

Verschralen richting bloemrijk hooiland

Lessen uit praktijkgericht onderzoek

An De Schrijver, Margot Vanhellemont, Pieter Vangansbeke, Andreas Demey, Sien De Haes, Laurence Wygaerts, Sam Schietekatte, Yasmien Lenaerts, Myrre Dhoore, Aaron Van Maele, Christine Verscheure & Eckhart Kuijken

Na meer dan tien jaar verschralingsbeheer in de Gulke Putten is de bodem van percelen met voormalig landbouwgebruik nog steeds te voedselrijk voor realisatie van bepaalde Natura 2000-habitattypes. Toch zien we al effecten van het natuurbeheer. De productiviteit van de vegetatie neemt af en de samenstelling ervan verschuift van door witbol gedomineerde graslanden naar bloemrijkere hooilanden. Omdat de hoeveelheid nutriënten die je kan afvoeren via maaien afhangt van de geproduceerde biomassa, maar ook van de specifieke soorten die domineren, kunnen deze veranderingen in vegetatie een effect hebben op het verschralingsbeheer.



Figuur 1. In het Natuurreservaat de Gulke Putten in Wingene komen door het jarenlange natuurbeheer al mooie bloemrijke hooilanden voor op gronden die vroeger in landbouwgebruik waren en gedomineerd werden door Engels raaigras en Gestreepte witbol. (© Eckhart Kuijken)

De Gulke Putten is een natuurgebied van 120 hectare in West-Vlaanderen (Wingene-Ruiselede). Het wordt beheerd door Natuurpunt en is onderdeel van het Europese Natura 2000-netwerk. De kernzone is een niet-toegankelijk militair zendstation en vormt één van de weinige overgebleven heidegebieden in de regio, met naast aanwezigheid van bossen ook soortenrijke vegetaties van natte en droge heide en heischrale graslanden. Deze habitattypes zijn erg kwetsbaar. In 2019 werden voor het eerst geen exemplaren meer geteld van de Welriekende nachtorchis *Platanthera bifolia* en ook de Gelobde maanvaren *Botrychium lunaria* is recent verdwenen in de Gulke Putten. Het landbouwgebruik in het landschap rond de Gulke Putten kan hier een rol in spelen. Intensieve veehouderijen zorgen nog altijd voor een hoge depositie van stikstof in het natuurgebied door de uitstoot van ammoniakgas (Vlaamse Milieumaatschappij 2018). Stikstofdepositie leidt tot eutrofiëring en verzuring van de bodem, waardoor vergrassing optreedt en kensoorten kunnen achteruitgaan of verdwijnen. Om kwetsbare soorten beter te beschermen tegen inwaaiende depositie werden in 2000 de graslanden binnen het domein door Defensie overgedragen aan Natuurpunt. Sedert 2002 kon Natuurpunt een aantal aanliggende bossen (Disveld en Predikherenbossen) en graslanden (ca. 20 ha) aankopen. Door het intensief landbouwgebruik in deze aanliggende percelen stop te zetten, vormen deze percelen nu een buffer voor de kernzone van de Gulke Putten. In de bufferzone zelf neemt de biodiversiteit ook toe. Als gevolg van de voormalige zware bemesting van deze graslanden liggen de fosforconcentraties in de bodem echter ver boven de doelstelling voor matig voedselrijk en heischraal grasland (Kuijken & Verscheure 2008, D'hulster et al. 2017).

Vegetatie en nutriëntenafvoer bestuderen

We bestudeerden in acht voormalige landbouwpercelen hoe de afvoer van nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) wijzigt wanneer de productiviteit en samenstelling van de vegetatie verandert. Jaarlijks worden de percelen gemaaid (na 15 juni) door de terreinploeg van Natuurpunt of door landbouwers. Sommige worden nabegraasd terwijl andere voor de winter een tweede keer gemaaid worden. De percelen hadden een vergelijkbare bodemtextuur (zand) en een hoge of zeer hoge bodemvochtigheid, maar verschilden onderling in de samenstelling van de vegetatie en



concentratie Olsen-fosfor in de bodem (mg/kg)

- < 10 voedselarm
- 10-15 matig voedselrijk
- 15-25 voedselrijk
- 25-40 zeer voedselrijk
- 40-80 hypertroof
- > 80 uiterst hypertroof

in de peri-
o d e percelen

- 4 jaar natuurbeheer
- 16 jaar natuurbeheer

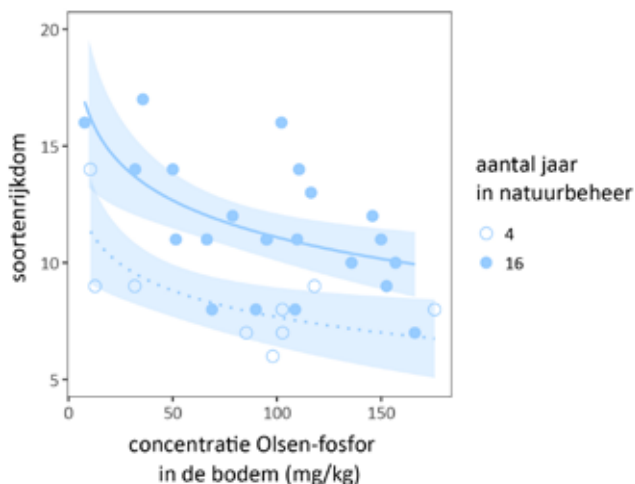
Figuur 2. In een bufferzone rond natuurreservaat de Gulke Putten werden in negen percelen in totaal 31 proefvlakken (bolletjes) uitgezet. De kleur van de perceelranden duidt het aantal jaar in beheer aan (4 of 16) en de kleur van de proefvlakken toont de concentratie van het biobeschikbare Olsen-fosfor in de bodem (mg/kg).

waarin ze al onder natuurbeheer zijn (4 of 16 jaar beheer en geen bemesting, **Figuur 2**). Om de variatie in vegetatiesamenstelling goed in kaart te brengen, legden we verspreid over deze percelen in totaal 31 proefvlakken van 2 meter x 2 meter uit.

In april 2017 namen we in elk proefvlak vier bodemstalen (0 tot 15 cm diep) die we samenvoegden tot één mengstaal. Dit staal werd gedroogd op 40 °C, gezeefd en geanalyseerd op de concentratie biobeschikbaar fosfor (Olsen-P). Het is voornamelijk deze biobeschikbare fractie fosfor in de bodem die samenhangt met de ontwikkeling van de vegetatie (De Schrijver et al. 2013, D'hulster et al. 2017). Eind juni werden in dezelfde proefvlakken vegetatieopnames gemaakt en noteerden we voor elke aanwezige soort de bedekking. Na elke vegetatieopname werd de biomassa gemaaid in drie vlakjes van 0,5 m x 0,5 m en samengevoegd tot één staal per proefvlak (**Figuur 3**). Per proefvlak sorteerden we de



Figuur 3. Vegetatieopname in een proefvlak van 2 m x 2 m (links) en oogsten van biomassa in drie vlakjes van 0,5 m x 0,5 m (rechts) door studenten Groenmanagement HOGENT in juni 2017. (© Christine Verscheure)



Figuur 4. Het aantal plantensoorten in juni 2017 in relatie tot de concentratie biobeschikbaar fosfor (Olsen-fosfor) in de bodem. De lijnen (stippellijn voor 4 jaar in natuurbeheer, volle lijn voor 16 jaar in natuurbeheer) door de puntenwolk tonen het negatieve statistische verband tussen beide factoren en de onzekerheid hierop (de schaduw boven en onder de lijn).

geogste biomassa in drie verschillende fracties: grassen, Grote ratelaar *Rhinantus angustifolius* en andere kruiden. Grote ratelaar werd als aparte fractie gesorteerd omdat deze half-parasiet potentieel grote effecten heeft op de samenstelling en nutriëntenhuishouding van de vegetatie (Demey et al. 2013). De drie fracties werden apart gewogen, gedroogd en chemisch geanalyseerd op concentraties stikstof, fosfor en kalium.

Invloed van beheerduur en fosfor op soortenrijkdom

De soortenrijkdom hing zoals verwacht af van de concentratie biobeschikbaar fosfor, met afnemende soortenaantallen per proefvlak bij toenemende fosforconcentratie (Figuur 4). Deze trend vonden we zowel voor de percelen die al 16 jaar beheerd worden als voor de percelen die nog maar 4 jaar onder natuurbeheer zijn. Het aantal soorten lag wel gemiddeld hoger in de percelen die al langer in beheer zijn, zelfs onafhankelijk van de fosforconcentraties in de bodem. Soorten als Pinksterbloem *Cardamine pratensis*, Gewone margriet *Leucanthemum vulgare*, Knooppkruid *Centaurea jacea*, Scherpe boterbloem *Ranunculus acris*, Rode klaver *Trifolium pratense*, Grote ratelaar, Gevlekte orchis *Dactylorhiza maculata* subsp. *maculata*, Reukgras *Anthoxanthum odoratum* en Veldrus *Juncus acutiflorus* duiken al op in de vegetatie. Hier speelt het langere natuurbeheer via maaien en soms nabegrazing mogelijk een rol. Dominante grassen worden door deze verstoringen namelijk onderdrukt zodat andere soorten meer kansen krijgen in een meer open vegetatie.

