



## Bijlage

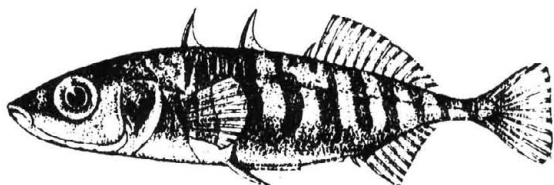
Het tempo van de inzwemmers is het gevolg van het bioritme van de stekelbaarzen. Het dichtheidsafhankelijke tempo waarmee de vissen de passage verlaten is daarentegen in hoofdzaak het gevolg van een natuurlijk proces. Bij dergelijke processen is er een simpel lineair verband tussen de snelheid waarmee de dichtheid verandert ( $dx/dt$ ) en de dichtheid ( $x$ ) zelf. Voor ons geval waarbij de snelheid (waarmee de dichtheid in de passage toeneemt) afneemt met de dichtheid krijgen we de volgende differentiaalvergelijking:  $dx/dt = -a \cdot x$  ( $x$ :stekelbaarsdichtheid,  $a$ :constante). Met deze vergelijking valt echter weinig te doen in tegenstelling tot de analytische oplossing:

$$x(t) = C \cdot e^{-at} \quad (C = \text{constante}).$$

Met deze exponentiële functie kunnen we ons gemakkelijk een voorstelling maken van wat er gebeurt als de passage zich vult met stekelbaarzen. Curve I in figuur 5 geeft het verloop van de stekelbaarsdichtheid ( $x$ ) weer als functie van de tijd. De snelheid waarmee een aanvankelijk lege ( $t = 0$ ) passage zich vult wordt voor elk tijdstip bepaald door de tangens van de raaklijn aan deze curve. Naarmate de passage verzadigd raakt wordt de snelheid waarmee de stekelbaarsdichtheid toeneemt lager (tangens kleiner). Kenmerkend voor een dergelijke functie is dat de tijd die verloopt tot de dichtheid met 50% is gestegen (halveringstijd) constant blijft.

## Literatuur

- Baggerman, B., 1957. An experimental study on the timing of breeding and migration in the three spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). Archives Neerlandaises de Zoologie 12: 105-317.
- Cazemier, W. G. & W. J. M. Muyres, 1981. Over de doelmatigheid van een experimentele vistrap in de Neerbeek. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. Rapport ZS 81-01.
- Clay, C. H., 1961. Fish locks and fish elevators. In: Design of Fishways and other Fish facilities. 129-156. The Department of Fisheries of Canada, Ottawa.
- Drimmelen, D. E., 1963. De vistrappen in Nederland. Visserij-Nieuws. 16: 2-14.
- Groot, de A. T. & L. M. van Haasteren, 1977. De optrek van jonge aal door de zogenaamde aalpijp. Visserij. 30: 420-437.
- Kemper, J. H., 1986. Voedselbeperking voor de Lepelaar van het Zwanenwater. Levende Natuur. 87: 66-71.



Driedoornige stekelbaars uit: H. Nijssen & S. J. de Groot, 1987. De vissen van Nederland. KNNV.

Kemper, J. H., 1987. Grote prooien voor de Lepelaar in theorie en praktijk. Limosa 60: 209-210.

Osiack E. R., 1986. Bedreigde en karakteristieke vogels in Nederland. Ned. ver. tot bescherming van vogels. Zeist.

Regan, C. Tate, 1911. The freshwater fishes of the British Isles. Methuen London.

## Summary

**Fishway for sticklebacks to save the Spoonbill (*Platalea leucorodia*) in Noord-Holland.**

A study in 1985 revealed that food circumstances for the Spoonbill (*Platalea leucorodia*) in the northern part of the province of Noord-Holland may be improved. The principal idea was to introduce migrating sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) in the feeding area of the Spoonbill. An experimental study confirmed this hypothesis in 1987. The final step was to construct a fishway (fig. 2) which enables sticklebacks to enter polder areas without intervention of man. A fishway was installed at two different sites (fig. 1) in the spring of 1988 and proved to be successful (fig. 3, 4). Guidelines are given to ensure optimal operation of the fishway (fig. 5). With this final step a recovery-plan for the spoonbill is made. Two permanent fishways will be constructed in different feeding areas. The effects of our efforts on Spoonbill and sticklebacks will be studied in 1989 and 1990.

## Dankwoord

Mijn eerste dank gaat uit naar het Prins Bernhard Fonds, welke een grote financiële bijdrage tot dit onderzoek heeft geleverd. Het Wereld Natuur Fonds en de Stichting Grasduinen hebben het geld bijeengebracht voor de experimentele stekelbaarspassages, terwijl Natuurmonumenten, Vogelbescherming en de Provincie Noord-Holland de onderzoekskosten voor hun rekening namen. Dan lof aan Jan Kemper sr., zonder wiens hulp de passages nooit op tijd waren gereed gekomen. Wim Klomp wil ik bedanken voor de hulp, en de onontbeerlijke morele steun, en Arie Spaans voor het kritisch doorlezen van het manuscript.

Drs. J. H. Kemper  
p/a S.B.N.D. Vogelprojecten  
Postbus 16915  
1001 RK Amsterdam.

# De invloed van

# op

# van Struikheide

J. Bokdam  
& J. M. Gleichman





## Runderbegrazing

## ontwikkeling

## Bochtige smele

De concurrentie tussen Struikheide en Bochtige smele wordt niet alleen door de stikstofbeschikbaarheid gereguleerd. Selectieve vraat van grassen en andere invloeden van grote herbivoren bepalen mede de uitkomst. Runderbegrazing blijkt zelfs bij het actuele N-depositie-niveau tot herstel van Struikheiderijke vegetaties te kunnen leiden. Maakt begrazing plagen overbodig?



Heideterreinen staan de laatste decennia bloot aan allerlei bedreigingen, die een negatieve invloed uitoefenen op de biologische rijkdom en de daarvan afgeleide natuurwaarden (Storrenbeker, 1986; Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer, 1988). De toenemende vergrassing krijgt momenteel de meeste aandacht. Niet minder dan 8000 hectare, d.w.z. 20% van het Nederlandse heideareaal, is al sterk (ruim 75%) vergrast (Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer, 1988). De heideachtigen, vooral Struikheide (*Calluna vulgaris*) en Dopheide, (*Erica tetralix*) zijn sterk in bedekking teruggelopen en opgevolgd door Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) in de droge heide en Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) in de natte (foto 1a, 2a).

Wat is nu eigenlijk het probleem? Vergrassing omvat zowel de toename van grassen als de achteruitgang van het aandeel heideachtigen en het verlies van soortenrijkdom. De term vergrassing doet vermoeden dat de vestiging en uitbreiding van bovengenoemde grassen als zodanig ten koste zou gaan van de biologische rijkdom. Er zijn echter geen onderzoeksresultaten bekend die dit vermoeden bevestigen. Sterker nog, het tegendeel is waar. Bochtige smele en Pijpestrootje scheppen levensvoorwaarden voor een groot aantal diersoorten (van de Bund, 1988). Wanneer wordt geconstateerd dat grassen de oorzaak vormen van het verdwijnen van minder algemene plantesoorten uit een heideterrein (Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer 1988, Quené-Boterenbrood, 1988) dan betreft dat steeds situaties, waarin het gras een dichte gesloten mat heeft gevormd en een dikke strooisellaag als gevolg van langdurig niets doen en is er sprake van een sterke verzuring. Begraasde Bochtige smele- en Pijpestrootje-rijke heiden uit b.v. Denemarken en Engeland blijken echter botanisch zeer soortenrijk te kunnen worden en te kunnen blijven onder begrazing. De conclusie kan dan ook alleen maar zijn dat de vestiging en een zekere toename van grassen als zodanig geen natuurbeheersprobleem vormen. Maar wat dan wel?

Wel problematisch is de sterke achteruitgang of zelfs het verdwijnen van zeldzame, structuurafhankelijke plantesoorten en van de heideachtigen. Niet alleen en niet in de eerste plaats vanwege het esthetische en cultuurhistorische verlies, maar veel meer door het wegvallen van de levensvoorwaarden

voor een groot aantal karakteristieke diersoorten van de heide.

McNeill et al. (1988) en Van de Bund (1986, 1988) geven overzichten van diersoorten die via hun voedsel-, nectar- en thermoregulatiebehoefte afhankelijk zijn van Struikheide. De vraag is in hoeverre het weer herstellen van de meest karakteristieke component van het vroegere landgebruik, nl. begrazing, voldoende is om de vroegere waarden terug te krijgen. Het gaat er om soortenrijke en struikheiderijke heidegemeenschappen te herstellen.

andere factoren en processen die de concurrentie tussen de twee soorten kunnen beïnvloeden worden veronachtzaamd. De effecten van begrazing zijn in het verleden slechts in de beschouwing betrokken voor zover zij de stikstofhuishouding van plant en systeem beïnvloeden (Berendse, 1985; Werkgroep, 1988). Op grond van de N-balans werd het uitgesloten geacht dat begrazing een effectieve maatregel zou kunnen zijn om heideherstel vanuit een vergraste situatie te bewerkstelligen (Van Gils, 1984; zie ook: Forum discussie, 3e studiedag heidebeheer: Diemont, 1984).

zoek van de vakgroep Natuurbeheer naar de effecten van dit beheer is in het voorjaar van 1983 van start gegaan (Bokdam et al., 1986). De belangrijkste vragen zijn: In hoeverre leidt runderbegrazing tot herstel van Struikheidevegetaties, tot het terugdringen van de grasbedekking en tot vergroting van de biologische rijkdom?

Hieronder wordt alleen ingegaan op de ontwikkelingen van Struikheide en Bochtige smele. De eerste resultaten m.b.t. de overige aspecten zijn elders behandeld (Bokdam et al., 1986).

Het hier behandelde deel van het onderzoek betreft de vegetatie-ontwikkeling, in het bijzonder die van Struikheide en Bochtige smele in het droge gebied, buiten het beekdal van de Heelsumse beek, dat het gebied van oost naar west doorsnijdt. De bodem bestaat in deze hogere delen uit grindrijke holtpodzolen en enkeerdgronden. Deze laatste hebben een hogere fosfaatvoorraad en -beschikbaarheid. Beide typen zijn ontstaan als resultaat van het vroegere landgebruik. Het begraste gedeelte is  $\pm 60$  ha groot. Hiervan bestaat  $\pm 40$  hectare uit vergraste heide en 20 hectare uit bos met een ondergroei van Bochtige smele. Voorafgaand aan het in begrazing nemen zijn op kleine schaal stroken geplagd (in 1980) en gemaaid (in 1982). Ook is een leidingstroom, vergraven in 1979, in het onderzoek meegenomen. Het resultaat was in 1983: een korte vegetatie in het droge gedeelte met overwegend Bochtige smele, enkele hectares jonge Struikheide en minder dan 1 hectare oude en afgetakelde Struikheide (zie ook legenda fig. 3). Vanaf januari 1983 is er jaarrond met runderen begrast, overwegend Fries-Hollands. Daarnaast hebben er enkele paarden in het gebied gelopen (fig. 2). De teruggang in de begrazingsdruk hangt samen met de verminderde vegetatieproductie. Runderen hebben een sterke voorkeur voor grassen. Het gevolg is dat zowel Bochtige smele als Pijpestrootje steeds kort de winter zijn ingegaan. Struikheide werd vooral 's winters afgevreten (Bokdam et al., 1986). Er werd in de tweede helft van de winter in beperkte mate bijgevoerd met ruwvoer. Ook werden mineralen bijgegeven.

