

Herstel van flora en fauna van hellingschraallanden op voormalige landbouwgronden

RESULTATEN VAN 5 JAAR ONDERZOEK

C.G.E. van Noordwijk, Stichting Bargerveen, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen & Wiltshire Wildlife Trust, Elm Tree Court, Long Street, Devizes SN10 1NJ (Groot-Brittannië)

M.J. Weijters, Onderzoekcentrum B-WARE, Radboud Universiteit Nijmegen, Postbus 6558, 6503 GB Nijmegen

N.A.C. Smits, Alterra Wageningen UR, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

R. Bobbink, Onderzoekcentrum B-WARE, Radboud Universiteit Nijmegen, Postbus 6558, 6503 GB Nijmegen

De Zuid-Limburgse hellingschraallanden zijn ernstig bedreigd en beslaan nog slechts enkele tientallen hectares. Om dit habitat te beschermen is het niet alleen noodzakelijk herstelmaatregelen te nemen binnen bestaande terreinen, maar moet ook het oppervlak worden uitgebreid. Eén van de middelen hiertoe is het omvormen van vermes- te landbouwgraslanden. Is het mogelijk hier soortenrijk, schraal grasland te herstellen? Welke maatregelen zijn het meest geschikt voor herstel van zowel flora als fauna? Van 2007 tot 2013 is op de Verlengde Winkelberg nabij Bemelen een experiment op praktijkschaal uitgevoerd om deze vragen te beantwoorden.

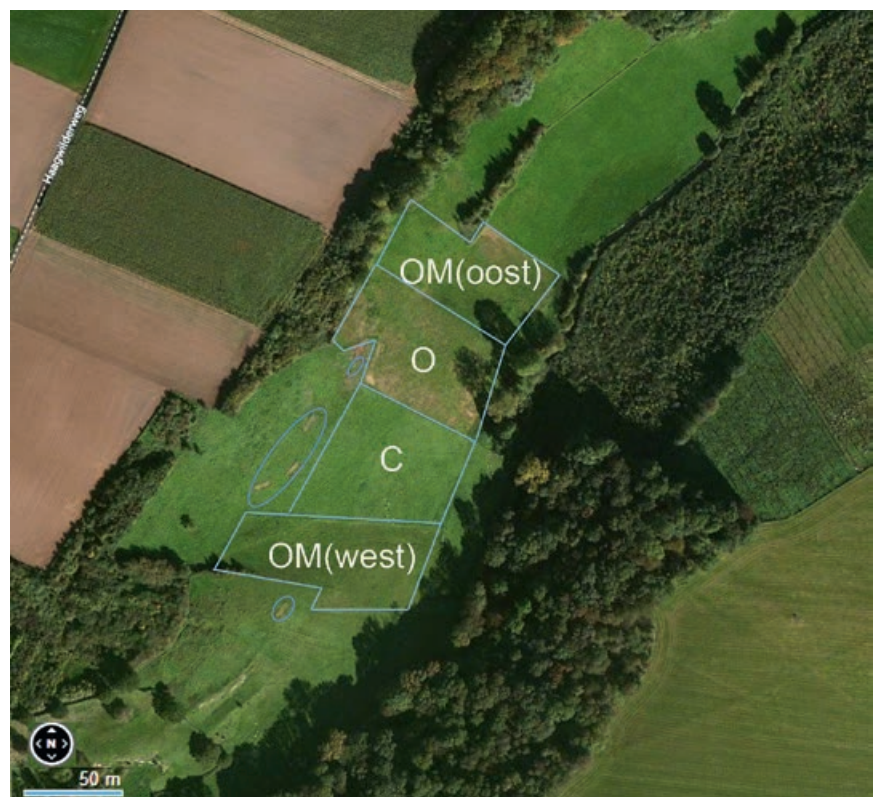
stand hielden. De hellingen verruigden en groeiden dicht met bos. Bovendien zorgde gebruik van kunstmest ervoor dat ook de schrale- re hellingen rendabel werden voor de landbouw. Veel van de minder steile schraallanden werden sterk bemest en omgevormd tot akker of intensief agrarisch grasland. Een handvol terreinen waaronder de Laamhei, Bemelerberg, Wrakelberg, Kunderberg, Sint-Pietersberg en Berghofweide, met een gezamenlijk oppervlak van slechts 30 ha, bleef als schraal grasland behouden (WILLEMS, 1987; 2001). De verrui- ging in deze terreinen door gebrek aan beheer werd versterkt door de hoge atmosferische stikstofdepositie (BOBBINK *et al.*, 1988; BOB- BINK, 1991). Dit leidde tot een sterke toename van Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*) en een afname van karakteristieke flora en fauna (BOBBINK, 1987; SMITS *et al.*, 2009). Om de bijzondere soorten- rijkdom in de resterende hellingschraallanden te beschermen, wer- den zij aangekocht door natuurbeherende instanties en in toene- mende mate beheerd. Diverse terreinen werden jaarlijks gemaaid en rond 1980 werd in een aantal gebieden begrazing met Mergel- landschappen heringevoerd. Bescherming van de resterende helling- schraallanden is inmiddels ook verankerd in het natuurbeleid door

INLEIDING

De schrale graslandhellingen van Zuid-Lim- burg, met hun kleurrijke bloementapijt en grote rijkdom aan vlinders, bijen en andere insecten, spreken al generaties lang tot de verbeelding. Helaas is het areaal helling- schraalland, bestaande uit kalkgrasland, heischraal grasland en kiezelkopgrasland, sterk teruggelopen (BOBBINK & WILLEMS, 2001). Met de komst van goedkope buiten- landse wol in de eerste helft van de vorige eeuw verdwenen de schapenhouderij en daarmee de schapen die deze graslanden in

FIGUUR 1

Proefopzet van het grootschalige experiment op de Verlengde Winkelberg met van noordoost naar zuidwest de proefvelden Ontgronden en maaisel opbrengen (OM oost), Ontgronden zonder opbre- gen van maaisel (O), Controle waarbij niet is ont- grond (C) en Ontgronden en maaisel opbrengen (OM west) (Google Earth 2013).





FIGUUR 2

Proefvlakken Ontgronden en maaisel (OM oost) en Ontgronden zonder maaisel (O) kort na het ontgronden in november 2007 (foto: Toos van Noordwijk).

men van vermeste landbouwgraslanden, die aangekocht werden door natuurorganisaties. De grote vraag is echter in hoeverre het mogelijk is deze vermeste en soortenarme gebieden weer om te vormen tot een soortenrijk, schraal habitat en welke methode hiervoor het meest geschikt is. Deze vraag is in de afgelopen jaren onderzocht in een experiment op praktisch-schaal op de Verlengde Winkelberg, nabij Bemelen [figuur 1].

EEN EXPERIMENT OP LANDSCHAPSSCHAAL

opname ervan in het Natura 2000 netwerk en door aanwijzing van zowel kalkgrasland als heischraal grasland als prioritair habitatype (MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUUR EN VOEDSELKwaliteit, 2006).

Ondanks deze bescherming is gebleken dat veel karakteristieke planten- en diersoorten binnen deze natuurreservaten nog steeds achteruitgaan (SMITS *et al.*, 2009; VAN NOORDWIJK, 2014). Dit komt voor een belangrijk deel door de grote mate van versnippering en isolatie van het leefgebied (VAN NOORDWIJK *et al.*, 2012; 2015; SMITS, 2010). Resterende populaties zijn klein en daardoor uitermate kwetsbaar. Bovendien liggen de terreinen te ver uit elkaar waardoor het voor de soorten niet mogelijk is om de gebieden na lokaal uitsterven opnieuw te kunnen koloniseren (VAN NOORDWIJK, 2014). De Natura 2000 opgave voor de hellingschraallanden in Zuid-Limburg is derhalve niet alleen behoud van bestaande gebieden, maar ook uitbreiding van het oppervlak en verbetering van de kwaliteit (MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUUR EN VOEDSELKwaliteit, 2006). Ruimte voor uitbreiding is de afgelopen jaren ontstaan door het beschikbaar ko-

De grootste obstakels voor herstel van soortenrijk hellingschraalland op voormalige landbouwgrond zijn de sterk verhoogde nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem door jarenlange bemesting en stikstofdepositie (SMITS *et al.*, 2008b; VAN MULLEKOM *et al.*, 2013) en het gebrek aan lokale bronpopulaties van karakteristieke planten- en diersoorten (SMITS, 2010; KIEHL *et al.*, 2010; WOODCOCK *et al.*, 2010; VAN NOORDWIJK, 2014). Op de Verlengde Winkelberg is de afgelopen jaren onderzocht in hoeverre ontgronden, al dan niet in combinatie met het opbrengen van soortenrijk vers maaisel, een effectieve maatregel is om deze knelpunten op te heffen. In 2005 werd een kleinschalige proef opgezet die veelbelovende resultaten liet zien voor bodem en vegetatie (SMITS *et al.*, 2008a). Naar aanleiding daarvan werd een experiment op landschapsschaal gestart om ook te kunnen toetsen hoe de fauna reageert en te onderzoeken wat de effecten zijn op processen op landschapsschaal (terreinheterogeniteit, erosie, et cetera).

Het onderzoeksterrein, de Verlengde Winkelberg, is een vermet soortenarm grasland dat grenst aan de hellingschraallanden van het al langer bestaande natuurreservaat op de Bemelerberg [figuur 10]. Het terrein is sinds 2000 in bezit van Stichting het Limburgs Landschap en werd sindsdien begraasd met schapen, wat echter geen zichtbaar verschralend effect had op de vegetatie. In 2007 werden op een groot aantal plekken bodemonsters genomen en werd gemeten hoeveel fosfaat op verschillende dieptes in de bodem aanwezig was (BOBBINK & POELEN, 2007). Op basis van deze gegevens werd bepaald tot hoe diep de bodem afgegraven moest worden om een voor hellingschraallanden geschikte uitgangssituatie ($< 500 \mu\text{mol}$ plant-beschikbaar P/I bodem) te creëren. In het najaar van 2007 werd de hel-



FIGUUR 3

Opbrengen van maaisel op proefvlak Ontgronden met maaisel (OM oost) in juli 2008 (foto: Jan Kuper).

FIGUUR 4

Olsen-P concentratie in $\mu\text{mol/l}$ bodem (boven), totaal anorganische N concentratie (ammonium + nitraat uit het zoutextract) in $\mu\text{mol/l}$ bodem (midden) en pH-NaCl (0,2M NaCl) (onder) gemeten in 2009, 2010 en 2012 op de Verlengde Winkelberg. Controle: niet ontgrond; Ontgrond: in 2007 20-40 cm van de voedselrijke bodemlaag afgevoerd; OM: Ontgrond en maaisel opgebracht (zie figuur 1). Foutbalken: $\pm$ standaard fout, verschillende letters geven significante verschillen weer in de dataset van 2012.

ling verdeeld in vier proefvlakken van ieder 0,75 ha groot. Van drie ervan werd de bodem afgevoerd tot de in het vooronderzoek bepaalde diepte (10 tot 40 cm). Het vierde proefvlak werd niet afgegraven en dient als controle [figuur 2]. Omdat is gebleken dat kenmerkende planten- en diersoorten zich vaak niet of nauwelijks kunnen verplaatsen in het sterk versnipperde Nederlandse landschap (Ozinga *et al.*, 2005; VAN NOORDWIJK, 2014) en de beschikbaar gekomen terreinen waarschijnlijk niet kunnen bereiken, is in juli 2008 op twee van de afgegraven proefvlakken vers maaisel aangebracht. Dit was afkomstig van de Berghofweide, een goed ontwikkeld kalkgrasland dat jaarlijks in de zomer wordt gemaaid. Het maaisel werd direct na maaien overgebracht en uitgereden [figuur 3]. Het derde afgegraven proefvlak diende als controle om te onderzoeken hoe vegetatie en fauna zich zonder hulp ontwikkelen. Van 2009 tot 2012 werd de ontwikkeling van bodem, vegetatie en fauna in de vier proefvlakken nauwlettend gevolgd. Op drie tot vijf vaste punten binnen elk proefvlak werden regelmatig bodemonsters genomen, vegetatieopnames gemaakt en insecten bemonsterd met behulp van transecttellingen, potvallen en zuigmonsters (zie VAN NOORDWIJK *et al.*, 2013 voor een uitgebreide beschrijving van de methodes).