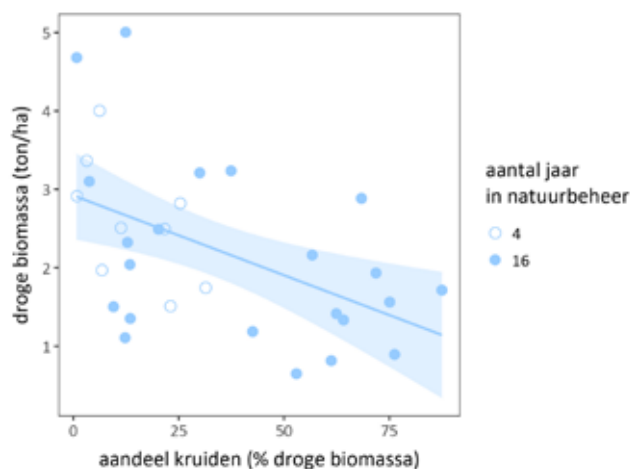
De beheerduur vertoonde geen relatie met de fosforgradiënt in de bodem; zowel hoge als lage fosforconcentraties werden gevonden voor recente of al langer beheerde percelen (Figuur 4). Ook na 16 jaar natuurbeheer waren de fosforconcentraties nog erg hoog in bepaalde percelen. Je kan inderdaad door maaien jaarlijks maar een beperkte hoeveelheid van de totale fosforvoorraad in de bodem afvoeren. In de bestudeerde percelen ging het om 6 tot 20 kg fosfor per ha per jaar. Daardoor kan de

verschralingsduur om de geschikte bodemcondities (het abiotisch doel) te bereiken tientallen tot honderden jaren bedragen (D'hulster et al. 2017, Schelfhout et al. 2017). Hier speelt de duur van het voormalig al dan niet intensief landbouwgebruik een rol.

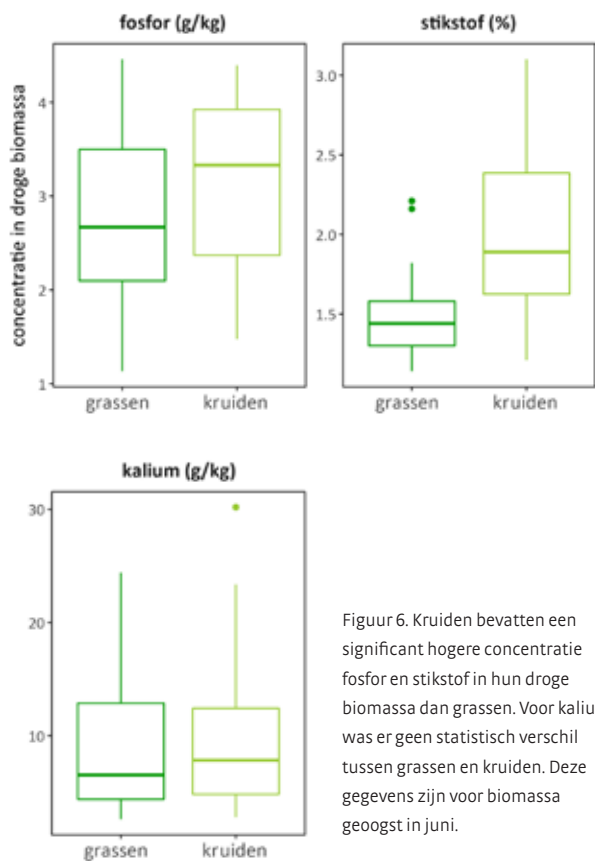
Ook in percelen met een lage fosforconcentratie was het aantal plantensoorten eigenlijk relatief beperkt, met aantallen van slechts 10 tot 15 soorten per 4 m² (Figuur 4). Mogelijk hebben soorten nog onvoldoende tijd gehad om de percelen te koloniseren. Als de gewenste of geschikte soorten het perceel niet kunnen bereiken en niet meer aanwezig zijn in de zaadbank, dan kunnen ze zich ook niet vestigen (D'hulster et al. 2018). Hoe langer een perceel in natuurbeheer is, hoe groter de kans dat zaden van typische plantensoorten het perceel bereiken. In de Gulke Putten worden soorten wellicht voornamelijk verbreid door het ingezette beheermateriaal en intern transport van hooibalen. Ook nabegrazing door de Gallowayrunderen kan een rol spelen in het verbreiden van zaden (Couvreur & Hermy 2002).

