nl).

KRING VENLO

Peter Eenshuistra (kringvenlo@nhgl.nl).

KRING VENRAY

Patrick Palmen (kringvenray@nhgl.nl).

STUDIEGROEPEN

FOTOSTUDIEGROEP

Bert Morelissen (fotostudiegroep@nhgl.nl).

HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP

Pieter Puts (herpetostudiegroep@nhgl.nl).

LIBELLENSTUDIEGROEP

Jan Hermans (libellenstudiegroep@nhgl.nl).

MOLLUSKEN STUDIEGROEP LIMBURG

Stef Keulen (molluskenstudiegroep@nhgl.nl).

MOSSENSTUDIEGROEP

Paul Spreuwenberg (mossenstudiegroep@nhgl.nl).

PADDENSTOELENSTUDIEGROEP

Henk Henczyk (paddenstoelenstudiegroep@nhgl.nl).

PLANTENSTUDIEGROEP

Olaf Op den Kamp (plantenstudiegroep@nhgl.nl).

PLANTENWERKGROEP WEERT

Jacques Verspagen
(plantenwerkgroepweert@nhgl.nl).

SPRINKHANENSTUDIEGROEP

Harry van Buggenum
(sprinkhanenstudiegroep@nhgl.nl).

STUDIEGROEP EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA EN TRICHOPTERA

Harry Tolkamp (ept@nhgl.nl).

STUDIEGROEP ONDERAARDESE KALKSTEENGROEVEN

Rob Visser (secretariaat@sok.nl).

VISSENWERKGROEP

Victor van Schaik (vissenstudiegroep@nhgl.nl).

VLINDERSTUDIEGROEP

Mark de Mooij (vlinderstudiegroep@nhgl.nl).

VOGELSTUDIEGROEP

Nicky Hulbosch (vogelstudiegroep@nhgl.nl).

WANTSENSTUDIEGROEP LIMBURG

Martine Lemmens (wantsen@nhgl.nl).

WERKGROEP DRIESTRIJK

Wouter Jansen (werkgroepdriestrijk@nhgl.nl).

ZOOGDIERENSTUDIEGROEP

Aegidia van Grinsven
(zoogdierenstudiegroep@nhgl.nl).

STICHTINGEN

STICHTING NATUURPUBLICATIES LIMBURG

Uitgever van publicaties, boeken en rapporten
(snl@nhgl.nl).

STICHTING DE LIERELEI

Projectbureau voor onderzoek van natuur en landschap in
Limburg (lierelei@nhgl.nl).

STICHTING IR. D.C. VAN SCHAİK

Stichting voor het beheer van onderaardse kalksteengroeve
Limburg, Postbus 2235,
6201 HA Maastricht (vanschaikstichting@nhgl.nl).

STICHTING NATUURBANK LIMBURG

Stichting voor het beheer van waarnemingen van het NHC
(natuurbank@nhgl.nl).

NATUURHISTORISCH M A A N D B L A D

REDACTIE Olaf Op den Kamp (hoofdredacteur), Philip Bossenbroek, Henk Heijligers, Jan Hermans, Ton Lenders, Gerard Majoor (eindredacte), Guido Verschoor & Marc Poeth (redactie-assistent) (redactie@nhgl.nl).

RICHTLIJNEN VOOR KOPIJ-INZENDING

Diegenen die kopij willen inzenden, dienen zich te houden aan de richtlijnen voor kopij-inzending. Deze kunnen worden aangevraagd bij de redactie of zijn te bekijken op www.nhgl.nl.

LAY-OUT & OPMAAK

Van de Manakker,
Grafische communicatie, Maastricht
(mvandeanakker@xs4.all.nl).

EDITING SUMMARIES

Jan Klerkx, Maastricht.

DRUK

Grafiegroep Zuid, Swalmen.



copyright Auteursrecht voorbehouden. Overnames slechts toegestaan na voorafgaande schriftelijke toestemming van de redactie.

ISSN 0028-1107

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg