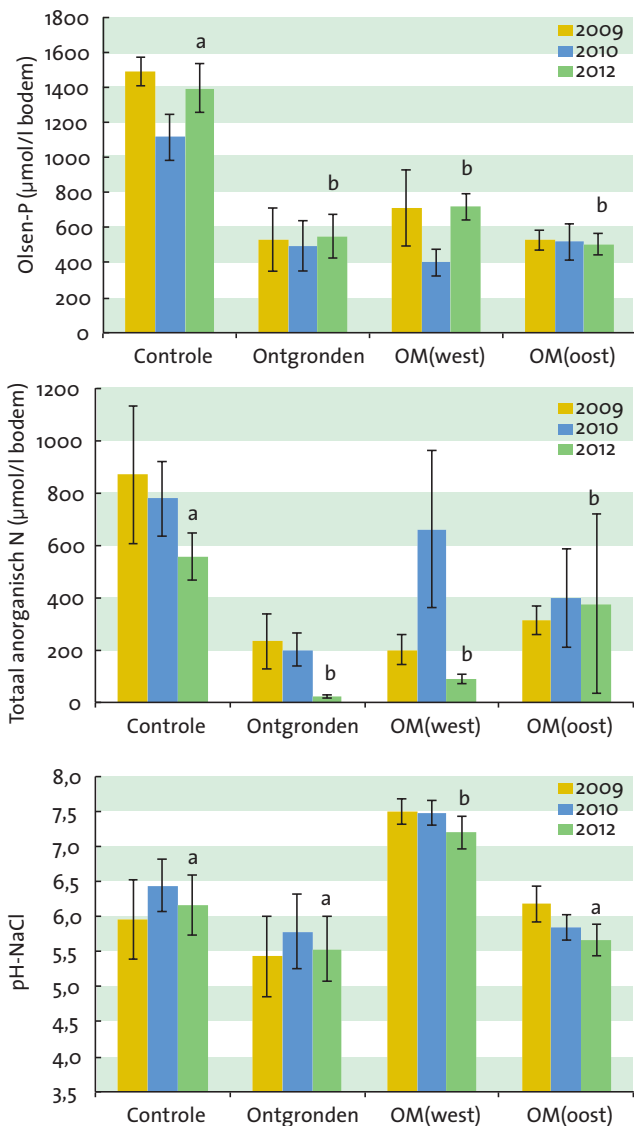
HERSTEL VAN BODEM, FLORA EN FAUNA

Het nauwkeurig bepalen van de ontgrondingsdiepte en het zorgvuldig afvoeren van de voedselrijke grond heeft geleid tot een significante verlaging van de hoeveelheid voor planten beschikbaar fosfaat en nitraat [figuur 4]. De concentraties bleven in de eerste vijf jaar na ontgronden constant verlaagd. Het opbrengen van maaisel had hier geen aantoonbaar effect op. Deze resultaten laten zien dat de voormalige landbouwgrond wat de factoren stikstof (N) en fosfaat (P) betreft door ontgronden geschikt gemaakt is voor de groei van de kenmerkende vegetatie van schrale hellinggraslanden.

Flora

De vegetatie van de Verlengde Winkelberg bestond in de uitgangssituatie uit een dichte zode gedomineerd door grassen zoals Engels raaigras (*Lolium perenne*). Het aantal soorten was gering met gemiddeld tien per 4 m² [figuur 5]. In de jaren na uitvoering van de maatregelen bleef dit aantal in het controleproefvlak laag (10-14 soorten), met een dominantie van Engels raaigras, Fioringras (*Agrostis stolonifera*), Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*), Zachte dravik (*Bromus hordeaceus*) en Veldbeemdgras (*Poa pratensis*).

Ontgronden resulteerde binnen vijf jaar (2012) in een toename van het aantal soorten vaatplanten ten opzichte van het controleproefvlak (gemiddeld 22 per 4 m²; figuur 5). Dit betrof echter in hoofdzaak algemene graslandsoorten zoals Gewone veldbies (*Luzula campestris*), Sint-Janskruid (*Hypericum perforatum*), Gewoon biggenkruid (*Hypochaeris radicata*) en Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*).

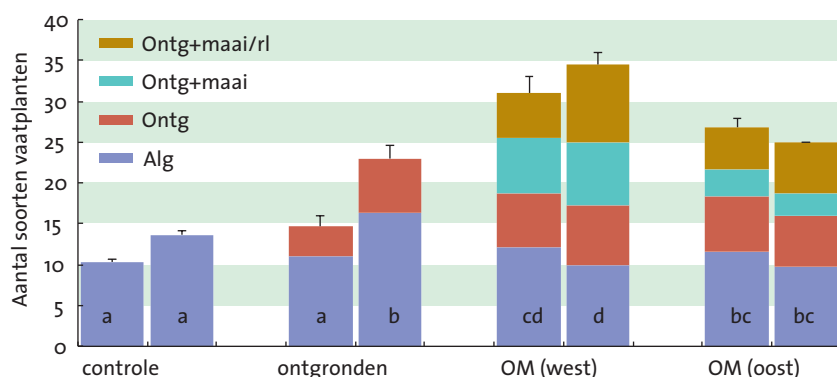


Daarnaast leidde het afgraven in de eerste jaren tot een hervestiging en uitbreiding van Engels raaigras, maar ook van ruderaal soorten als Akkerdistel (*Cirsium arvense*).

Het hoogste aantal vaatplanten (gemiddeld 30 per 4 m²) werd aangetroffen in de proefvlakken waar na ontgronden vers maaisel werd opgebracht [figuur 5]. Deze behandeling leidde ook tot de vestiging van een groot aantal karakteristieke schraalgraslandsoorten [figuur 6], waarvan 22 soorten van de Rode lijst. Het gaat dan om soorten als Bevertjes (*Briza media*), Bosorchis (*Dactylorhiza fuchsii*), Geel walstro (*Galium verum*), Geelhartje (*Linum catharticum*), Ruige weegbree (*Plantago media*), Ruige leeuwentand (*Leontodon hispidus*), Gewone vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*), Betonie (*Stachys officinalis*), Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*), Goudhaver (*Trisetum flavescens*), Kalkboterbloem (*Ranunculus polyanthemus*), Klavervreter (*Orobancha minor*) en Voorjaarszegge (*Carex caryophylla*).