Bepaalt vegetatiesamenstelling de snelheid van verschralen?

Op voormalig bemeste gronden treedt vaak een verschuiving op van grassendominantie naar meer kruiden. Dit gaat doorgaans gepaard met een vermindering in biomassa productie (Schipper et al. 2014). Ook in de Gulke Putten zagen we een afname in biomassa productie wanneer er meer kruiden groeiden in een proefvlak (Figuur 5). Gezien kruiden vaak hogere concentraties van nutriënten zoals stikstof en kalium vertonen, gaat deze lagere biomassa productie niet noodzakelijk gepaard met een lagere afvoer van nutriënten bij maai-beheer. De afvoer van een nutriënt, bijvoorbeeld kg stikstof per hectare, wordt berekend door de biomassa productie (ton droge biomassa per hectare) te vermenigvuldigen met de nutriëntconcentratie (kg stikstof per ton droge biomassa). Zo kan minder biomassa die wel rijker is aan nutriënten potentieel evenveel nutriënten afvoeren.

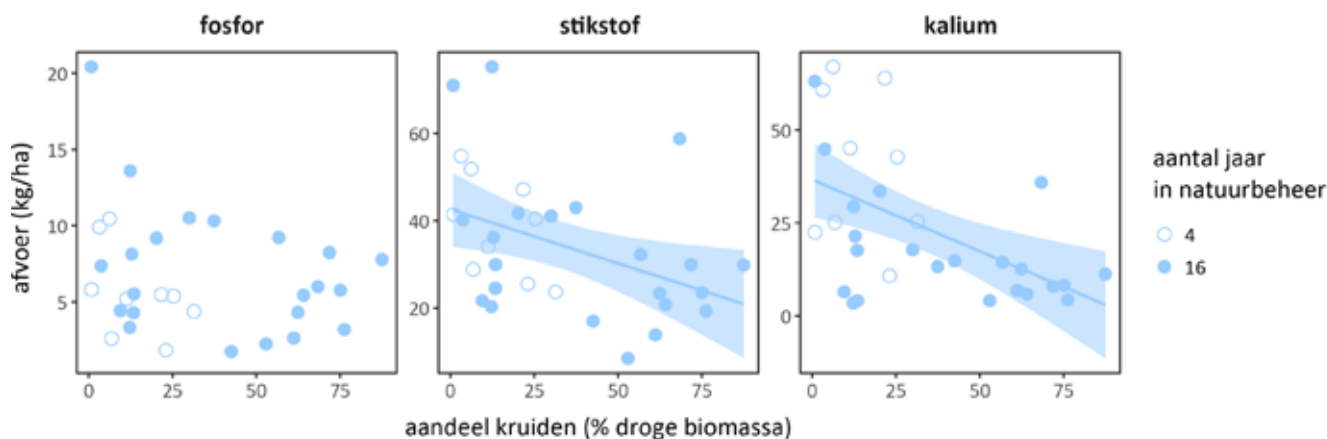


Figuur 5. De hoeveelheid droge biomassa (ton/ha) in juni neemt af met een toenemend aandeel kruiden in de biomassa voor proefvlakken die 4 of 16 jaar in natuurbeheer waren. De lijn door de puntenwolk toont het negatieve statistische verband tussen beide factoren en de onzekerheid hierop (de schaduw boven en onder de lijn).



Figuur 6. Kruiden bevatten een significant hogere concentratie fosfor en stikstof in hun droge biomassa dan grassen. Voor kalium was er geen statistisch verschil tussen grassen en kruiden. Deze gegevens zijn voor biomassa geoogst in juni.

Voor de maaibeurt van juni hebben kruiden hogere concentraties fosfor en stikstof dan grassen (Figuur 6). Voor kalium was er geen verschil. Voor stikstof wordt de lagere totale biomassa-productie in juni dus niet gecompenseerd door de hogere concentraties van stikstof in het maaisel van kruiden, zodat uiteindelijk de afvoer van stikstof afneemt met toenemende biomassa van kruiden in de vegetatie (Figuur 7). De stikstofafvoer was bijvoorbeeld gemiddeld 40 kg/ha bij dominantie van grassen en 25 kg/ha bij dominantie van kruiden. Ook voor kalium resulteerde een toename in kruiden in een afname in afvoer. Voor fosfor werd de lagere biomassa-productie in proefvlakken met veel kruiden wél voor een groot deel gecompenseerd door de hogere concentratie fosfor in kruiden in vergelijking met grassen. In juni houdt de afvoer van fosfor en dus het verschrallingsbeheer gelijke



