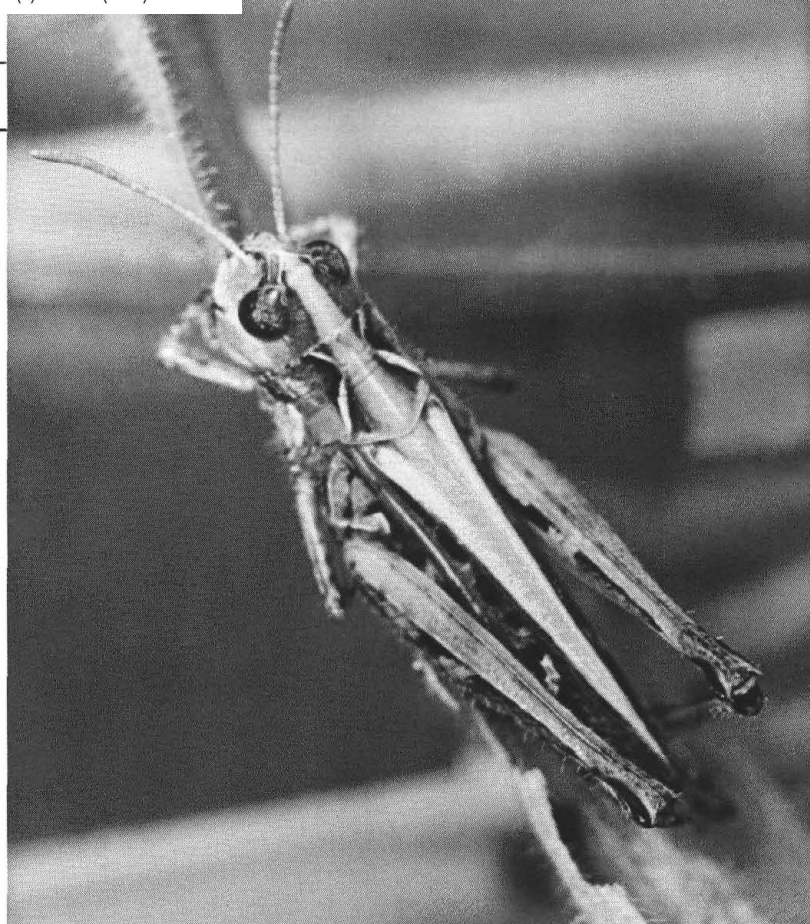




Het knotssprietje (*Myrmeleotettix maculatus*) ♀, behorend tot de veldsprinkhanen: een indicatorsoort voor onbemest grasland.

Female mottled grasshopper (*Myrmeleotettix maculatus*) (Orthoptera, Acrididae), an indicator species for unfertilized grassland.

toevoer van ammoniak, ammonium, nitraat en andere stikstofverbindingen. Deze stoffen komen grotendeels uit de lucht, maar ook via grond- en oppervlaktewater kan verrijking van het grasland optreden, alsmede bij ontwatering in veengronden door versnelde afbraak van organisch materiaal.

De enige oplossing voor dit probleem ligt in het terugdringen van de hoeveelheden stikstof die in het milieu worden gebracht. In afwachting hiervan trachten natuurbeheersinstanties door interne beheersmaatregelen in graslanden de effecten van deze externe processen tegen te gaan. Deze beheersmaatregelen vinden plaats in graslanden afkomstig uit twee geheel verschillende beginsituaties: 1. in natuurterreinen liggende schrale graslanden en 2. langdurig bemeste agrarische graslanden.

De toevoer van stikstof heeft voor de vegetatie drie gevolgen: 1. de chemische samenstelling van planten verandert (Bobbink et al., 1988); 2. de vegetatiestructuur verandert (Bobbink et al., 1988), en daarmee tevens het microklimaat (Barkman & Stoutjesdijk, 1987); 3. de floristische samenstelling van de vegetatie verandert (Elberse et al., 1983).

De stikstoftoevoer brengt direct of indirect — via de genoemde processen in de vegetatie — veranderingen in de fauna teweeg, niet alleen onder plantentende soorten die aan één of een klein aantal waardplantsoorten zijn gebonden, maar ook onder die welke meerdere plantesoorten eten (Van Wingerden et al., 1989; Van Wingerden & Bongers, 1989), vleesetende soorten (Siepel et al., 1989) en afbrekers (Siepel & Van de Bund, 1988).

Omdat de geschetste veranderingen zich in het begin langzaam en vrijwel onzichtbaar voltrekken, bestaat er dringend behoefte aan een waarschuwings-instrument dat een toename in de stikstofbelasting van het grasland tijdig signaleert, teneinde het interne beheer van het schraalgrasland daarop af te kunnen stemmen, of iets te kunnen veran-

Het grasland aan de monitor: bewaking van stikstofbelasting

met behulp

van insecten en spinnen

De natuurwaarden in graslanden gaan sterk achteruit door toenemende stikstofbelasting. Of maatregelen hiertegen effect hebben, kan worden beoordeeld met behulp van een monitorsysteem bestaande uit 44 soorten insecten en spinnen. De soorten zijn indicatief voor een bepaalde stikstofbelasting, met eenvoudige middelen te vangen en gemakkelijk op naam te brengen.

De noodzaak van een evaluatie-instrument

De natuurwaarden in graslanden gaan sterk achteruit door de toenemende stikstofbelasting (Bobbink et al., 1988): meer dan 95% van ons grasland wordt zwaar bemest, het resterende deel heeft in uiteenlopende mate te lijden van de

W.K.R.E. van Wingerden,
F.Maaskamp &
H.Siepel

deren aan de externe processen (indien de oorzaak hiervan in de directe omgeving van het grasland ligt).

Een geheel andere uitgangssituatie vormen de agrarische graslanden die, na decennia lang zwaar bemest te zijn geweest, een natuurfunctie krijgen. Om de natuurwaarde te verhogen start de betreffende natuurbeheersinstantie meestal een verschrallingsbeheer. Hier is dringend behoefte aan een evaluatie-instrument dat de beheerder op een termijn van enkele jaren antwoord geeft op de vraag of zijn verschrallingsbeheer succes heeft, of dat zijn inspanningen te niet worden gedaan door een voortdurende stikstoftoevoer. Het beheer kan dan daarop worden afgestemd.

De noodzaak van een biologische integrator

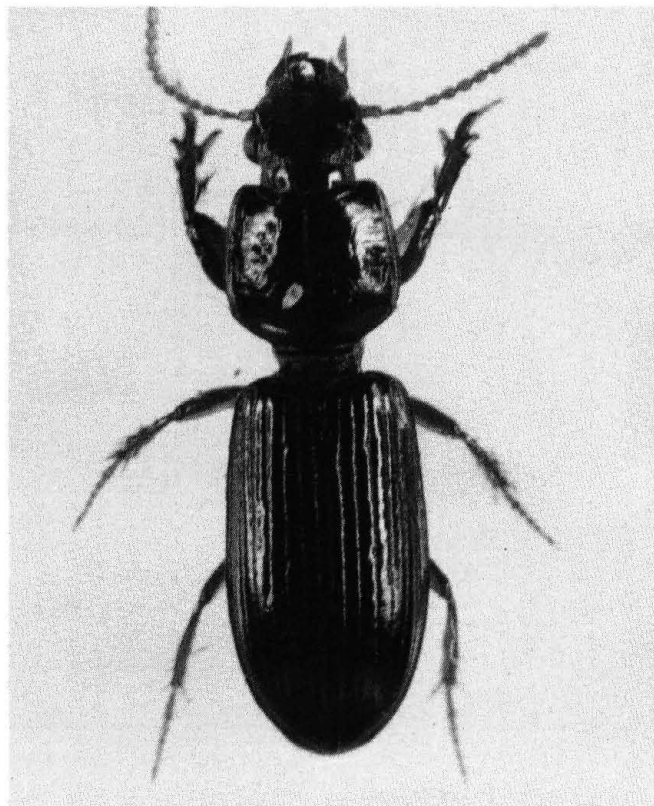
De voor de hand liggende vraag is of de stikstofbelasting niet direct te meten is door regelmatig bepalingen te doen aan het stikstofgehalte van de bodem. Er zijn echter drie moeilijkheden. Ten eerste is de depositie onregelmatig. Verder zijn nitraat- en in mindere mate ammoniumionen zwak aan bodemdeeltjes gebonden. Hierdoor vindt er een verticaal transport plaats, dat bij regen neerwaarts en bij verdamping opwaarts is gericht. Ook wordt een deel van de stikstof door de planten opgenomen. Het gevolg is dat het stikstofgehalte in de bodem zeer sterk wisselt in de tijd. Ook ruimtelijk kunnen de bodemstikstofgehalten sterk verschillen, zelfs over afstanden van enige centimeters (Beckett & Webster, 1971). Hierdoor zijn gemeten waarden moeilijk te interpreteren. Bovendien beïnvloeden bodemchemische en bodemfysische factoren de mate waarin de stikstof bevattende ionen aan bodemdeeltjes zijn gebonden. Daardoor is de voor de levensgemeenschap beschikbare hoeveelheid stikstof niet af te leiden uit bodemstikstofgehalten (Pegtel, 1987). Men kan nauwkeuriger en zinvoller werken met biotische parameters waarvan de presentie en/of kwantiteit de sterk in ruimte en tijd wisselende stikstofbelasting integraal (= samenvattend) indiceren (= aanwijzen).

Planten, hooiopbrengst en dieren

Welke biotische parameters komen in aanmerking? Het ligt voor de hand om aan hogere planten te denken: hun presentie lijkt gemakkelijk vast te stellen (Willems, dit nummer). De eerste exem-

De loopkeversoort *Clivina fossor*: een indicatorsoort voor zwaarbemest grasland.

Clivina fossor (Coleoptera, Carabidae), an indicator species for heavily fertilized grassland.



plaren van een soort zijn echter vaak moeilijk te vinden. Bovendien kan het lang duren eer soorten met een gering verspreidingsvermogen zich vestigen, tenzij er zich zaden in de grond bevinden die nog kiemkrachtig zijn. Veel graslandsoorten breiden zich jaarlijks over een kleine afstand uit (Fischer, 1987). In een onderzoek van Bakker (1987) naar het herstel van soortenrijke graslandvegetaties na een periode van bemesting bleek het aantal plantesoorten pas na zeven jaar te stijgen door vestiging van soorten van voedselarme gronden.

De hooiopbrengst fluctueert van jaar tot jaar onder invloed van de weersomstandigheden (Elberse et al., 1983; Bakker, dit nummer). Bovendien blijft de hooiopbrengst na het stoppen van de bemesting nog vele jaren op een hoog niveau (Bakker, 1987). De actieradius van vogel- en dagvlindersoorten is dikwijls groter dan de oppervlakte van graslandpercelen. Hun presentie geeft tevens informatie over o.a. stikstofbelasting in aangrenzende percelen.

Onder de andere ongewervelde diersoorten van graslanden is een aantal geschikt voor het bewaken van de stikstofbelasting, omdat zij snel kunnen reageren op veranderingen daarin, dankzij hun vermogen tot snelle vestiging en aanwas, en omdat de actieradius van hun individuen binnen de gebruikelijke

perceelsgrootte valt. Zij hebben daarentegen een drietal nadelen met betrekking tot hun inventarisatie: 1. het soortenaantal is groot (in grasland honderden soorten); 2. de presentie van soorten is dikwijls moeilijk vast te stellen vanwege de verborgen levenswijze; en 3. de determinatie is vaak moeilijk. Vanwege de voordelen van het snelle reactievermogen en de beperkte actieradius is geprobeerd deze drie nadelen op te heffen. Een strenge selectie leidde tot: 1. een overzichtelijk aantal 2. algemeen voorkomende en gemakkelijk te vangen soorten, die 3. met een speciaal voor graslanden ontwikkelde tabel gemakkelijk op naam zijn te brengen.

Methode

In acht op droge zandgronden gelegen graslanden, verdeeld over drie bemestingsniveaus en drie beheersvormen, werd in 1985 een kwantitatieve bemonstering uitgevoerd (tabel 1). In de beheersvariant lichtbemest hooiland (50 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹) zijn twee graslanden bemonsterd, nl. één dat eenmaal gemaaid werd en één dat tweemaal gemaaid werd. De bemonstering werd op vier manieren uitgevoerd: steekmonsters uit de bodem (springstaarten en mijten); vangpotten (kevers, spinnen, kakkerlakken, mieren, pissebedden en duizendpoten); pyramidevormige vallen (tweevleugeligen, wantsen, cicaden, spinnen

en kevers); het met de hand leegvangen van omheinde gedeelten (sprinkhanen).

In elk van de graslanden werden drie proefvlakken bemonsterd die zo ver van elkaar lagen verwijderd dat de kans dat individuen in twee of meer proefvlakken gevangen zouden kunnen worden, als verwaarloosbaar mag worden beschouwd. Tevens werd in de proefvlakken een aantal milieuv variabelen bepaald: de biomassa van de vegetatie, de ruimtelijke variatie hierin en het bedekkingspercentage; voorts in de bodem het organisch stofgehalte, de koolstof/stikstof (C/N)-ratio, de totale fosfor- en kaliumgehaltes, de pH (KCL) en het vochtgehalte. De aantallen dieren werden vervolgens in verband gebracht met de waarden van deze milieuv variabelen en die van de beheersvariabelen (N-gift, P-gift, K-gift, veedichtheid en maai-frequentie) door middel van canonische correspondentie analyse (CCA; Ter Braak, 1987).

De CCA biedt twee belangrijke mogelijkheden. In de eerste plaats kan ermee worden nagegaan welke van de milieuv variabelen het belangrijkste zijn voor de samenstelling van de ongewervelde fauna, alsmede voor de verdeling van de aantallen over de soorten. Zo bleek de combinatie N-gift, C/N-ratio en pH (KCL) (in volgorde van belangrijkheid) 51% van de variatie in soorten en aantallen kevers en spinnen tussen de plots te verklaren. Het organisch stofgehalte, het P-gehalte, de veedichtheid en de bodemvochtigheid bleken aanzienlijk minder sterk gecorreleerd met de soortensamenstelling en aantallen in de plots (Siepel et al., 1989).