Insecten

Er werden zeven insectengroepen onderzocht: sprinkhanen, vlin-
ders, bijen, zweefvliegen, loopkevers, wantsen en mieren. Deze bleken over het algemeen positief te reageren op ontgronden. Afvoeren van de nutriëntenrijke toplaag had een positief effect op de



FIGUUR 5

Gemiddeld aantal soorten vaatplanten in de plots (2 x 2 m) in de proefvlakken drie jaar (2010) en vijf jaar (2012) na ontgronden. C = controle, O = ontgrond, OM (west) = ontgrond en maaisel uitgelegd in proefvlak west, OM (oost) = ontgrond en maaisel uitgelegd in proefvlak oost (gemiddelden met standaard error). De linker kolom vertegenwoordigt de waarden in 2010, de rechter in 2012. Er is onderscheid gemaakt tussen algemene soorten die in alle proefvlakken voorkwamen (ALG), soorten die verschenen na het ontgronden zonder maaisel (ONTG) en soorten die zich alleen vestigden in de proefvlakken waar na het ontgronden maaisel was opgebracht (ONTG+MAAI; Rode lijstsoorten ONTG+MAAI/RL). Proefvlakken met verschil in letters zijn significant verschillend van elkaar ($P < 0,05$).

soortenrijkdom aan vlinders, loopkevers, wantsen, mieren en bijen [tabel 1]; voor bijen en wantsen werden ook significant meer karakteristieke hellingschraallandsoorten gevonden in de ontgronde proefvlakken dan in de controle. Dit betrof onder meer de bijen Kleine wolbij (*Anthidium punctatum*), Blauwe ertsbij (*Ceratina cyanea*), Vierbandgroefbij (*Halictus quadricinctus*), Breedbandgroefbij (*Halictus scabiosae*), Kleigroefbij (*Lasioglossum pauxillum*) en Dwergwespbij (*Nomada distinguenda*) en de wantsen *Adelphocoris seticornis*, *Chlamydatus saltitans*, *Halticus apterus*, *Kalama tricornis*, *Megalonotus chiragra* en *Orthocephalus saltator*. Ook de Veldparelmoervlinder (*Melitaea cinxia*) en twee voor hellingschraalland karakteristieke zweefvliegen (*Cheilosia proxima* en *Paragus haemorrhous*) werden enkel in de drie ontgronde proefvlakken waargenomen. De dichtheden per soortgroep vertoonden een vergelijkbaar patroon als de soortenaantallen. Ontgronden had voor bijna alle soortgroepen een positief effect op de dichtheden.

Het opbrengen van maaisel had slechts een gering effect op de faunadiversiteit. Alleen het aantal wantsensoorten was hoger in de proefvlakken met maaisel [tabel 1]. Er was echter geen effect op het aantal karakteristieke soorten. Wel waren de dichtheden aan vlinders, bijen en wantsen hoger wanneer er maaisel was aangebracht [figuur 7]¹, maar niet de dichtheden aan karakteristieke soorten. Het aantal typische loopkevers, waaronder *Amara eurynota*, *Harpalus rufipalpis*, *Nebria salina*, *Ophonus puncticeps* en *Syntomus foveatus*

was het hoogste in het proefvlak waar na ontgronden geen maaisel werd opgebracht, al betrof dit slechts lage aantallen met grote variatie binnen de proefvlakken [figuur 8]¹. In vergelijking met bestaande hellingschraallandreservaten was het aantal karakteristieke insectensoorten in alle proefvlakken op de Verlengde Winkelberg ook na vijf jaar nog zeer laag.

TERREINVARIATIE

Bij het vooronderzoek bleek al dat de bodemcondities op de Verlengde Winkelberg niet homogeen zijn. In het meest westelijke proefvlak, een van de twee proefvlakken waar na ontgronden maaisel werd opgebracht, zit beduidend meer kalk in de bovenste bodemlaag, wat leidt tot een hogere pH [zie figuur 4]. In het ontgronde proefvlak waar geen maaisel is opgebracht zit bovenin een kiezelkop waar de bodem beduidend steniger en zuurder is. Deze verschillen in buffering en bodemsamenstelling zijn ook terug te zien in de ontwikkeling van de fauna en vegetatie in het terrein. In het westelijke proefvlak waar maaisel is opgebracht zijn meer kalkgraslandsoorten gevonden dan in het oostelijke proefvlak met maaisel. Op de kiezelkop werd veel Brem (*Cystisus scoparius*) gevonden en doken een aantal sterk thermofiele faunasoorten op die nergens anders in het terrein werden gevonden, waaronder twee karakteristieke heidelookevers (*Harpalus rufipalpis* en *Syntomus foveatus*), de Blauwvleugelsprinkhaan (*Oedipoda caerulea*), het Schavertje (*Stenobothrus stigmaticus*) en *Prostemma guttula* (een zeldzame bodemwants). Lokale variatie in bodemcondities speelt dus ook een belangrijke rol in de ontwikkeling van nieuw hellingschraalland.

EINDSTADIUM

De bodemcondities op de Verlengde Winkel-



FIGUUR 6

Beeld van een deel van een van de proefvlakken waar maaisel is opgebracht na ontgronden. De foto is gemaakt in juni 2013, vijf jaar na uitvoering (foto: Willy Verbeke).

TABEL 1

Verschillen in aantallen karakteristieke hellingschraallandsoorten en overige soorten tussen het onbehandelde controleproefvlak en het ontgronde proefvlak (Ontgronden) en tussen het ontgronde proefvlak en de proefvlakken waar na ontgronden maaisel werd opgebracht (+Maaisel). Significante hogere soorten aantallen zijn aangegeven met + ($p < 0.05$) of ++ ($p < 0.01$). De soortenrijkdom in de behandelde proefvlakken was nooit significant lager dan in het controle proefvlak. NA = niet geanalyseerd wegens te lage aantallen.