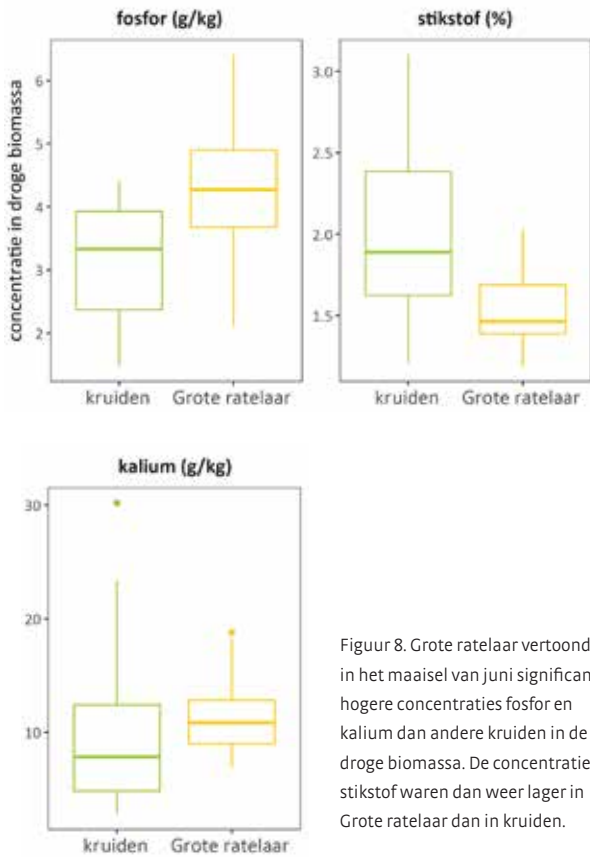
Figuur 7. De afvoer van fosfor in juni hing niet af van het aandeel kruiden in de biomassa. De afvoer van stikstof en kalium met maaisel daalde wel significant met het aandeel kruiden in de biomassa. De lijnen door de puntenwolken tonen het negatieve statistische verband en de onzekerheid hierop (de schaduw boven en onder de lijn).

tred wanneer de grassendominantie afneemt ten voordele van kruiden.

Ratelaar als fosforpomp?

Grote ratelaar is een fascinerende soort en werd ook in Vlaanderen al nauwgezet bestudeerd (vb. Ameloot 2007, Demey et al. 2013). Het effect van ratelaar op de afvoer van nutriënten werd echter nog niet onderzocht. Als halfparasiet gaat ratelaar niet efficiënt om met nutriënten. Halfparasitaire soorten hebben hoge transpiratiesnelheden en tappen constant water en nutriënten af van hun gastheer. Als ze die opgenomen nutriënten opstapelen in hun biomassa, kan de concentratie nutriënten in hun biomassa hoger zijn dan in andere soorten (Ehleringer & Marshall 1995). In juni bleek uit onze stalen dat het maaisel van Grote ratelaar rijker was aan fosfor en kalium dan het maaisel van de andere kruiden (Figuur 8). De concentraties aan stikstof daarentegen waren op het moment van de stalname significant lager in Grote ratelaar dan in de andere kruiden. Stikstof is een erg mobiel element en loogt gemakkelijk uit. Niet gepubliceerd onderzoek toonde aan dat tussen april en begin juli de stikstofconcentraties in Grote ratelaar sterk dalen, van 4,7% naar 1,4% (Demey et al. niet gepubliceerd, gemiddeld voor drie locaties). Het moment van maaien zal dus in belangrijke mate de afvoer van stikstof bepalen. Maar hoe vroeger gemaaid wordt, hoe kleiner de kans dat de aanwezige kruiden al zaad gezet hebben.

