Onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna

Rapport 16. Samenvattend rapport

H.M. Beije

RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
VESTIGING TEXEL
Postbus 59, 1790 AB Den Burg
Texel, Holland

RIN-rapport 86/6

245620

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Leersum

Stichting voor Bodemkartering
Wageningen

Instituut voor Mechanisatie
Arbeid en Gebouwen
Wageningen

1986

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 9201
6800 HB ARNHEM-NEDERLAND

R.I.N.-RAPPORT

Inhoud

Voorwoord 5

Summary 7

Samenvatting 11

1. Inleiding 13

1.1 Defensiebeleid en ruimtelijk beleid 15
1.2 Algemene probleemstelling 15
1.3 Doel en beperkingen van het onderzoek 16
1.4 Opzet en uitvoering van het onderzoek 17
1.5 Deelnemende instellingen, organisatie en financiën 17
1.6 Opzet van dit samenvattend rapport 18

2. Nadere beschrijving van militaire terreinen, oefeningen en daaruit voortvloeiende natuurbehoudsproblemen 19

2.1 Eigendom en openstelling 21
2.2 De bodemgesteldheid 21
2.3 De vegetatie en de fauna 22
2.4 Oudheidkundige waarden 22
2.5 Militaire oefeningen 22
2.6 Militair terreingebruik en natuurbehoudsproblemen 24

3. Effecten van terreininrichting 29

3.1 Ruimtebeslag van verschillende aspecten van terreininrichting en terreingebruik 31
3.1.1 Onderzicht situaties 31
3.1.2 Bereden terrein 31
3.1.3 Bivak 32
3.1.4 Vergravingen, gebouwen, schietbanen e.d. 33
3.1.5 Onveilige gebieden 33
3.2 Gevolgen van de aanleg van zandbanen voor de waterhuishouding 33
3.3 Isolatie-effecten 35
3.4 Discussie 36
3.5 Conclusies 37
3.6 Literatuur 37

4. Effecten van militair terreingebruik op broedvogels 39

4.1 De keuze van de onderzoekmethode 41
4.2 Vergelijking van gebieden met en zonder militair gebruik 43
4.3 Discussie 43
4.4 Conclusies 44
4.5 Literatuur 44

5. Effecten van berijding en betreding op heidevelden 45

5.1 De gebruikte onderzoekmethoden 47
5.2 Resultaten van het onderzoek 47
5.2.1 Effecten op korte termijn 47
5.2.2 Effecten op lange termijn 51
5.3 Discussie 53
5.4 Conclusies 56
5.5 Literatuur 57

6. Evaluatie van onderzochte effecten 59

6.1 Doelstellingen in het natuurbeheer 61
6.2 Evaluatie 61
6.2.1 Effecten van terreininrichting 61
6.2.2 Effecten van berijding 63
6.3 Conclusies 64
6.4 Literatuur 64

7. De wenselijkheid van amoveren 65

7.1 Probleemstelling bij het herstel van zandbanen en natuurwaarden 67
7.2 Resultaten van het onderzoek 68
7.2.1 Erosiegevoeligheid van kale terreindelen 68
7.2.2 Vestigingsecologie van plantesooren uit heidemilieus 68
7.2.3 Verschil in amoveringsresultaten in twee Veluwse heideterreinen 69
7.3 Discussie 69
7.4 Conclusies 70
7.5 Literatuur 72

8. Conclusies 73

9. Algemene aanbevelingen voor inrichting, gebruik en beheer 77

10. Beknopte beantwoording van de vragen van het Ministerie van Defensie en voorstellen voor nader onderzoek 81

Bijlage 1 Lijst van gebruikte afkortingen 89
Bijlage 2 Samenstelling van de projectgroep 91
Bijlage 3 Rapporten die zijn verschenen in het kader van dit onderzoek 93

Voorwoord

Het begrip defensie heeft in beginsel een behoudende betekenis. Dat geldt ook voor het begrip natuurbehoud.
De activiteiten die ten behoeve van deze aspecten in onze samenleving worden ondernomen, zijn, zowel qua object als qua werkwijze verschillend. Dat kan tot conflicten leiden, te meer daar de technische en materiële mogelijkheden van defensie groot zijn en de aantasting van natuurwaarden van de voor de defensie gebruike terreinen een permanent karakter dreigt te krijgen.