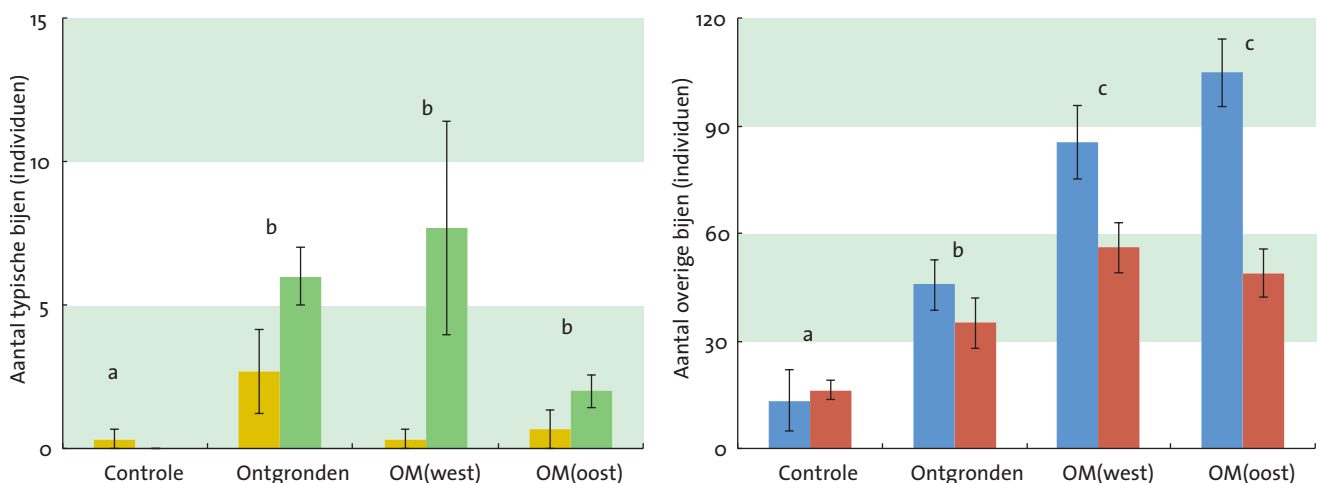
Soortgroep	Ontgronden		Ontgronden	
	Karakteristieke soorten	+Maaisel	Overige soorten	+Maaisel
Sprinkhanen	NA	NA		
Vlinders	NA	NA	++	
Loopkevers			++	
Wantsen	+			+
Mieren			+	
Bijen	+		++	
Zwefvliegen				

berg wijken af van de meeste bestaande hellingschraallanden. Het kalkgesteente wordt overal afgedekt door een minimaal 0,5-1 meter dik pakket löss-leem. Dit gebied zal zich derhalve niet ontwikkelen tot kalkgrasland sensu stricto, maar tot lössleemgrasland op niet verzuurde leem, een in potentie soortenrijk hellingschraallandtype dat nu zeer zeldzaam is in Nederland. Flauwe hellingen met deze eigenschappen zijn elders zo goed als overal in intensief landbouwkundig gebruik. Door het ontbreken van echt vergelijkbare terreinen in Zuid-Limburg is het moeilijk te voorspellen tot welk eindstadium de Verlengde Winkelberg zich zal ontwikkelen, zeker wat betreft de fauna. Het verschil in bodemtype, de flauwe helling en de meer oostelijke expositie maken dat dit gebied een minder extreem warm microklimaat kent dan de meeste andere hellingschraallanden. Juist dit extreme microklimaat maakt dat kalkgraslanden een voor Nederland uitzonderlijke soortensamenstelling kennen. Ondanks het minder extreme microklimaat zorgen het schrale karakter van de vegetatie en de grote bloemenrijkdom van de Verlengde Winkelberg echter voor een systeem dat zeer rijk is aan insecten. De grote waarde van dit habitattype blijkt al uit de grote rijkdom aan planten- en diersoorten die hier binnen enkele jaren na uitvoering van de herstelmaatregelen werd aangetroffen. In 2012 werd op een van de twee proefvlakken waar maaisel werd opgebracht zelfs een nieuwe loopkeversoort voor Nederland ontdekt: *Anillus caecus* (VERSLUUIS *et al.*, 2013). Daarnaast kan dit terrein als refugium fungeren voor redelijk mobiele soorten van kalkgraslanden tijdens extreem droge en warme periodes, die door klimaatverandering naar verwachting met grotere regelmaat voor zullen komen (IPCC, 2007). Het lijkt erop dat de Verlengde Win-

kelberg in 2011 op deze manier een uitwijkmogelijkheid heeft geboden voor de Veldparelmoervlinders [figuur 9] van de Bemelerberg, die het dat jaar zeer moeilijk hadden door de extreem droge zomer (VAN NOORDWIJK, 2014).