Aangevuld door het programma DIATAB (Ter Braak & Looman, 1986) biedt CCA de mogelijkheid om ook de correlatie tussen afzonderlijke soorten en de met behulp van CCA geselecteerde beheers- en milieuv variabelen te kwantificeren. Indien er een sterke correlatie is tussen de aantallen van een soort en de waarden van een bepaalde milieuv variabele, is die soort geschikt om als indicatorsoort voor die milieuv variabele te worden gebruikt. Indicatorsoort wil zeggen dat het voorkomen van deze soort bepaalde waarden van een milieuv variabele typeert. Indicatorsoorten dienden aan de volgende criteria te voldoen: ze moesten algemeen zijn (minimaal in drie plots voorkomen), en de variatie in hun aantallen moest voor meer dan 30% worden verklaard door de combinatie van de be-

Bemesting fertilization	Productie production	Beheer/management		
		Geen/ none	Maaïen/ mowing	Begrazen/ grazing
0	<2	Deelerwoud	Hoge Veluwe	Imbos
50	8		Bennekom	Bennekom
400	12-15		Wageningen	Wageningen

Tabel 1. Verdeling van proefvelden over bemestingsniveaus (kg N.ha⁻¹.jaar⁻¹), productieniveaus (tonnen.ha⁻¹.jaar⁻¹) en beheersvormen.

Distribution of sample areas over fertilization levels (kg N.ha⁻¹.yr⁻¹), production levels (tons.ha⁻¹.yr⁻¹) and type of management.

Bemesting	Soort	Systematische groep
Onbemest/ Unfertilized	<i>Drusilla canaliculata</i>	kortschildkevers
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	mestkevers
	<i>Byrrhus pilula</i>	pillenkevers
	<i>Myrmica sabuleti</i>	mieren
	<i>Agramma laeta</i>	wantsen
	<i>Ectobius lapponicus</i>	kakkerlakken
	<i>Zelotes spec.</i>	zakspinnen
	<i>Euophrys frontalis</i>	springspinnen
	<i>Euryopis flavomaculata</i>	kogelspinnen
	<i>Xysticus erraticus</i>	krabspinnen
	<i>Alopecosa pulverulenta</i>	wolfspinnen
	<i>Trochosa terricola</i>	"
	<i>Pardosa pullata</i>	"
	<i>Omocestus viridulus</i>	sprinkhanen
	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	"
	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	"
Licht bemest/ Lightly fertilized	<i>Harpalus rufipes</i>	loopkevers
	<i>Poecilus versicolor</i>	"
	<i>Calathus melanocephalus</i>	"
	<i>Xantholinus linearis</i>	kortschildkevers
	<i>Philonthus fuscipennis</i>	"
	<i>Philonthus atratus</i>	"
	<i>Philonthus splendens</i>	"
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	"
	<i>Tachyporus hypnorum</i>	"
	<i>Agriotes lineatus</i>	kniptorren
	<i>Agriotes obscurus</i>	"
	<i>Dryops ernesti</i>	pillenkevers
	<i>Pachygnatha degeeri</i>	strekspinnen
	<i>Xysticus cristatus</i>	krabspinnen
	<i>Alopecosa cuneata</i>	wolfspinnen
	<i>Pardosa spec.</i>	"
	<i>Chorthippus albomarginatus</i>	sprinkhanen
Zwaar bemest/ Heavily fertilized	<i>Loricera pilicornis</i>	loopkevers
	<i>Clivina fossor</i>	"
	<i>Pterostichus melanarius</i>	"
	<i>Pterostichus strenuus</i>	"
	<i>Pterostichus vernalis</i>	"
	<i>Agonum sexpunctatum</i>	"
	<i>Agonum marginatum</i>	"
	<i>Coccidula rufa</i>	lieveheersbeestjes
	<i>Propylaea quatordecimpunctata</i>	"
	<i>Cantharis rufa</i>	weekschildkevers
	<i>Pachygnatha clercki</i>	strekspinnen

Tabel 2. Indicatorsoorten voor respectievelijk onbemest, licht bemest en zwaar bemest grasland.

Indicator species for unfertilized, lightly, and heavily fertilized grassland, respectively.

langrijkste milieuv variabelen. De indicatorsoort typeert die waarden van de milieuv variabelen waarbij deze soort haar hoogste aantallen bereikt.