In 1983 en 1984 zijn 21 proefvlakken van  $5 \times 5$  m uitgezet in representatieve gedeelten van de 4 verschillende uitgangssituaties die in 1983 werden aangetroffen. De proefvlakken zijn jaar-

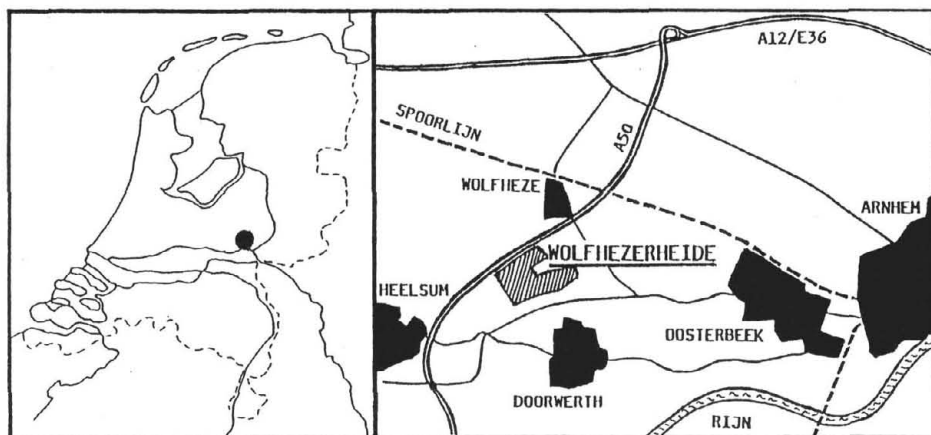


Fig. 1.  
Wolfheizerheide. Ligging van het onderzoeksgebied.  
Wolfheizerheide. Location of the research area.

Het onderzoek naar het gewenste heidebeheer is in Nederland vooral op gang gekomen nadat duidelijk was geworden dat heide actief beheerd moest worden om vergrassing en verbossing te voorkomen en nadat er vermoedens gerezen waren omtrent de invloed van de luchtverontreiniging op het heidesysteem (Diemont et al., 1982). Uit de beheerspraktijk en uit experimenten was al duidelijk geworden dat plaggen een effectief middel is om heide te verjongen. Bij de interpretatie hiervan werd de nadruk gelegd op de afvoer van stikstof met de verwijderde vegetatie- en strooisellaag. Het creëren van een geschikt kiembed voor het heidezaad, waarop vervolgens de planten een aantal jaren zonder concurrentie van grassen kunnen opgroeien is meer recentelijk benadrukt (Bruggink, 1987). Deze concentratie van het onderzoek op de stikstofhuishouding kan mogelijk verklaard worden uit de groeiende belangstelling voor de luchtverontreinigingsproblematiek en de daaruit voortvloeiende beschikbaarheid van onderzoeksfondsen. In zo'n situatie is het gevaar niet denkbeeldig dat

## Onderzoek

Vanaf het begin van het machinale plaggen zijn er vanuit het natuurbeheer vraagtekens gezet bij de grootschalige toepassing van deze vorm van heidebeheer. Die terughoudendheid beruiste niet alleen op de hoge kosten die het plaggen met zich meebrengt (Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer, 1988), maar ook op de nadelige gevolgen voor de fauna (Van Gelder en Hanekamp, 1987; Van de Bund, 1988).

De mogelijkheden om met begrazing heide te beheren waren in het begin van de 80-er jaren nog weinig bekend. Het weinige Nederlandse onderzoek had betrekking op schapebegrazing (Bakker et al., 1983), terwijl in het buitenland de aandacht meer op de veehouderij en de productiemogelijkheden in heidesystemen was gericht.

Vanuit de behoefte om meer ervaring en kennis op te doen met begrazing, vooral in vergraste heideterreinen, startte de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in januari 1983 in het gebied 'de Wolfheizerheide' (fig. 1) een runderbegrazingsproef. Het onder-

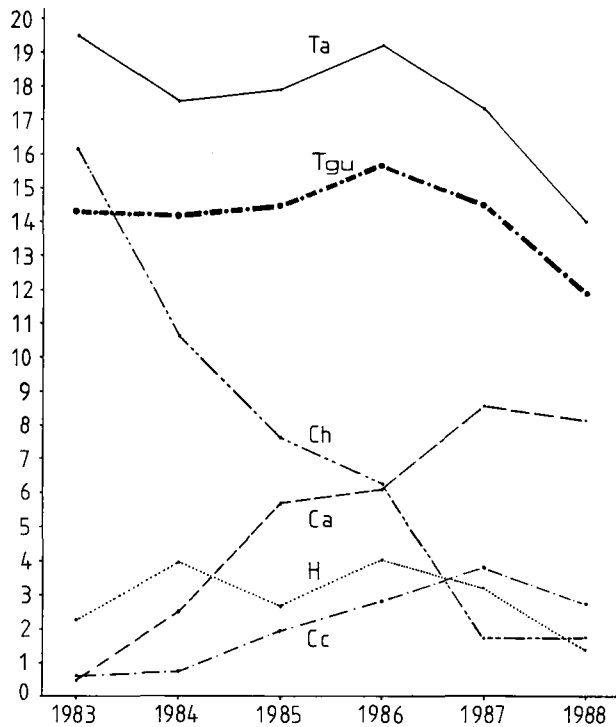


Fig. 2.  
Wolfhezerheide (60 ha). Veebezetting 1983-1988, gemiddelde per jaar.  
Ta = Totaal aantal dieren (runderen en paarden);  
Tgu = Totaal aantal begrazingseenheden van rund en paard:  
> 2 jaar = 1 gu; 1-2 jaar = 0,7 gu, < 1 jaar = 0,4 gu;  
Ca = aantal runderen (> 2 jr.)  
Ch = aantal pinken (1-2 jr.)  
Cc = aantal kalveren (< 1 jr.)  
H = aantal paarden (> 2 jr.).

Wolfhezerheide (60 ha). Stocking rate 1983-1988; mean values per year.  
Ta = Total number of animals (cattle and horses)  
Tgu = Total number of grazing units;  
> 2 yr. = 1 gu; 1-2 yr. = 0,7 gu, < 1 yr. = 0,4 gu.  
Ca = Number of adult cattle (> 2 yr.)  
Ch = Number of heifers (1-2 yr.)  
Cc = Number of calves (< 1 yr.)  
H = Number of horses (> 2 yr.)

baar als een meer of minder sterke depressie. Per uitgangssituatie zullen de resultaten nader besproken worden.