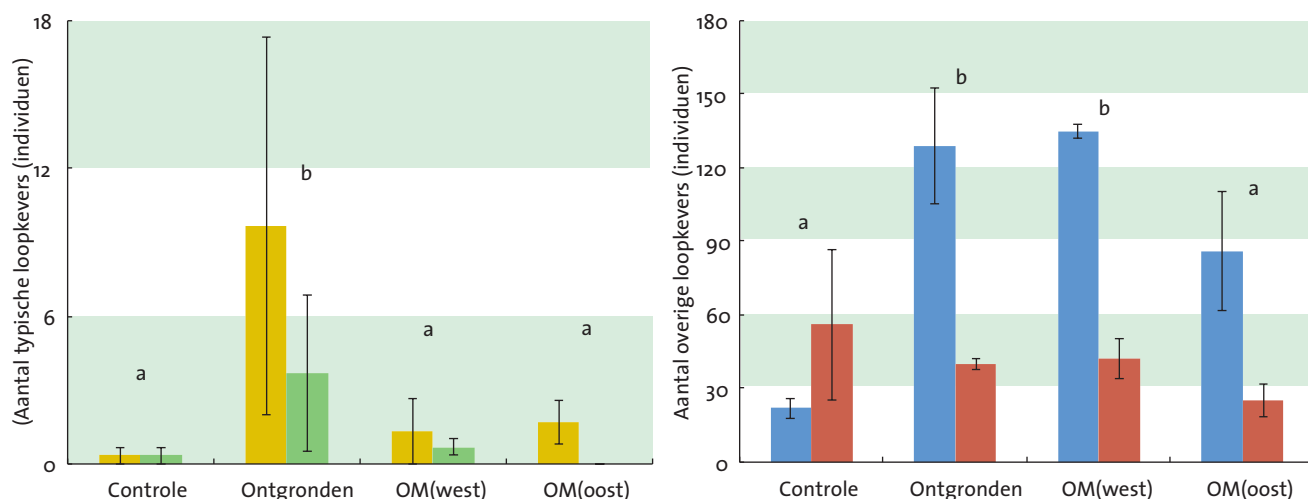
KNELPUNTEN IN DISPERSIE VAN SOORTEN

Het grote verschil in vegetatiesamenstelling tussen de ontgronde proefvlakken op de Verlengde Winkelberg met en zonder maaisel laat zien dat het aanvoeren van zaden en diasporen van groot belang is voor het succesvol ontwikkelen van hellingschraalland op voormalige landbouwgrond. Dit is in overeenstemming met onderzoek uit andere landen (HÖLZEL & OTTE, 2003; KIEHL & WAGNER, 2006; WOODCOCK *et al.*, 2008; KIEHL *et al.*, 2010). Ook veel typische insectensoorten hebben een beperkt dispersievermogen. Een aantal karakteristieke soorten wist al binnen één jaar de nieuwe proefvlakken te koloniseren, maar tussen 2009 en 2012 kwamen er nauwelijks nieuwe karakteristieke soorten bij. Deze vroeg koloniserende soorten waren vermoedelijk niet afkomstig uit het maaisel, maar bereikten de proefvlakken op eigen gelegenheid. Dit valt af te leiden uit de zeer geringe overleving van insecten in het opgebrachte maaisel, mede veroorzaakt door het persen en met kracht uitstrooien van het maaisel (VAN NOORDWIJK *et al.*, 2013). Bovendien werden van insecten die niet of slecht in staat zijn tot vliegen alleen soorten op de Verlengde Winkelberg aangetroffen die bekend zijn van de nabij gelegen Winkelberg. Alleen



FIGUUR 7

Gemiddeld aantal (± 1.0 standaardfout) typische (links) en overige (rechts) bijen (individueen) per tellocatie in 2009 (geel/blauw) en 2012 (groen/rood). Controle: niet ontgrond; Ontgronden: in 2007 10-40 cm van de voedselrijke bodemlaag afgevoerd; OM: Ontgrond en maaisel opgebracht [zie figuur 1]. Zowel het aantal karakteristieke als overige bijen reageert significant positief op ontgronden, maar alleen de overige soorten komen meer voor in de proefvlakken met maaisel. Het lagere aantal individuen in 2012 is mogelijk het gevolg van ongunstigere weersomstandigheden. Verschillende letters geven significante verschillen in aantal tussen de proefvlakken weer (GEE-toets, $p < 0.05$).



FIGUUR 8

Gemiddeld aantal (± 1.0 standaardfout) typische (links) en overige (rechts) loopkever individuen per potvalserie in de verschillende proefvlakken in 2009 (geel/blauw) en 2012 (groen/rood). Controle: niet ontgrond; Ontgronden: in 2007 10-40 cm van de voedselrijke bodemlaag afgevoerd; OM: Ontgrond en maaisel opgebracht [zie figuur 1]. Zowel het aantal karakteristieke als overige loopkevers reageert positief op ontgronden, maar niet op het opbrengen van maaisel. Let op het lage aantal karakteristieke loopkevers en de hoge spreiding. Het lagere aantal individuen in 2012 is mogelijk het gevolg van ongunstigere weersomstandigheden. Verschillende letters geven significante verschillen in aantal tussen de proefvlakken weer (GEE-toets, $p < 0.05$).

goed vliegende soorten zijn in staat vanuit de wijdere omgeving de nieuw ontwikkelde gebieden te koloniseren. Voor mieren die via nestsplitsing nieuwe kolonies vormen (bijvoorbeeld *Tapinoma erraticum*) en voor vleugelloze loopkevers lijkt zelfs de afstand van 200 m tussen de Winkelberg en de ontgronde proefvlakken nog te groot voor spontane kolonisatie. Dergelijke dispersieknelpun-

ten zijn ook in buitenlands onderzoek herhaaldelijk vastgesteld, onder meer voor fytofage (plantenetende) kevers (WOODCOCK *et al.*, 2010) en sprinkhanen (KIEHL & WAGNER, 2006). Om soortenrijk hellingschraalland te creëren is het dus noodzakelijk ook maatregelen te nemen die knelpunten met betrekking tot de dispersie van insectensoorten opheffen. Het ontwikkelen van nieuw hellingschraalland direct grenzend aan bestaande reservaten is daarbij het meest kansrijk voor spontane kolonisatie. Zodra de afstand wat groter is en er andere habitattypen tussen de nieuwe en bestaande hellingschraallanden liggen zijn aanvullende maatregelen zeker noodzakelijk. Opbrengen van vers maaisel kan ook voor fauna effectief zijn (KIEHL & WAGNER, 2006), maar de overlevingskans na de eerste maaiselgift op een kale bodem is nihil (WOODCOCK *et al.*, 2008; VAN NOORDWIJK & KLIMKOWSKA, 2013). Herhaling van het opbrengen van maaisel of gericht overzetten van soorten zal in veel gevallen noodzakelijk zijn. Met dit laatste is in Groot-Brittannië al ruimschoots ervaring opgedaan (SCHULTZ *et al.*, 2008). Vanzelfsprekend kunnen soorten zich pas vestigen in een ontgrond terrein als de soorten waarvan ze afhankelijk zijn zich al hebben gevestigd. Voor diersoorten gaat het hierbij om waardplanten, gastheren en prooi-soorten, maar ook voor planten kan vestiging van andere soorten, zoals mycorrhizaschimmels of andere bodembiota, beperkend zijn voor herstel. Vestiging of ontwikkeling van bodembiota kan uiterst traag verlopen. FROUZ *et al.* (2009) toonden bijvoorbeeld aan dat de samenstelling aan bodembiota 15-20 jaar na ondiep ontgronden van voormalige landbouwgrond nog steeds het meest lijkt op die van landbouwgebieden en niet op het doelecosysteem. Om te onderzoeken in hoeverre de ontwikkeling van bodembiota beper-



FIGUUR 9

Jonge rupsen van Veldparelmoervlinder (*Melitaea cinxia*) in het oostelijke ontgronde proefvlak met maaisel, gevonden in augustus 2011 (foto: Toos van Noordwijk).