In totaal werden meer dan 900 soorten uit de eerder genoemde systematische groepen aangetroffen. Hieruit werden 151 indicatorsoorten geselecteerd (Siepel et al., 1987; Siepel & Van de Bund, 1988; Siepel et al., 1989). Wanneer soorten als monitorsoorten in de praktijk worden gebruikt, moeten zij bovendien goed geregistreerd kunnen worden door beheerders van natuurterreinen en inventarisatiemedewerkers. Dit houdt in dat hun aanwezigheid gemakkelijk vastgesteld moet kunnen worden, en dat zij zulke duidelijke, hen van andere graslandsoorten onderscheidende kenmerken bezitten dat de determinatie eenvoudig is. Bij deze selectie vielen tientallen soorten af: alle mijten en springstaarten, veel kortschildkeversoorten, en een aantal loopkever- en spinnesoorten. Tenslotte bleven 60 indicatorsoorten over, 50 voor licht, zwaar of onbemest en 10 voor andere milieuv variabelen.

Praktijkproef

Twintig beheerders werden bereid gevonden om in 1988 het monitorsysteem toe te passen om te zien of zij in staat waren met de indicatorsoorten te werken. Een tweede doel was te onderzoeken of het systeem dat ontwikkeld was op graslanden binnen de driehoek Wageningen - Arnhem - Apeldoorn ook in andere regio's toepasbaar zou zijn.

De deelnemers onderzochten van mei tot en met september de door hen beheerde graslanden op de aanwezigheid van de 60 indicatorsoorten. Van alle gevangen indicatorsoorten werd een exemplaar bewaard voor controle op de determinatie. Hierbij bleek dat met een

aantal groepen spinnen en kevers en de veldsprinkhanen weinig fouten gemaakt werden. Minder goede resultaten werden behaald met wolfspinnen (74% goed) en kortschildkevers (61% goed). Een aantal verwante en daardoor lastig van elkaar te onderscheiden soorten van het spinnegeslacht *Pardosa* werden daarom samengevoegd tot een 'supersoort'. De determinatietabel werd op een aantal punten verbeterd en voorts werden op verzoek van de deelnemers kleurenfoto's van de indicatorsoorten toegevoegd aan de handleiding. Een aantal groepen (snuitkevers, hangmatspinnen, duizendpoten en pissebedden) werd van de lijst van indicatorsoorten afgevoerd, alsmede de indicatorsoorten voor andere milieuv variabelen dan de mestgift. Uiteindelijk bleven 44 indicatorsoorten over: 16 voor onbemest, 17 voor lichtbemest en 11 voor zwaarbemest grasland (tabel 2).

Vervolgens werden de bemonsterde graslanden gegroepeerd in twee categorieën, nl. lichtbemest (hierbij ook onbemeste terreinen onder invloed van stikstoftoevoer) en onbemest (d.w.z. niet eerder bemest en niet sterk verrijkt of enige jaren geleden geplagd). In de acht licht bemeste graslanden en zes onbemeste graslanden werden de drie groepen indicatorsoorten bepaald (fig. 1). Hieruit is gebleken, dat de indicatorsoorten ook aanwezig zijn in graslanden in andere regio's (van Friesland tot Noord-Brabant) dan het gebied waarin onze proefvlakken lagen. Bovendien blijkt uit de bovenvermelde indicatorsoorten-aantallen een overeenkomst tussen de stikstofbelasting die wordt aangegeven door het hoogste aantal indicatorsoorten en de feitelijke stikstofbelasting (zoals die onafhankelijk daarvan opgegeven werd). In afzonderlijke graslanden mag deze overeenkomst ontbreken. Want het monitorsysteem is bedoeld om

gedurende een reeks van jaren uit verschuivingen in de indicatorsoorten-aantallen voor elk van de drie bemestingsnivo's het proces van verschralling of verrijking in één bepaald grasland af te leiden. De aanwezigheid van een, twee of drie indicatorsoorten voor zwaar bemest grasland in een onbemest grasland bijvoorbeeld doet niets af aan de toepasbaarheid van het monitorsysteem. Neemt het aantal van deze soorten in de tijd sterk toe, en dat van de andere twee categorieën af, dan is dat een aanwijzing voor verrijking.

Registratie indicatorsoorten

Het merendeel van de indicatorsoorten (21 keversoorten en 10 spinnesoorten) is actief op het bodemoppervlak. De aanwezigheid ervan kan efficiënt worden bepaald met vangpotten ($\varnothing$ 10-12 cm; hoogte ca 15 cm). Nadat de potten twee tot drie dagen hebben gestaan, kan de vangst worden gedetermineerd. De overige 13 soorten kunnen met sleepnet of met de hand worden bemachtigd. Details met betrekking tot vangmethoden en de determinatietabel staan vermeld in Maaskamp et al. (1989).

Het verdient aanbeveling in de maanden mei en september de vangpotten tweemaal te zetten. In juni-augustus kan dit eenmaal worden gedaan, maar in deze maanden dient men wat intensiever met het sleepnet of met de hand te vangen (hiervoor is het nodig dat de vegetatie droog is).