Proefvlakken met een lager aandeel Grote ratelaar hadden een hogere biomassa-productie in juni (Figuur 9). Ook in een experiment van Demey et al. (2013) zorgde wieden van Grote ratelaar voor een 24% hogere biomassa-productie vergeleken met proefvlakjes waarin ratelaar niet verwijderd werd. De daling in biomassa resulteerde in een significant lagere afvoer van fosfor en stikstof, maar gaf geen verschil voor de afvoer van kalium (Figuur 9). Waar bij een verschuiving van grassen naar kruiden de lagere biomassa-productie gecompenseerd wordt door de hogere concentraties fosfor in kruiden (zie hoger), is dit niet het geval voor het effect van Grote ratelaar. De hogere fosforconcentraties in Grote ratelaar bleken namelijk onvoldoende om de sterke daling in biomassa-productie te compenseren. Een hoger aandeel Grote ratelaar lijkt verschralling in juni dus

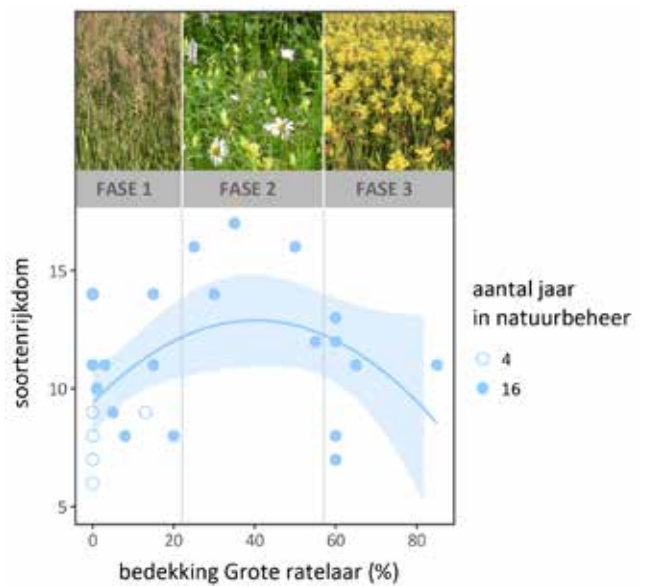


Figuur 8. Grote ratelaar vertoonde in het maaisel van juni significant hogere concentraties fosfor en kalium dan andere kruiden in de droge biomassa. De concentraties stikstof waren dan weer lager in Grote ratelaar dan in kruiden.

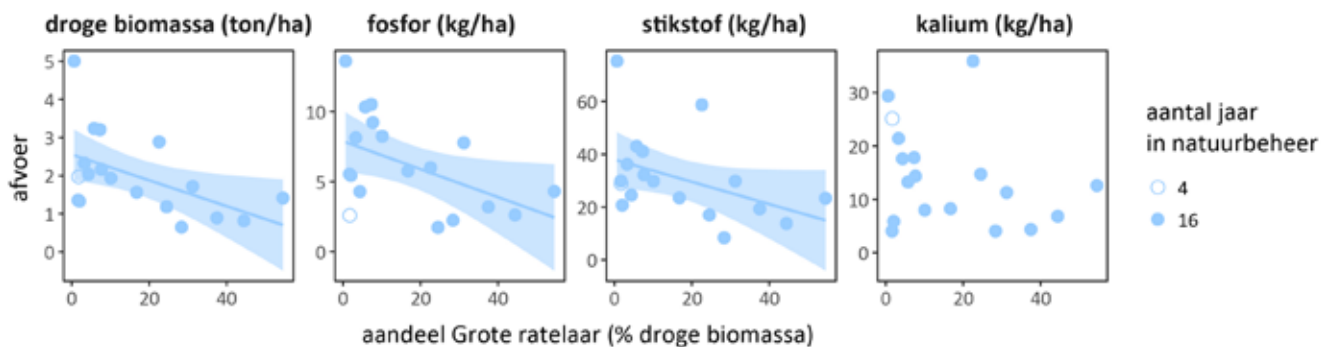
eerder tegen te werken. Omdat Grote ratelaar niet meer opduikt in de vegetatie na een eerste maaibeurt, is deze lagere fosforafvoer waarschijnlijk slechts een tijdelijk effect. Verder onderzoek is nodig om dit te bevestigen. Door de sterke variatie in bedekking van Grote ratelaar van jaar tot jaar (Ameloot et al. 2006), kan de fosforafvoer verder ook nog sterk schommelen tussen de jaren.

Maar de verminderde verschraling bij dominantie van Grote ratelaar betekent niet noodzakelijk dat de soort geen gunstige invloed kan hebben op de ontwikkeling van de vegetatie. Het aandeel Grote ratelaar in de kruidige biomassa verschilde sterk in de bestudeerde proefvlakken (0 tot 87%) en dit heeft een effect op de soortenrijkdom van de vegetatie (Figuur 10).