FIGUUR 10

Soortenrijk hellingschraalland van de Bemelerberg met onder meer Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*) (foto: Roland Bobbink).



kend is voor de vegetatieontwikkeling op de Verlengde Winkelberg is in 2011 een kleinschalig experiment met toevoer van bodem ('bodementen') gestart in twee van de vier proefvlakken. Na een jaar bleek bodementen in de proefvlakken waar ook maaisel was uitgelegd de aanwezigheid van mycorrhiza in de wortels te stimuleren (VAN NOORDWIJK *et al.*, 2013). Aanvullend onderzoek om langetermijn effecten te onderzoeken en te achterhalen in hoeverre maatregelen als kleinschalig bodementen het herstelsucces kunnen optimaliseren gaat van start in 2015.

CONCLUSIES

Onze resultaten laten zien dat uitbreiding van soortenrijk hellingschraalland op voormalige landbouwgrond goed haalbaar is. Daarbij is het belangrijk om de voedselrijkdom van de bodem, variatie in moedermateriaal en aanwezigheid van bijzondere structuren en relictpopulaties vooraf in kaart te brengen als uitgangssituatie voor specifieke herstelmaatregelen. Op locaties met sterk verhoogde nutriëntenniveaus in de bodem en een gebrek aan bronpopulaties of zaadvoorraad draagt verwijdering van de nutriëntenrijke top laag sterk bij aan herstel van bodemcondities, vegetatie en fauna. Voor ontwikkeling van een kenmerkende hellingschraallandvegetatie is het daarbij noodzakelijk maaisel van goed ontwikkeld hellingschraalland op te brengen. Dit heeft in beperkte mate ook een positief effect op de fauna. Voor karakteristieke soorten loopkevers en bijen van hellingschraallanden is het echter ook van belang dat er voldoende kale grond beschikbaar blijft. Het is daarom aan te bevelen maaisel niet vlakdekkend op te brengen maar enkele ontgronde stukken ongemoeid te laten, zodat in de eerste jaren een mozaïek van kale en bloemrijke plekken ontstaat. Op termijn zullen deze dichtgroeien en zal met beheer een gevarieerde, open vegetatiestructuur in stand gehouden moeten worden. In aanvulling op de maatregelen ontgronden en maaisel opbrengen zijn aanvullende maatregelen nodig voor het opheffen van dispersieknelpunten voor de fauna, aangezien niet-vliegende soorten nauwelijks in staat blijken nieuw ontwikkelde hellingschraallanden te bereiken. Het introduceren van bodemorganis-

men, zoals schimmels, bacteriën en bodemmesofauna met bodem-materiaal staat nog in de kinderschoenen, maar kan in de toekomst een belangrijke aanvullende maatregel blijken te zijn voor volledig herstel van soortenrijke hellingschraallanden.

DANKWOORD

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de grote inzet en betrokkenheid van Stichting het Limburgs Landschap en haar medewerkers, in het bijzonder Rene Gerats, Arjan Ova, Nicole Cordewener en Carlo van Seggelen. Staatsbosbeheer wordt hartelijk bedankt voor het beschikbaar stellen van maaisel. Jan Kuper, Theo Peeters, Rik Huisjes, Loek Kuiters, Remco Versluijs, Marten Geertsma, Wanda Floor-Zwart, Albert Dees en Evi Bohnen-Verbaarschot worden hartelijk bedankt voor hun bijdrage aan het veld-, analyse- en labwerk. Dit onderzoek werd gefinancierd door de Provincie Limburg in het kader van het leefgebiedenbeleid en door het Boschap in het kader van het O+BN programma (Ontwikkelen en Beheer Natuurkwaliteit) in opdracht van het ministerie van Economische zaken (OBN177-HE).

noot

1. Ter illustratie zijn hier figuren opgenomen van het aantal getelde individuen van loopkevers en bijen in de verschillende proefvlakken. Voor vergelijkbare figuren van alle onderzochte soortgroepen wordt verwezen naar VAN NOORDWIJK *et al.* (2013).

Summary

RESTORATION OF PLANT AND INSECT COMMUNITIES OF CALCAREOUS GRASSLANDS ON FORMER AGRICULTURAL GRASSLAND
Results over the first 5 years after restoration

A field experiment was set up at the Beme-

lerberg hill, near Maastricht, to find out to what extent the species-rich vegetation of calcareous and neutral grasslands can be restored on nutrient-rich former agricultural grasslands. In four 0.75 ha. plots we studied effects of topsoil removal, with and without addition of green hay, on soil conditions, vegetation composition and insect community composition over the first 5

years after restoration.

Topsoil removal led to substantially lower phosphate and nitrogen levels in the soil, and these levels remained low throughout the experiment. Plant species richness was higher in the topsoil removal plot (average 22 species per 4 m²) than in the control plot (10-14 species per 4 m²). Plant species richness was even higher in the topsoil removal

plots with green hay, with an average of 30 species per 4 m². These two plots also contained a large number of characteristic species of dry, nutrient-poor grasslands, including 22 red-listed species. Topsoil removal had a favourable effect on the species richness and density of butterflies, carabid beetles, true bugs, ants and bees. For true bugs and bees we also found a significantly higher number of characteristic species in the topsoil removal plot, compared to control. No significant differences in species richness were found for grasshoppers and hoverflies. Green hay addition had only minor effects on the seven insect taxa we studied, and in all treatments the number of species characteristic of nutrient-poor grasslands was rather low compared to mature sites. Variations in soil conditions within and between plots were reflected in the plant and insect communities.

We conclude that species-rich nutrient-poor grasslands can be re-created on heavily fertilized agricultural grasslands. Measurements of local soil-nutrient levels show that topsoil removal greatly improves conditions for characteristic plant and insect species. Green hay addition proved to be an effective method to create a more characteristic plant species composition, but had mixed effects on the insect community. We therefore propose to apply green hay to restoration sites, but to also leave some patches open, to create valuable bare ground habitat. Our results demonstrate that the success of restoration is limited by dispersal bottlenecks, not only for plants, but also for many characteristic insect species.