#### Pionier-fase (fig. 3.1.)

De bedekking van Struikheide in de geplagde proefvlakken (fig. 3.1.a) is vanaf 1983 sterk toegenomen, ondanks de wintervraat. Bochtige smele, die ook wordt afgevreten, neemt hier nauwelijks toe.

De proefvlakken waarop in 1982 oude Struikheide is gemaaid, vertonen een duidelijk ander beeld (fig. 3.1.c). Het heideherstel verloopt traag, hetgeen te wijten is aan de nog aanwezige strooisellaag die de kieming remt en aan de locale sterke vraat door konijnen, die de weinige kiemplanten gedurende het gehele jaar sterk prefereren boven oude heideplanten. De laatste jaren is door desintegratie en vertrapping van de oude strooisellaag het aantal kiemplanten sterk vooruitgegaan. In het proefvlak op een in 1979 diep vergraven leidingstrook (fig. 3.1.b) is de Struikheide-ontwikke-

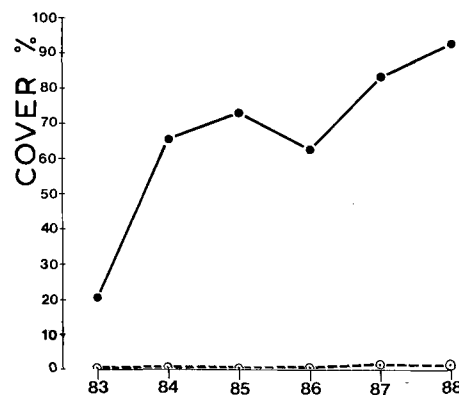
lijks in de nazomer (augustus-september) geïnventariseerd op Struikheide en Bochtige smele en andere zaadplanten. De bedekking van de levende delen werd gemeten met de punt-kwadratmethode (Goldsmith & Harrison, 1976), naalddiameter = 2,5 mm. In geval van lage bedekkingen werden ook individuen geteld. Alleen van de uitgangssituatie 'Bochtige smele op enkeerdgronden' kon binnen twee afgerasterde plekken de vegetatie-ontwikkeling zonder begrazing worden gevolgd.

#### Resultaten

De bedekking van Struikheide neemt momenteel toe in alle uitgangssituaties, die worden begraasd (fig. 3.1 - 3.4). De snelheid van deze toename varieert echter sterk, afhankelijk van de uitgangssituatie. Bochtige smele neemt eveneens toe of handhaaft zich op een hoog niveau. Alleen in de pionierfase na plaggen (fig. 3.1.a) en vergraven (fig. 3.1b) blijft de Bochtige smele een lage bedekking houden. In alle Struikheidegrafieken is de strenge winter '85-'86 zicht-

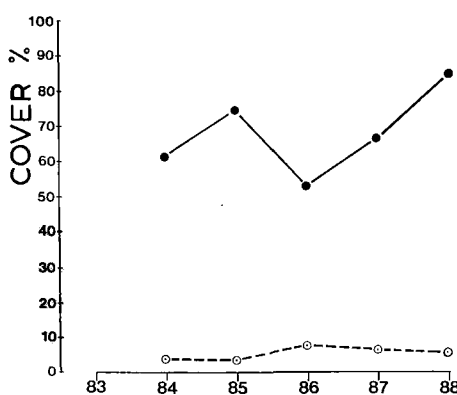
Fig. 3. Wolfhezerheide. Ontwikkeling van de bedekking van Struikheide (*Calluna vulgaris*) ●—● en Bochtige smele o---o tussen 1983 en 1988 vanuit verschillende uitgangssituaties:  
N = aantal permanente kwadraten.

Wolfhezerheide. Development of the Cover of *Calluna vulgaris* ●—● and *Deschampsia flexuosa* o---o between 1983 and 1988 from various initial stages.  
N = number of plots.



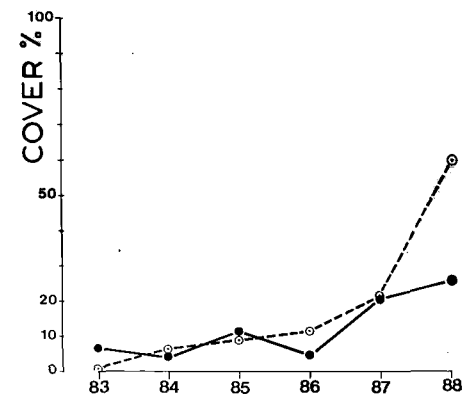
3.1.a. Struikheide, pionierstadium na plaggen in 1980 van vergraste oude Struikheide, N = 2.

3.1.a. *Calluna*, pionier fase, established after sod cutting in 1980, N = 2.



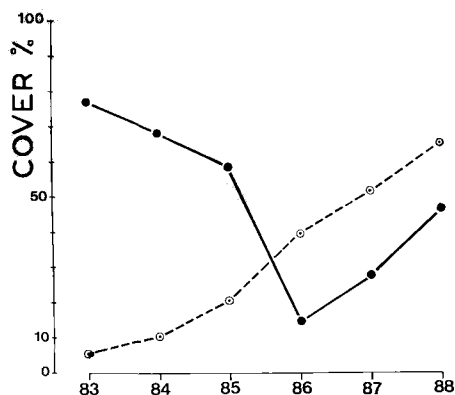
3.1.b. Struikheide, pionierstadium na diepe grondbewerking in 1979, N = 1.

3.1.b. *Calluna*, pionier fase, established after deep ploughing in 1979, N = 1.



3.1.c. Struikheide, pionierstadium na maaien van oude Struikheide in 1982, N = 2.

3.1.c. *Calluna*, pionierfase, established after mowing in 1982, N = 2.