Wanneer ratelaar zich gevestigd heeft (fase 1, naar De Hullu 1985), kan hij vervolgens tijdelijk dominant worden (fase 2), waardoor de gastheren (voornamelijk grassen) sterk achteruitgaan. Grote ratelaar zal dan later bij gebrek aan gastheren op zijn beurt ook opnieuw afnemen in bedekking (fase 3), waardoor ruimte ontstaat voor andere soorten die kansen krijgen om zich te vestigen en de vegetatie soortenrijker wordt (Pywell et al. 2004). Ook in de Gulke Putten vonden we deze drie fasen terug in de proefvlakken (Figuur 10). Grote ratelaar zorgt dus niet voor een snellere verschraling (in tegendeel), maar heeft wel een positief effect op vegetatieontwikkeling door zijn effect op de vegetatiestructuur. Grote ratelaar is dus een soort met complexe effecten.



Figuur 10. De bedekking van Grote ratelaar in proefvlakken die al 4 of 16 jaar in natuurbeheer waren. De trendlijn toont het kwadratische verband tussen soortenrijkdom en de bedekking van Grote ratelaar. In sommige proefvlakken was er geen of weinig Grote ratelaar (foto links, fase 1), in sommige proefvlakken was ratelaar dominant (foto rechts, fase 2) en in andere was er een soortenrijkere vegetatie met een minder dominante aanwezigheid van Grote ratelaar (foto midden, fase 3). Fasen naar De Hullu (1985). (© Eckhart Kuijken en Christine Verscheure)



Figuur 9. Bij een hoger aandeel Grote ratelaar daalden de hoeveelheid biomassa en de afvoer van fosfor en stikstof. De afvoer van kalium bleek niet significant gerelateerd te zijn aan het aandeel Grote ratelaar. De lijnen door de puntenwolken tonen het negatieve statistische verband en de onzekerheid hierop (de schaduw boven en onder de lijn).

TAKE HOME MESSAGE

Herstel van bloemrijke graslanden op voormalige landbouwgrond is vaak geen evidentie omwille van de hoge fosforconcentraties in de bodem. Terwijl stikstof en kalium vrij mobiel zijn, en dus gemakkelijker kwijt te raken na een overschakeling naar natuurbeheer, is fosfor erg persistent in de bodem. Het abiotisch herstel van deze gronden kan dan ook erg lang duren. In de Gulke Putten resulteerde volgehouden maaibeheer na meer dan vijftien jaar toch al in een bloemrijkere vegetatie, ook al zijn de fosforconcentraties nog te hoog voor het bereiken van Natura 2000-doelen.

SUMMARY

De Schrijver A., Vanhellefont M., Vangansbeke P., Demey A., De Haes S., Wygaerts L., Schietekatte S., Lenaerts Y., Dhoore M., Van Maele A., Verscheure C. & Kuijken E. 2020. Nutrient removal towards biodiverse meadows. Lessons from practice-oriented research. *Natuur.focus* 19(1): XX-XX [in Dutch].

In nature reserve Gulke Putten a management of mowing and hay removal on former agricultural fields with high soil phosphorus concentrations has resulted in a shift from grass-dominated to herb-rich vegetation. Species such as *Cardamine pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Centaurea jacea*, *Ranunculus acris* and *Trifolium pratense* have replaced fast-growing productive grasses such as *Holcus lanatus*. We investigated whether vegetation composition affected the nutrient removal by mowing. We measured the biomass production and nutrient concentrations in herbs and grasses in plots differing in vegetation composition. Plots with more herbs showed a lower biomass production and nitrogen and potassium removal by mowing. The removal of phosphorus was similar in grass-dominated and herb-rich plots because of the higher phosphorus concentration in the biomass of herbs. Hence the speed of phosphorus removal through mowing in former agricultural fields may remain similar when the vegetation composition shifts from grass-dominated to herb-rich. A higher share of *Rhinanthus angustifolius* decreases the biomass production and consequently also the removal of phosphorus and nitrogen. *Rhinanthus* seems to counteract nutrient removal, at least in our plots in the Gulke Putten.

DANKWOORD

We bedanken uit het Labo voor Bos & Natuur (UGent) Luc Willems en Greet De bruyn voor de chemische analyse van de verzamelde stalen en Kris Verheyen voor de logistieke ondersteuning. Het redactieteam van *Natuur.focus* danken we voor de constructieve opmerkingen en de grondige revisie van het artikel.