Literatuur

- BOBBINK, R., 1987. Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: A threat to a species-rich ecosystem. *Biological Conservation* 40(4): 301-314.
- BOBBINK, R., 1991. Effects of nutrient enrichment in dutch chalk grasslands. *Journal of Applied Ecology* 28(1): 28-41.
- BOBBINK, R., L. BIK & J. H. WILLEMS, 1988. Effects of Nitrogen-Fertilization on Vegetation Structure and Dominance of *Brachypodium-Pinnatum* (L) Beauv in Chalk Grassland. *Acta Botanica Neerlandica* 37: 231-242.
- BOBBINK, R. & J. H. WILLEMS, 2001. OBN Preadvies kalkgraslanden. Rapport OBN-16. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede.
- BOBBINK, R. & M. POELN, 2007. Eindrapportage Pilot Leefgebieden Heuvelland. Bodem en Flora. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- FROUZ, J., R. VAN DIGGELEN, V. PIZL, J. STARY, L. HANEL, K. TAJOVSKY & J. KALCIK, 2009. The effect of top soil removal in restored heathland on soil fauna, topsoil microstructure and cellulose decomposition: implications for ecosystem restoration. *Biodiversity and Conservation* 18: 3963-3978.
- HÖLZEL, N. & A. OTTE, 2003. Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6(2): 131-140.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.
- KIEHL, K., A. KIRMER, T. W. DONATH, L. RASRAN & N. HÖLZEL, 2010. Species introduction in restoration projects – Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology* 11(4): 285-299.
- KIEHL, K. & C. WAGNER, 2006. Effect of Hay Transfer on Long-Term Establishment of Vegetation and Grasshoppers on Former Arable Fields. *Restoration Ecology* 14(1): 157-166.
- MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUUR EN VOEDSELKwaliteit, 2006. Natura 2000 doelendocument. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- MULLEKOM, M. VAN, E. C. H. T. LUCASSEN, M. J. WEUTERS, H. TOMASSEN, R. BOBBINK & A. SMOLDERS, 2013. Van landbouw naar natuur, gericht op zoek naar kansen. *De Levende Natuur* 114(4): 120-126.
- NOORDWIJK, C. G. E. VAN, 2014. Through arthropod eyes. Gaining mechanistic understanding of calcareous grassland diversity. PhD thesis. Radboud University & Ghent University, Nijmegen/Gent.
- NOORDWIJK, C. G. E. VAN, P. BOER, A. A. MABELIS, W. C. E. P. VERBERK & H. SIEPEL, 2012. Life-history strategies as a tool to identify conservation constraints: A case-study on ants in chalk grasslands. *Ecological Indicators* 13(1): 303-313.
- NOORDWIJK, C. G. E. VAN & A. KLIMKOWSKA, 2013. Profiteren geleedpotigen van maaiselverspreiding in natuurontwikkelingsgebieden? *De Levende Natuur* 114(5): 226-231.
- NOORDWIJK, C. G. E. VAN, W. C. E. P. VERBERK, H. TURIN, T. HEIJERMAN, K. ALDERS, W. DEKONINCK, K. HANNIG, E. REGAN, S. MCCORMACK, M. J. F. BROWN, E. REMKE, H. SIEPEL, M. P. BERG & D. BONTE, 2015. Species-area relationships are modulated by trophic rank, habitat affinity and dispersal ability. *Ecology* 96(2): 518-531.
- NOORDWIJK, C. G. E. VAN, M. WEUTERS, N. A. C. SMITS, R. BOBBINK, L. KUITERS, E. VERBAARSCHOT, R. VERSLUIS, J. KUPER, W. FLOOR-ZWART, H. P. J. HUISKES, E. REMKE & H. SIEPEL, 2013. Uitbreiding en herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallanden. Eindrapport 2e fase O+BN onderzoek. Directie AgroKennis, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- OZINGA, W. A., J. H. J. SCHAMINÉE, R. M. BEKKER, S. BONN, P. POSCHLOD, O. TACKENBERG, J. BAKKER & J. M. VAN GROENENDAEL, 2005. Predictability of plant species composition from environmental conditions is constrained by dispersal limitation. *Oikos* 108(3): 555-561.
- SCHULTZ, C. B., C. RUSSELL & L. WYNN, 2008. Restoration, Reintroduction, and captive Propagation for at-risk Butterflies: A review of British and American Conservation Efforts. *Israel Journal of Ecology & Evolution* 54(1): 41-61.
- SMITS, N. A. C., 2010. Restoration of nutrient-poor grasslands in Southern Limburg. PhD Thesis. Utrecht University, Utrecht.
- SMITS, N. A. C., H. P. J. HUISKES, J. H. WILLEMS & R. BOBBINK, 2008a. Heischraal grasland op Zuid-Limburgse hellingen: mogelijkheden voor versnelde ontwikkeling. *De Levende Natuur* 109(4): 169-175.
- SMITS, N. A. C., J. H. WILLEMS & R. BOBBINK, 2008b. Long-term after-effects of fertilisation on the restoration of calcareous grasslands. *Applied Vegetation Science* 11(2): 279-286.
- SMITS, N. A. C., C. G. E. VAN NOORDWIJK, R. BOBBINK, H. ESSELINK, H. P. J. HUISKES, A. T. KUITERS, W. OZINGA, J. H. J. SCHAMINÉE, H. SIEPEL, W. C. E. P. VERBERK & J. H. WILLEMS, 2009. Onderzoek naar de ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse helling-schraallandcomplexen. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- VERSLUIS, R., M. GEERTSMA, R. FELIX, H. TURIN & C. G. E. VAN NOORDWIJK, 2013. Eerste vondst van de blinde loopkever *Anillus caecus* in Nederland (Coleoptera: Carabidae). *Entomologische Berichten* 73(5): 185-190.
- WILLEMS, J. H., 1987. Kalkgrasland in Zuid-Limburg. Wetenschappelijke Mededelingen nr 184 KNNV, Hoogwoud.
- WILLEMS, J. H., 2001. Problems, approaches and results in restoration of Dutch calcareous grassland during the last 30 years. *Restoration Ecology* 9(2): 147-154.
- WOODCOCK, B. A., A. R. EDWARDS, C. S. LAWSON, D. B. WESTBURY, A. J. BROOK, S. J. HARRIS, V. K. BROWN & S. R. MORTIMER, 2008. Contrasting success in the restoration of plant and phytophagous beetle assemblages of species-rich mesotrophic grasslands. *Oecologia* 154(4): 773-783.
- WOODCOCK, B. A., A. R. EDWARDS, C. S. LAWSON, D. B. WESTBURY, A. J. BROOK, S. J. HARRIS, G. MASTERS, R. BOOTH, V. K. BROWN & S. R. MORTIMER, 2010. The restoration of phytophagous beetles in species-rich chalk grasslands. *Restoration Ecology* 18(5): 638-644.