Het huidige defensiebeleid speelt in op ruimtelijke ontwikkelingen in ons land en staat een genuanceerd beheer van de militaire terreinen voor, waarbij wordt getracht de verschillende functies van deze terreinen (militair gebruik, recreatie, natuurbehoud, houtproduktie) op elkaar af te stemmen. Het Ministerie van Defensie had in het licht van dit beleid behoefte aan een antwoord op een aantal vragen en een onderbouwing ervan door wetenschappelijk onderzoek. De kernvraag die het Ministerie in 1980 formuleerde, had betrekking op de effecten van militair terreingebruik op de bodem, vegetatie en fauna binnen deze terreinen, en op de mogelijkheden om de terreininrichting daarop aan te passen. Dit wetenschappelijk onderzoek werd in de jaren 1980-1985 uitgevoerd in een goede onderlinge samenwerking van drie instituten (het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, de Stichting voor Bodemkartering en het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen) en het Ministerie van Defensie binnen het samenwerkingsverband van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek.

dr. R.A. Prins, directeur onderzoek RIN
dr. ir. F. Sonneveld, directeur Stiboka
ir. A. Hagting, directeur IMAG
ir. F.C. Zuidema, secretaris afdeling Landinrichting en Natuur- en Landschapsbeheer NRLO

Summary

This report is the last one in a series about the effects of military-training activities on soil, vegetation and fauna. It summarizes the investigations described in the previous reports. Moreover, the results are being co-ordinated, the effects are evaluated and recommendations are made.

The areas used for training and target practice by the Dutch land forces add up to some 31.000 ha. The great majority of these areas are situated on Pleistocene sandy soils. In general, the groundwater level is deep. About half of the total area is covered with heather and shifting sands. The rest is afforested land, most of it bearing evergreens. Many interesting species of flora and fauna have been found in the past, but relatively little is known yet about these areas. Furthermore, there are many sites with prehistoric gravefields, remnants of road systems, and other survivals of ancient times.

Military-training activities make increasing use of vehicles, especially tracked ones. In the future, each training area should in principle be divided into three equal parts, one suitable for unrestricted use (free-for-all areas), one consisting of open heathland and provided with a system of suitably firm unpaved roads with a width of 8 m, and one forested part, destined for bivouac exercises, digging foxholes, etc.

According to governmental policy, the use and management of military-training areas in the Netherlands must take into consideration the aims of defence, nature conservation, and (predominantly) recreation, to the extent that the activities involved are compatible with each other. The principle of multiple use leads to problems in decision-making by politicians as well as by managers. In general, the military authorities are handicapped by insufficient ecological knowledge. For this reason the Ministry of Defence arranged for the investigation of some major effects of military-training activities. The Ministry itself put up a list of questions; besides the investigators made a review of training areas, environmental problems, and literature, to pinpoint a number of major themes. The choice of themes was based primarily on the present of future frequency of their occurence, the need for new information, and the specific questions of the Ministry of Defence. Four themes were found to require investigation urgently.
Subdivided, these were as follows:

1. Effect of military facilities

a. Area given to these facilities on heathland since the Fifties
Aerial photographs were studied to quantify these facilities, which are basically places intended for exercises with moving vehicles. In general, the denuded area is increasing. The share taken by the unpaved-road system in the new types of training areas amounts to about 9 to 13%. For some heathlands this means a decrease of denuded area. Furthermore, some 1770 ha are to be allocated as free-for-all areas. The total area assigned to military training and target practice will decrease in the future however, disposing of some 6000 ha which were little used in the past.
Besides the area in use by vehicles, it is important to keep in mind that almost every infrastructural change increases the amount of land where natural characteristics are disturbed in some way for a very long time. In certain training areas this deterioration has amounted to 25% of the areas since the early Fifties. This applies to other kinds of facilities as well, which may not take up much room individually, but taken together in area and in time they do.