Diagnosestelling

Aan het einde van het seizoen kunnen de percentages soorten uit de indicatorgroepen voor onbemest, licht bemest en zwaar bemest worden bepaald. De bemestingscategorie met het hoogste percentage indicatorsoorten zal in de meeste gevallen corresponderen met de stikstofbelasting van het jaar van bemonstering en de twee jaren daaraan voorafgaand. Door de bemonstering jaarlijks of met tussenpozen van twee of meer jaren te herhalen verkrijgt men tijdreeksen bestaande uit percentages indicatorsoorten uit elk van de drie bemestingscategorieën. Verschuivingen hierin geven een indicatie voor verandering in de stikstofbelasting (verrijking of verschralling). Als voorbeeld kan dienen een tot en met 1984 zwaar bemest grasland in de Donkse Laagte (Alblasserwaard), dat vanaf 1985 een lage mestgift krijgt. Het gras wordt tweemaal per jaar gemaaid en af-

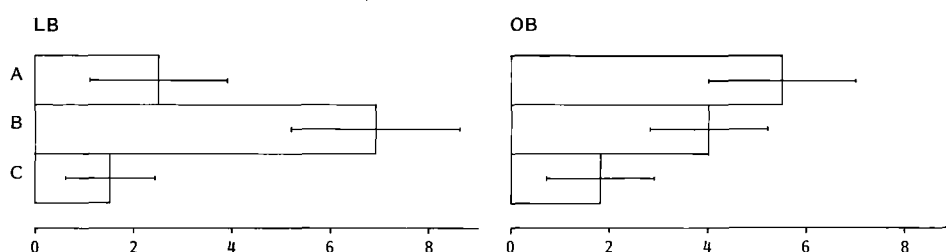
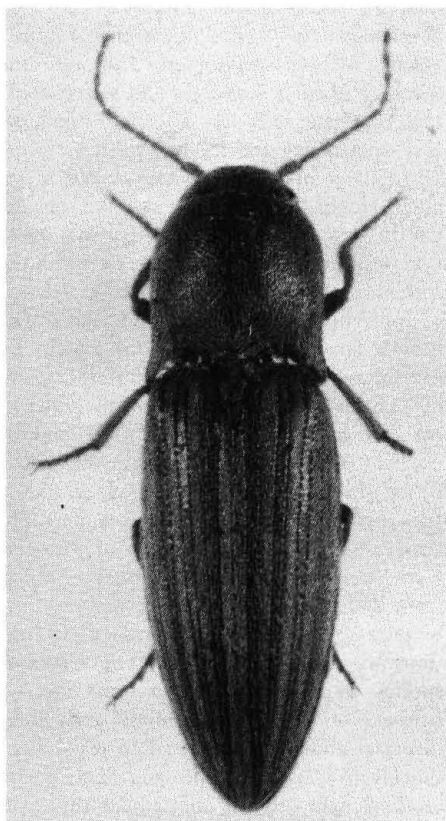


Fig. 1. Gemiddelde aantallen indicatorsoorten ($\pm$ S.D.) voor resp. onbemest (A), licht bemest (B) en zwaar bemest (C) grasland in acht licht bemeste (LB) en zes onbemeste (OB) graslanden.

Mean numbers of indicator species ($\pm$ S.D.) for unfertilized (A), lightly fertilized (B) and heavily fertilized (C) grassland respectively in eighth lightly fertilized (LB) and six unfertilized (OB) grasslands.

De kniptor *Agriotes lineatus*: een indicatorsoort voor lichtbemest grasland. Click-beetle *Agriotes lineatus* (Coleoptera, Elateridae), an indicator species for lightly fertilized grassland.



gevoerd. Een afnemende trend in plantaardige produktie is nog niet duidelijk aanwezig. De vegetatiestructuur verandert wel, maar het meten hiervan is voor de beheersinstanties een onhaalbare zaak. Al na twee seizoenen relatieve verschralling komt de veranderde stikstofbelasting duidelijk tot uiting in een stijging van het percentage indicatorsoorten uit de groepen van kevers en spinnen voor lichtbemest grasland. Bovendien verschenen er enkele indicatorsoorten voor onbemest grasland (fig. 2).

Investeren en winst

Hoewel de bemonsteringen grotendeels kunnen samenvallen met het 'normale' terreinbezoek, vraagt het werken met het monitorsysteem een extra tijdinvestering van de beheerder: op jaarbasis ongeveer 30 uur. Daar staan evenwel drie grote voordelen tegenover:

1. De beheerder verkrijgt goed bruikbare gegevens voor de beheersverslaglegging. Op basis hiervan kan de beheersinstantie beslissen of de beheersmaat-

regelen moeten worden gecontinueerd of bijgesteld.