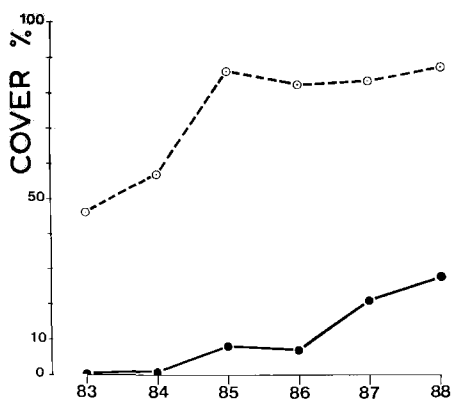
3.2.a. Struikheide, volwassen stadium met weinig Bochtige smele, N = 3.

3.2.a. *Calluna*, mature phase, with a low proportion of *Deschampsia*, N = 3.

ling vergelijkbaar met die na het plaggen. Er komt echter meer Bochtige smele voor in deze situatie, die wat dat betreft het midden houdt tussen 3.1.a en 3.1.c.

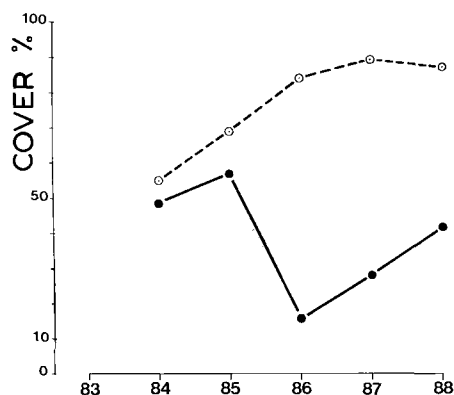
#### Volwassen fase (fig. 3.2.)

Het blootstellen van volwassen d.w.z. in de hoogte uitgegroeide Struikheideplanten aan runderbegrazing leidde zoals was verwacht tot een afname van de bedekking (fig. 3.2.a + b). Rechtopstaande takken werden platgetrapt en braken gedeeltelijk af. Daaroverheen kwam in 1985-1986 nog eens de vorstschade, die in oudere heide ernstiger is dan in jonge. Vanaf 1986 zien we het herstel in de grafieken zichtbaar worden. Dit herstel is zowel aan de vestiging uit zaad te danken als aan de vorming van uitlopers aan op de grond liggende takken (foto 3). Bochtige smele neemt in beide situaties toe. De strooisellaag en de hoeveelheid licht op de grond laten dit toe. Deze Bochtige smele wordt overigens goed afgevreten.



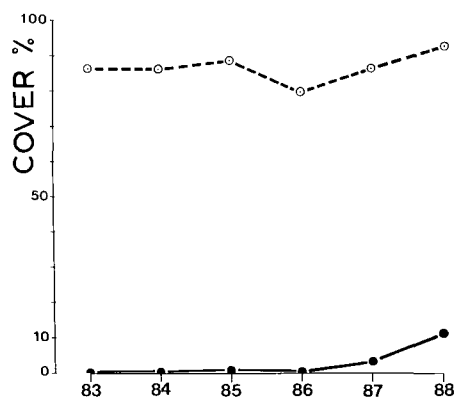
3.3. Struikheide, afgetakelde fase, N = 3.

3.3. *Calluna*, degenerate phase, N = 3.



3.2.b. Struikheide, volwassen stadium, met veel Bochtige smele, N = 2.

3.2.b. *Calluna*, mature phase, with a high proportion of *Deschampsia*, N = 2.



3.4.a. Bochtige smele op podzol, N = 3.  
3.4.a. *Deschampsia*, on podzolic soil, N = 3.

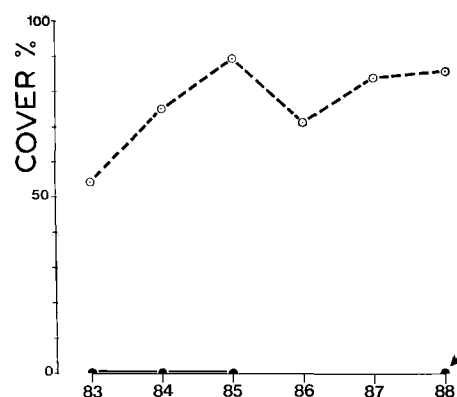
#### Afgetakelde fase (fig. 3.3.)

In 1983 kwamen in deze proefvlakken nog slechts enkele schamele resten van levende Struikheide voor, vrijwel alle planten waren dood. De verjonging heeft hier uitsluitend plaatsgevonden vanuit zaad. Dit herstel is vanaf 1984 zichtbaar en wordt niet, zoals in fig. 3.2. de eerste jaren gemaskeerd door een aftakelende oude generatie. Ook hier breidt Bochtige smele zich uit.

#### Volledig vergraste fase (fig. 3.4.)

In deze proefvlakken kwamen in 1983 geen levende Struikheideplanten meer voor in de vrijwel volledig gesloten Bochtige smele mat. In de proefvlakken op holtpodzolen (fig. 3.4.a) is geleidelijk na 1983 via vestiging uit zaad het herstel begonnen, dankzij de openingen in de strooisellaag en de korte Bochtige smele. Een ander deel van de proefvlakken (fig. 3.4.b) is gelegen op de oude bouwlanden van het Middeleeuwse dorp Wolfheze (foto 1). De Bochtige smele

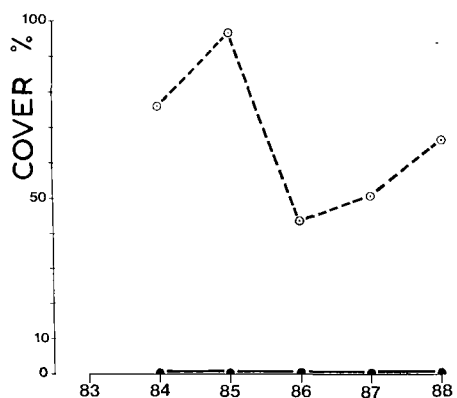
groeiende hier in 1983 in 20-30 cm hoge pollen,  $\pm 4-7$  pollen per  $m^2$ . De ruimten tussen de pollen waren niet begroeid maar bedekt met strooisel. In het najaar van 1983 waren de pollen al sterk afgevreten, waardoor de bedekking van groen, levend blad in deze proefvlakken slechts een niveau van  $\pm 50\%$  bereikte. Door vestiging van de Bochtige smele op de ruimten tussen de pollen heeft deze soort zich goed gehandhaafd en uitgebreid. Kieming van heidezaad in deze zware grasmat (vegetatie en strooisellaag hebben hier gezamenlijk een massa van 30-40 ton organische stof) heeft lang op zich laten wachten. Pas in 1988 zijn de eerste kiemplanten gevonden.