b. Effects on animals of isolation caused by a network of unpaved roads
Roads may act as barriers to animals. Species that have difficulty in crossing the 8m-wide unpaved-roads risk becoming extinct if the spaces enclosed by the roads are too small to support adequate populations. Analysis of the literature indicated that, for example, reptiles, mice, ants, ground-beetles, and spiders may partly be stopped by these roads.
Vegetation types associated with stable environmental conditions (old forests and heathlands) have more ground-beetle species in particular that are vulnerable to isolation than would occur under the unstable conditions of arable land. The area of the parcels (between 1 and 30 ha) approximates the assortment of sizes needed by standing populations of the above-mentioned species. It is concluded that they might decrease in number due to isolation, particularly if entire parcels are burned or mown, parcel size is reduced, or areas with interesting environmental transitions are crossed by unpaved roads.

c. Hydrological effects of unpaved roads

Spodic horizons in sands are believed to have low permeabilities. In this view, lateral flow of water may feed local depressions, which is disturbed if deeply ploughed roads are being constructed. Therefore, the saturated hydraulic conductivities of spodic horizons with and without a thin iron pan, were measured in situ with a new technique, using large, carved-out columns, encased in gypsum. Contrary to expectation, high flow rates were measured in spodic horizons, irrespective the presence of a thin iron pan. Nevertheless lateral flow of water occurs, due to surface runoff in heathlands. This kind of runoff might be changed by roads, particularly if they are constructed on long slopes, at right angles to the slope directions. Presumably a changing distribution of water will cause alteration of vegetation and fauna.

2. Effects of disturbance of breeding birds

Disturbance takes place when the departure of birds is encouraged or the number of their offspring is reduced, giving low densities or even extinction of populations. Since it is difficult to assess the direct impact of disturbance in terms of expulsion, reproduction, and extinction, the study was concentrated on densities and numbers of species. Bird density was assessed in 18 plots measuring about 100 ha each, 11 on training grounds and 7 on other heathlands. No significant decrease in numbers of birds due to differences in the intensity of military use or recreation was found. Despite the choice for open heathlands in order tot minimize differences in vegetation structure, the amount of shrub did appear to be a discriminant factor. For several reasons it is thought that the results of this pilot-study do not exclude effects of military training activities on birdlife.

3. Effects of off-road locomotion and trampling

a Short-term effects in well-controlled experiments

Experiments were performed on four different soil and vegetation types, and using two types of pneumatic tyre, two tensions of the tyre, two rates of skidding, three frequencies of passage and wheeled as well as tracked verhicles. Full-scale vehicles were put on as well as wheel testers, to permit precise determination of the dose parameters and measurement of the rolling resistance.
Off-road locomotion was applied once; trampling was repeated at two to three-month intervals.
Within three years the rolling resistance, sinkage, penetration resistance, cover of plant species, and vegetation structure were found to differ between trails. No significant alterations were found in the nutrient level of the soil and the number of seedlings. It was remarkable to find significantly lower penetration resistance values measured at the advised field capacity, turning into higher values in the same trails when measured some weeks later in dryer circumstances.
Assessment of vegetation coverage and structure was done by the pinpoint method, showing significant alterations even in trails that were hardly visible. Skidding produced specific effects, by increasing mechanical damage, followed by an increase of some other species. Xero vague soils and wet heather podzols proved to be more vulnerable than high heather podzols. The effects of off-road locomotion decreased when applying a reduction of the pressure and the width of the tyres. In trampling experiments two- to three-month intervals were not sufficiently long for the vegetation to recover, even from very slight damage.

b. Long-term effects (10-20 years after disturbance)

In 1982 tracks were studied, dating from 1963 and 1972. In addition a heathland area used freely by military vehicles in the Fifties and early Sixties was studied. Besides soil compaction, the vegetation was found to have altered, at least on brown forest soils and on podzol sites covered with deposits of windborne sand. The pH and nutrient content seem to have changed too.