2. In het geval van een succesvolle verschralling van een agrarisch grasland ziet de beheerder aan de verschuivingen in de percentages indicatorsoorten al snel effect van zijn beheersinspanningen, mogelijk voordat zulks duidelijk wordt uit vestiging van plante- en vogelsoorten. Dit werkt zeer motiverend! Speelt het probleem van verrijking van een schraalgrasland door een externe bron, dan wordt de beheerder door verschuivingen in de percentages indicatorsoorten hierop geattendeerd, mogelijk nog voordat bijzondere soorten uit het gebied zijn verdwenen.

3. En passant groeit de kennis en interesse voor ongewervelde diersoorten, zoals duidelijk is gebleken uit de reacties van de deelnemers aan de praktijkproef (enquêteresultaten in Maaskamp et al., 1989).

Stikstofbelasting en natuurwaarde

Voor de praktijk is de vraag interessant welke relatie er bestaat tussen stikstofbelasting en natuurwaarde. Immers, het doel van de beheersinstantie is de natuurwaarde van de gebieden te behouden of te vergroten. De antwoorden op de vraag waaraan natuurwaarde moet worden afgemeten, kunnen evenwel sterk uiteenlopen. Zo kan men als criteria nemen: het aantal zeldzame soorten, het aantal soorten waarvoor Nederland een essentiële plaats inneemt in het areaal, het aantal van de soorten die worden gewaardeerd door het grote publiek, enz. In dit artikel is het eerstgenoemde criterium gekozen.

Over het algemeen is er een sterke negatieve correlatie tussen stikstofbelasting en het aantal zeldzame soorten. Immers, bemesting werkt sterk nivellerend op de diversiteit en heeft een verarmend effect op de flora en fauna van graslanden, doordat het de concurrentiepositie van ruderaal (= algemene) soorten vergroot, en de condities voor minder algemene soorten verslechtert.

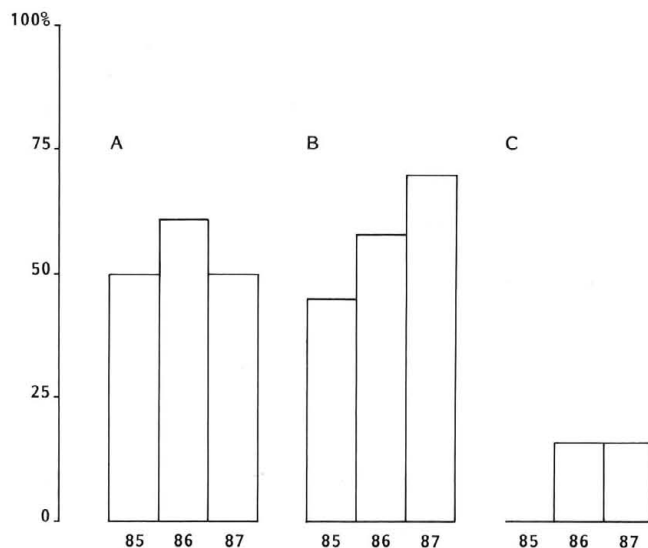
Zelfs in graslanden met een minimale stikstofbelasting zullen zeldzame soorten dikwijls ontbreken. Dit kan worden veroorzaakt door de korte tijd gedurende welke de stikstofbelasting minimaal is; maar ook door de kleine oppervlakte en de geïsoleerde ligging van het grasland, door een ingreep, of door een verstoring in het terrein. De vestiging van zeldzame soorten is dan een kwestie van tijd. Juist in deze situatie is het voor de beheerder belangrijk vast te kunnen stellen of stijging van de stikstofbelasting (niet) de oorzaak vormt voor het (nog) afwezig zijn van soorten die de natuurwaarde van een grasland bepalen. Met andere woorden: een monitorsysteem dat bestaat uit algemene soorten met grote vestigingsmogelijkheden is een onmisbaar stuk gereedschap voor het bewaken van de stikstofbelasting, en dus voor het bewaken van de natuurwaarde van een grasland.

Literatuur

Bakker, J. P., 1987. Restoration of species-rich grassland after a period of fertilizer application. In: Disturbance in grasslands. Junk. Dordrecht: 185-200.

Barkman, J. J. & P. Stoutjesdijk, 1987. Microklimaat, vegetatie en fauna. Pudoc. Wageningen.

Fig. 2. Percentages indicatorsoorten voor resp. zwaar bemest (A), licht bemest (B) en onbemest (C) grasland uit de groepen van de spinnen en kevers uit de lijst van Siepel et al. (1987) gedurende de eerste drie jaren van het verschrallingsexperiment 'De Donkse Laagte'. Percentages of spider and beetle indicator species from the list of Siepel et al. (1987) during the first three years of the nutrient-limitation experiment 'De Donkse Laagte'.