3.4.b. Bochtige smele op enkeerdgrond, N = 3.  
3.4.b. *Deschampsia*, on plaggen soil, N = 3.

#### Niet begraasd na 1984 (fig. 3.5.)

De bedekking van de ene aanwezige Struikheideplant is niet toegenomen. Er heeft geen vestiging van nieuwe kiemplanten plaatsgevonden. De achteruitgang van Bochtige smele in 1986 is te wijten aan massale sterfte in een der be-



3.5. Bochtige smele op enkeerdgrond, niet begraasd vanaf april 1984, N = 2.  
3.5. *Deschampsia*, on plaggen soil, excluded from grazing since 1984, N = 2.



de exclosures, nadat in de winter het overstandige pakket bladeren en bloeistengels was platgeslagen en platgedrukt onder een sneeuwdek. Op het dode strooisel vestigde zich nieuwe Bochtige smele planten uit zaad. Enkele pollen herstelden zich ook.

### Discussie

Ook elders creëren grote herbivoren in graslanden condities, waarin kieming, vestiging en groei van Struikheide mogelijk is. Dit geldt niet alleen voor Bochtige smele-rijke heiden, (Bülow-Olsen, 1980 en 1985; van Wieren, 1988) maar ook in graslanden die gedomineerd worden door Pijpestrootje (Th. Jansen, pers. med.; E. van der Bilt, pers. med.) en *Agrostis-festuca* graslanden (praktijkvoorbeelden uit Noorderheide, Baronie Cranendonk en New Forest, Engeland). Het geconstateerde herstel van de bedekking van Struikheide is te danken aan de combinatie van verschillende invloeden van de herbivoor, die zowel resulteren in de verjonging uit zaad als in een vegetatieve uitbreiding. Deze invloeden zijn nog maar ten dele gekwantificeerd.

Intensieve begrazing en betreding leiden tot open plekken in de grasmat en in de strooisellaag. In deze openingen ('gaps') wordt het aanwezige heidezaad blootgesteld aan het licht, waardoor het kan kiemen. Runderen creëren waarschijnlijk beter 'gaps' door hun grotere hoeven en grotere hoefdruk dan schapen.

Open plekken in een grasmat hebben een hogere luchtvochtigheid, waardoor er minder risico voor uitdroging is dan op grote, kale vlakten zoals die na plaggen ontstaan.

De mate van beschadiging van de kiemplanten door vraat en tred is afhankelijk van de soort herbivoor en hun dichtheid. Heidekiemplanten zijn te klein om afgevreten te kunnen worden door runderen. Paarden, schapen, geiten en vooral konijnen kunnen de kiemplanten veel korter afbijten. Ook door sterke betreding gaan de kiemplanten ten gronde, zoals is geconstateerd op de bijvoerpak en paden op de Wolfhezerheide.

Vraat en betreding leiden tot een dunnere strooisellaag. Tred veroorzaakt een grotere soortelijke dichtheid ( $\text{gr. cm}^{-3}$ ) van de bovengrond. Het vochtleverend vermogen van de bovengrond neemt daardoor toe, wat voor de droog-



Foto 1:

Effecten van jaarrondbegrazing met runderen op de vegetatiestructuur van Bochtige smele grasland op enkeerdgronden op de Wolfhezerheide.

a. situatie oktober 1983: goed ontwikkelde pollenstructuur

Effects of yearround cattle grazing on the vegetation structure of *Deschampsia flexuosa*-grassland on plaggensoil at the Wolfhezerheide.

a. Situation Oktober 1983: well-developed tussocks.



b. situatie mei 1987: gazonstructuur met enkele dode pollen.

b. Situation May 1987: lawn-structure with some remaining dead tussocks (foto J. M. Gleichman).

tegevoelige kiemplanten van Struikheide een voordeel is. Op den duur zal de massa van de strooisellaag afnemen (van Wieren, 1988).

Ten gevolge van vraat en betreding ontwikkelen zich aangepaste groei-

vormen. De heideplant krijgt niet alleen een gedrongen, dichtere vorm, maar doordat de onderste takken minder afgevreten worden ontstaan ook liggende tot kruipende groeivormen (foto 5). In dit laatste geval vormen de liggende takken



Foto 2:

Wolfhezerheide. Hervestiging en ontwikkeling van Struikheide in een Bochtige smele grasland op holtpodzol als resultaat van jaarrond runderbegrazing.

2a. Situatie april 1983: goed ontwikkelde pollenstructuur.

2b. Situatie april 1987: gazonstructuur met dode pollen en Struikheideplanten.

2c. Situatie augustus 1988: Mozaïek van bloeiende Bochtige smele en Struikheide. Een deel van de Dopheide op de voorgrond was in 1983 reeds aanwezig.

Wolfhezerheide. Re-establishment and development of *Calluna* in a *Deschampsia* grassland on a podzolic soil as result of yearround cattle grazing.

2a. Situation in April 1983: well developed tussocks.

2b. Situation in April 1987: lawn structure with some dead tussocks. New *Calluna* hardly visible after winter grazing.