AUTEURS

An De Schrijver is lector ecologie en natuurbeheer en coördinator van het project 'Herstel van biodiverse graslanden: do's en don'ts voor beheerders (HerBioGras)' aan HOGENT. Margot Vanhellefont en Sien De Haes zijn medewerkers op HerBioGras. Pieter Vangansbeke is postdoctoraal onderzoeker aan het Labo voor Bos & Natuur van UGent. Andreas Demey doctorerde aan hetzelfde labo op het effect van half-parasieten op de vegetatie en werkt intussen op de groendienst van Stad Gent. Onze studenten Groenmanagement Laurence Wygaerts, Yasmien

Deze verschuiving naar een kruidenrijker systeem blijkt verschraling bij een maaibeheer niet in de weg te staan. Meer kruiden wijzigt de afvoer van fosfor niet. Tenzij Grote ratelaar opduikt. Bij een dominantie van Grote ratelaar in de vegetatie vertraagt de afvoer van fosfor wél, althans bij de eerste maaibeurt. Bij een tweede of derde maaibeurt is dit wellicht niet meer het geval, omdat Grote ratelaar dan niet meer voorkomt in de vegetatie. Meer Grote ratelaar is verder niet noodzakelijk nadelig voor de verdere evolutie naar bloemrijke vegetaties. Bij een gemiddelde bedekking met Grote ratelaar kwamen in de Gulke Putten het hoogste aantal soorten voor. Benieuwd wat de toekomst brengt...

Lenaerts, Sam Schietekatte, Myrrhe Dhoore, Aaron Van Maele werkten mee aan de staalnames en dataverwerking. Christine Verscheure en Eckhart Kuijken zijn de beheerders van het natuurgebied De Gulke Putten.

CONTACT

E-mail: an.deschrijver@hogent.be

REFERENTIES

- Ameloot E. 2007. Impact of hemiparasitic *Rhinanthus* spp. on vegetation structure and dynamics of semi-natural grasslands. Doctoraatsthesis, KU Leuven.
- Ameloot E., Verheyen K., Bakker J.P., De Vries Y. & Hermy M. 2006. Long-term dynamics of the hemiparasite *Rhinanthus angustifolius* and its relationship with vegetation structure. *Journal of Vegetation Science* 17: 637-646.
- Couvreur M. & Hermy M. 2002. Verspreiden van zaden door maaibeheer. *Natuur.focus* 1(1): 4-8.
- Demey A., Ameloot E., De Schrijver A., Staelens J., Hermy M., Boeckx P. et al. 2013. Sleutelrol voor half-parasieten in de biogeochemie van soortenrijke graslanden. *Natuur.focus* 12(2): 69-76.
- Demey A., Ameloot E., Staelens J., De Schrijver A., Verstraeten G., Boeckx P. et al. 2013. Effects of two contrasting hemiparasitic plant species on biomass production and nitrogen availability. *Oecologia* 173: 293-303.
- De Hullu E. 1985. The influence of sward density on the population dynamics of *Rhinanthus angustifolius* in a grassland succession. *Acta botanica Neerlandica* 34: 23-32.
- D'hulster F., De Haes S., De Kegel E., De Moor R., Janssen F., Raeymaekers A. et al. 2017. Bufferzones rond kwetsbare natuurgebieden. Potentie voor graslandherstel op voormalige landbouwgronden rondom de Gulke Putten. *Natuur.focus* 16(3): 109-116.
- D'hulster F., Vangansbeke P., De Haes S. & De Schrijver A. 2018). Translocatie van graslandsoorten: de stem van beheerders. *Natuur.focus* 17(1): 11-17.
- De Schrijver A., Schelphout S., Demey A., Raman M., Baeten L., De Groot S. et al. 2013. Natuurherstel op landbouwgrond: fosfor als bottleneck. *Natuur.focus* 12(4): 145-153.
- Ehrlinger J.R. & Marshall J.D. 1995. Water relations. In: Press M.C. & Graves J.D. (eds.) *Parasitic plants*. Chapman & Hall, London.
- Kuijken E. & Verscheure C. 2008. Gulke Putten Wingene. In: Declerck K. (ed.) *Ecological restoration in Flanders*. Mededelingen Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel. INBO.M.2008.04: 71-74.
- Pywell R.F., Bullock J.M., Walker K.J., Coulson S.J., Gregory S.J. & Stevenson M.J. 2004. Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. *Journal of Applied Ecology* 41: 880-887.
- Schippers W., Bax I. & Gardenier M. 2017. Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. Samenwerkende Uitgevers.
- Stieperaere H., Verscheure C., De Beelde T. & Kuijken E. 2004. Aanvraag tot erkenning van het natuurreservaat Gulke Putten (Wingene), eerste uitbreiding. Natuurpunt vzw.
- Vlaamse Milieumaatschappij. 2018. Jaarrapport Lucht. Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017.