De wolfspin *Alopecosa cuneata* ♀: een indicatorsoort voor lichtbemest grasland.
Female wolf spider (*Alopecosa cuneata*) (Araneida, Lycosidae), an indicator species for lightly fertilized grassland.



Beckett, P. H. T. & R. Webster, 1971. Soil variability: a review. *Soils and fertilizers* 34: 1-15.

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.

Braak, C. J. F. ter, 1987. Ordination. In: Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc. Wageningen: 91-173.

Braak, C. J. F. ter & C. W. N. Looman, 1986. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. *Vegetatio* 65: 3-11.

Elberse, W. T., J. P. van den Bergh & J. G. P. Dirven, 1983. Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of old grassland on heavy-clay soil. *Netherlands Journal of agricultural Science* 31: 63-88.

Fischer, A., 1987. Vegetation development from denuded ground to grassland. In: Disturbance in grasslands. Junk. Dordrecht: 119-128.

Maaskamp, F., H. Siepel & W. K. R. E. van Wingerden, 1989. Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. RIN-rapport 89/3. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Arnhem.

Pegtel, D. M., 1987. Soil fertility and the composition of semi-natural grassland. In: Disturbance in grasslands. Junk. Dordrecht: 51-66.

Siepel, H., C. F. van de Bund, J. Meijer, W.

K. R. E. van Wingerden, F. A. Bink, W. Bongers, A. A. Mabelis, G. J. Roelofsens & M. H. den Boer, 1987. Beheer van graslanden in relatie tot de ongewervelde fauna: ontwikkeling van een monitorsysteem. RIN-rapport 87/29. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Arnhem.

Siepel, H. & C. F. van de Bund, 1988. The influence of management practices on the grassland microarthropod community. *Pedobiologia* 31: 339-354.

Siepel, H., J. Meijer, A. A. Mabelis & M. H. den Boer, 1989. A tool to assess the influence of management practices on grassland surface macrofaunas. *Journal of applied Entomology* 108: 271-290.

Wingerden, W. K. R. E. van, A. R. van Kreveland & W. Bongers, 1989. Vegetation structure and distribution patterns of grasshoppers (Orthoptera, Acrididae). *Econieuws* 2 (4): 5.

Wingerden, W. K. R. E. van & W. Bongers, 1989. De verspreiding van *Stenobothrus stigmaticus* (Rambur) 1839 (Orthoptera, Acrididae) in relatie tot de vegetatiestructuur van *Deschampsia flexuosa* bij begrazing. *Nieuwsbrief Saltabel* 2: 20-27.

Summary

Grassland on the monitor: control of nitrogen load by means of the registration of insect and spider species.

Nature values of grasslands are strongly decreasing as a consequence of an increasing

nitrogen load. The effects of both eutrophication and management rules for the regeneration of formerly agricultural grasslands can be assessed with the help of a set of 44 species of insects and spiders. These species have been selected from more than 900 species sampled from eight grasslands differing in fertilization level as well as type of management (table 1), by means of multivariate analysis techniques. The indicator species had to be common and widespread. Moreover the selection was performed on easy catchability and identification.

Wardens of nature reserves appeared to be able to identify most of the selected species. On the basis of their experiences a final selection resulted in three groups of indicator species: 16 species for unfertilized grassland, 17 for lightly fertilized grassland, and 11 for heavily fertilized grassland (table 2). In an investigation of grasslands in different parts of The Netherlands an agreement between the nitrogen load indicated by the highest number of indicator species and the actual nitrogen load of the grassland was found.

It is argued that indicator species are more appropriate for the assessment of nitrogen load than direct measurements of nitrogen from soil samples are. Their presence integrates spatial as well as temporal fluctuations in available nitrogen. The indicator species of the presented system are — because of their commonness and great dispersal ability — supposed to react more quickly to changes in nitrogen load by the establishment of their populations than rare invertebrate species do. Although the latter contribute to the quality of an area to a greater extent, many of them disperse and settle too slowly (which is also true for grassland plant species). Therefore the presented monitoring system is proposed to be an indispensable tool for the improvement of grassland.

Dankwoord

Met dank aan de deelnemers aan de praktijkproef — afkomstig uit kringen van Staatsbosbeheer, de provinciale landschappen en N.M.F. — voor hun inzet, en aan de RIN-medewerkers Dr. A. A. Mabelis, Dr. A. L. Spaans en Drs. M. A. J. M. Verstegen voor hun kritisch commentaar.

Het rapport: 'Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond' (RIN-rapport 89/3. 44 p. + 5 p. afbeeldingen in kleur) is verkrijgbaar door overschrijving van f 13,50 (incl. porto) op postgiro 5160648 van het RIN te Leersum onder vermelding van het rapportnummer.

Dr. W. K. R. E. van Wingerden

F. Maaskamp

Drs. H. Siepel

Rijksinstituut voor Natuurbeheer,

Postbus 9201,

6800 HB Arnhem