2c. Situation in August 1988: *Calluna* regeneration alternating with abundantly flowering *Deschampsia* (foto's J. M. Gleichman).

adventief wortels. Hierdoor hecht de plant zich beter aan het substraat. Een dergelijke groeivorm is veel beter bestand tegen betreding, de takken breken minder gauw. Het is interessant om te zien hoe in de natuurlijke heiden van de kustduinen van Jutland overeenkomstige groeivormen voorkomen. Een scherpe zeewind en de bek van een herbivoor hebben kennelijk hetzelfde effect. Oudere planten lijken onder invloed van runderbegrazing afleggers te kunnen vormen als de takken op de grond komen te liggen, vooral als het substraat vochtig is, zoals in Bochtige smele vegetaties het geval is. De nieuwe planten blijken echter nog lang verbonden te blijven aan het wortelstelsel van de moederplant (foto 3).

De verjonging van Struikheide wordt op deze wijze een continu proces. Er ontstaat op den duur een populatie met een ongelijkjarige leeftijdsopbouw en een vegetatie met een gevarieerde structuur.

Bochtige smele krijgt eveneens een andere groeivorm als gevolg van de begrazing. De groeiwijze in pollen, die door accumulatie van strooisel ontstaan, wordt vervangen door een gazonachtige zode (foto 1b, 2b). De pollen stierven op de Wolfhezerheide al na het eerste jaar grotendeels af door een intensieve vraat. De grazende dieren — zowel runderen als paarden — plaatsten hun poten tijdens het grazen vrijwel uitsluitend tussen de pollen, waardoor het strooisel



Foto 3:  
Wolfhezerheide. Herstel van oude Struikheide door de vorming van uitlopers aan platgetrapte takken (november 1988).  
Wolfhezerheide. Regeneration from branches of mature *Calluna*, trampled down by cattle (November 1988) (Foto J. Bokdam).



daar sterk samengedrukt werd. In enkele jaren is de tussenruimte begroeid geraakt met Bochtige smele. De dode pollen staan voor een deel nog als eilandjes in de nieuwe zode. De rest is losgeraakt en uiteengevallen. Hier en daar kiemt er Struikheide op de achterblijvende kale plekken (foto 4).

Door het opentrappen van een gesloten Struikheidevegetatie kan Bochtige smele zich makkelijk vestigen en uitbreiden op het onderliggende strooisel als er zaad beschikbaar is. De productiviteit van Bochtige smele loopt als gevolg van de intensieve begrazing terug (Bokdam, i.v.). Dat is begrijpelijk als we bedenken dat de plant minder stikstof tot zijn beschikking krijgt. De voorraad in de plant neemt af als gevolg van vraat en de beschikbaarheid in de wortelzone vermindert doordat er minder strooisel mineraliseert. Bij een bovengrondse productie van 2 ton droge stof per jaar en een consumptie van 50% met een stikstofgehalte van 2% betekent dit een afvoer van 20

kg N per hectare. Door de ongelijke verdeling van mest en urine als gevolg van rust en fourageerpreferenties valt slechts 1 keer per 40 jaar op een plek in een Bochtige smele vegetatie een mest of urineplek. Doordat de plant ook stikstof verliest door natuurlijke bladval en wortelsterfte bedraagt het totale N-verlies van de Bochtige smele beduidend meer dan 20 kg per hectare.

De bovengenoemde processen spelen een rol in alle uitgangssituaties. De verschillen in de snelheid, waarmee Struikheide zich herstelt lijken vooral veroorzaakt door de verschillen in bodemvruchtbaarheid tussen de enkeerdgrond en de holtpodzolen (vergelijk fig. 3.4a en 3.4b). Een bodemchemische vergelijking bracht vooral een verschil in beschikbaar fosfaat aan het licht (Smits, i.v.; de Boer i.v.). Deze verschillen komen tot uiting in de mate van vergras-

sing en de dikte en massa van de strooisellaag en de hoeveelheid geschikte plekken voor de kieming.

Op de enkeerdgrond mag Struikheide worden verwacht. In de strooisellaag werden in 1983 nog half-vergane stamresten van deze soort aangetroffen. De zaadvoorraad van Struikheide lijkt echter ook op de enkeerdgronden geringer dan elders. Kleine, in 1986 geplagde, proefstroken toonden aan dat er wel heidezaad aanwezig was, maar de dichtheid van de kiemplanten was laag in vergelijking met de dichtheid op de holtpodzolen.

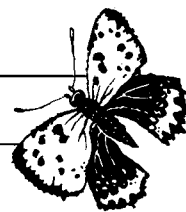
Foto 4:  
Kieming en vestiging van Struikheide in openingen van de grasmatt en strooisellaag van Bochtige smele grasland (september 1988).  
Germination and establishment of *Calluna* in gaps in the sward and litterlayer of *Deschampsia* grassland (september 1988). (Foto J. M. Gleichman).



Foto 5:  
Liggend-kruipende groeivorm van Struikheide onder invloed van vraat en tred door runderen (november 1988).  
Lying-creeping growth form of *Calluna* as a result of grazing and trampling by cattle (november 1988) (Foto J. Bokdam).







Tegen deze achtergrond wordt het elk jaar spannender om de concurrentie tussen Struikheide en Bochtige smele op de Wolfhezerheide te volgen. Zal de jonge generatie Struikheide met z'n dichtere groeivorm in staat blijken om de laag afgevreten Bochtige smele uit te schaduwen? In de dichtste Struikheideplanten lijkt dit op kleine schaal al te gebeuren, al blijkt dit nog niet uit de bekkingsgrafieken.

### Conclusies en samenvatting

1. Zelfs onder het huidige niveau van luchtverontreiniging in Nederland blijkt het mogelijk met behulp van runderbegrazing Struikheiderijke vegetaties te herstellen op podzolen, ook vanuit volledig vergraste uitgangssituaties. Bochtige smele handhaaft zich voorlopig goed, maar kan op den duur door Struikheide worden uitgeschaduwde.

2. In de concurrentie tussen populaties van Struikheide en Bochtige smele compenseert begrazing het concurrentievoordeel, dat Bochtige smele dankzij de stikstofdepositie heeft gekregen. Struikheide wordt bevoordeeld door de inwerking van het gehele complex van begrazingsinvloeden op de vegetatiestructuur en de strooisellaag en de daardoor ontstane mogelijkheden voor kieming, vestiging en groei.

3. Het voortbestaan van Struikheiderijke vegetaties wordt vooral bedreigd door onvoldoende reproductiemogelijkheden. Begrazing, in het bijzonder runderbegrazing, bevordert de verjonging uit zaad en de vegetatieve uitbreiding in horizontale richting.

4. De belangrijkste invloeden van grote herbivoren in dit verband zijn de selectieve vraat van grassen, het creëren van openingen in zode en strooisellaag en het snoeien van Struikheide. Begrazing werkt op korte termijn vooral via de structuur, op lange termijn ook via de nutriëntenhuishouding.

5. Optimalisering van het heidebeheer vraagt nader onderzoek naar de effecten van begrazing op mineralen- en protonenbalans en op de flora- en faunaontwikkeling. Winterbegrazing — als nieuwe begrazingsvorm in het kader van natuurontwikkeling — dient in dit onderzoek betrokken te worden. De uitkomst hiervan zal kunnen bepalen in welke mate begrazing plaggen overbodig maakt.

### Literatuur

- Bakker, J. P., S. de Bie, J. H. Dallinga, P. Tjaden & Y. de Vries, 1983. Sheep-grazing as a management tool for heathland conservation and regeneration in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 20: 541-560.
- Bokdam, J., J. M. Gleichman & M. Batteredink, 1986. Vier jaar begrazing met runderen op de Wolfhezerheide. *Huid en Haar* 5 (4-5): 186-196.
- Berendse, F., 1985. The effect of grazing on the outcome of competition between plant species with different nutrient requirements. *Oikos* 44: 35-39.
- Bruggink, M., 1987. Nutriëntenbalans van droge zandgrondvegetaties in verband met eutrofiëring via de lucht. Deel 2: zaadvoorraad, kieming en vestiging van dominante soorten van de heide. Stichting Milieubeleid en Ekologie, Nijmegen, 77 pp.
- Bülow-Olsen, A., 1980. Changes in the species composition in an area dominated by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. as a result of cattle grazing. *Biological Conservation* 18: 257-270.
- Bülow-Olsen, A., 1985. Ten years of floristic observations in Mols in areas grazed by cattle. Manuscript, 5 pp.
- Bund, C. F. van de, 1986. Diersoorten als toets voor natuurwaarden van heide. *De Levende Natuur* 87(1): 14-23.
- Bund, C. F. van de, 1988. Herpetofauna en heidebeheer. In: J. Bokdam en J. Lub (red.), 1988. Heidebeheer en fauna. Verslag van de 7e studiedag heidebeheer, Ede (i.v.).
- Diemont, W. H., F. G. Blanckenborg & H. Kampf, 1982. (red.). Blij op de hei? Innovaties in het heidebeheer. Rapport werkgroep verwerking en afzet van heideplaggen. Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Diemont, W. H. (red.), 1984. Grazers op de heide. Verslag van de 3e studiedag heidebeheer, Ede, pp. 96-103.
- Gelder, T. van & G. Hanekamp, 1987. Richtlijnen voor het plaggen. *Bosbouwvoorlichting* 26(5): 61-66.
- Gils, H. van 1984. Redden schapen de heide? In: W. H. Diemont (red.): Grazers op de heide. Verslag van de 3e studiedag Heidebeheer, Ede, pp. 56-67.
- Goldsmith, F. B. & C. Harrison, 1976. Description and analysis of vegetation. In: S. B. Chapman (ed.): *Methods in plant ecology*. Blackwell Scientific Publ. Oxford, pp. 85-155.
- McNeill, S., V. K. Brown & V. C. Brown, 1988. The phytophagous insect community of *Calluna vulgaris* L. Final report NERC Research Grant GR 3/4570A. Imperial College, London, 80 pp.
- Quené-Boterenbrood, A. J., 1988. Veranderingen in de flora van 17 overwegend droge natuurgebieden met verschillende ammoniakemissies in Nederland. Staatsbosbeheer, Utrecht, rapport nr. 1988-11, 243 pp.

Stortenbeker, C. W., 1986. Ecologische randvoorwaarden voor het behoud van de heide als levensgemeenschap. In: J. Lub en J. Bokdam (red.): *Bos of heide? Verslag van de 5e studiedag heidebeheer*, Ede. pp. 22-23.

Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer, 1988. De heide heeft toekomst! Advies voor het toekomstige natuur en landschapsbeleid voor de heide. Werkgroep Heidebehoud en Heidebeheer, Directie Natuur, Milieu en Faunabeheer, Min. L. & V., Den Haag.

Wieren, S. van, 1988. Runderen in het bos. Begrazingsproef met Schotse Hooglandrunderen in het natuurgebied de Imbos. Eindrapport. Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam. 84 pp.

### Summary

The impact of cattle grazing on the development of *Calluna vulgaris* and *Deschampsia flexuosa*.

The effect of yearround cattle grazing on the development of *Calluna vulgaris* and *Deschampsia flexuosa* has been studied at the Wolfhezerheide from 1983 on. The cover (%) of the living parts was measured with the Point Quadrat Method, pin diameter = 2,5 mm.

Cattle grazing gives *Calluna* competitive advantage over *Deschampsia*. The grass is strongly preferred as forage. By trampling, gaps are created in the sward or litter layer, in which *Calluna* seeds from the seedbank can germinate. In all initial phases: pioneer *Calluna*, mature *Calluna*, degenerated *Calluna* and *Deschampsia* grassland, the cover of *Calluna* is actually increasing. The rate of increase however is very low until now in the closed *Deschampsia* grass sward on former arable fields.

It is concluded that cattle grazing is a suitable management technique to restore a *Calluna* rich vegetation on podzolic soils and to maintain it.

### Dankwoord

De auteurs danken de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland voor de toestemming dit onderzoek op haar terrein uit te voeren. In het bijzonder is de belangstelling en de medewerking van de heren W. Aandeweg en H. Hofman en van de familie Jansen op prijs gesteld.

Ir. J. Bokdam & J. M. Gleichman  
Vakgroep Natuurbeheer  
Landbouwniversiteit  
Postbus 8060  
6700 DD Wageningen.