4. Restoration of denuded area

a. Risk of erosion

Determining the need for human interference the risk of erosion was surveyed in denuded military areas. The majority of military areas appear to be sensitive for erosion if the vegetation is damaged. It is difficult, however, to assess the minimum of denuded area that is sensitive for erosion. Moreover, circumstances are unknown that keep erosion going.

b. Germination and establishment of heathland species

To find out what happens if superfluous unpaved roads are completely neglected, literature and experiences were surveyed on this subject.
Although establishment of plants species depends strongly on the moisture and nutrient content of the

soil as well as the occurrence of specific mycorrhizas, there is evidence that abandoned unpaved roads mostly become overgrown by lichens, mosses and some grass species. After about eight to twenty years, heath species appear, and for several decades a diversified vegetation of native species persists.

c. Results of restoration in two heathland areas

The pedological causes of vegetation differences were studied in two different heathlands, five and seven years after being restorated, by levelling and loosening the surface, followed by sowing *Festuca ovina.* In the first area, which consists of high heather podzol soils, Festuca has mostly been expelled by Calluna. In the second area brown forest soils occur, and Festuca still persists on most places. The Calluna dominated sites are found to have significantly low pH values. Sites that are still bare have a relatively high pH, and on sites dominated by Festuca, the pH has intermediate values.
The pH is correlated with other soil factors, e.g. the organic-matter content, which also differs between vegetation types.

The assessment of effects of military-training activities is followed by an evaluation of these effects in terms of rareness, variety, authenticity, and naturalness of the affected properties of the soil, vegetation and fauna. The judgment is negative in almost every way. Enabling policy-makers to take measured decisions in regard to the structure, use, and management of military-training areas, it is necessary to quantify the judgment. This, however, is only possible in specific situations, such as Environmental Impact Assessments. The results of this study have permitted the formulation of some general recommendations, for instance:

a. it is very important to make use of existing terrain properties, accepting less favourable training conditions locally instead of adapting the environment to military wants;
b. military facilities - if needed - should be constructed on the site of former facilities;
c. construction of an unpaved-road system should be avoided in old forests of deciduous trees or old heathlands;
d. current restriction of off-road locomotion should be maintained;
e. superfluous roads should be allowed to recover under benevolent neglect.

Samenvatting

Dit rapport is het laatste in een serie over de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. Het geeft een overzicht van het effectenonderzoek dat in de vorige rapporten uitgebreider werd beschreven. Bovendien worden de resultaten hier in relatie tot elkaar besproken en worden effecten geëvalueerd en aanbevelingen gedaan. Er is naar gestreefd de leesbaarheid van dit rapport aan te passen aan een breed publiek.

Het onderzoek heeft alleen betrekking op de zogenaamde pleistocene zandgronden van Nederland en is in belangrijke mate geënt op de oorspronkelijke vragenlijst van het Ministerie van Defensie (zie hoofdstuk 10). Het Structuurschema Militaire Terreinen (SMT), waarvan de openbare behandeling vrijwel gelijktijdig heeft gelopen met dit onderzoek, heeft slechts zijdelings een rol gespeeld. Die rol heeft hoofdzakelijk te maken met de (globale) informatie die in het SMT wordt gegeven over de toekomstige inrichting van militaire terreinen. Het onderzoek is dus niet opgezet als een milieu-effectrapport over het structuurschema.

Het onderzoek heeft ten doel enkele belangrijke effecten van militair terreingebruik te beschrijven en om - waar mogelijk - aanbevelingen te doen natuurbelangen veilig te stellen in oefen- en schietterreinen. Daartoe zijn bestaande gegevens over de bodem, de vegetatie, de fauna, de cultuurhistorie en het militair gebruik binnen een groot aantal militaire terreinen verzameld. Tevens is een algemeen literatuuronderzoek verricht naar effecten van militaire oefeningen. Een overzicht van knelpunten in de relatie militair terreingebruik - natuurbehoud wordt gegeven in tabel 1. Een aantal knelpunten is in deze studie nader onderzocht. Het gaat daarbij om effecten van terreininrichting, rustverstoring en berijding en betreding. Daarnaast is aandacht besteed aan de wenselijkheid van het amoveren van bereden terreindelen, d.w.z. het actief herstellen in de 'oorspronkelijke staat'. Deze vier thema's zijn als volgt onderverdeeld en ingeperkt:

- terreininrichting
  - ruimtebeslag van infrastructuur in enkele heideterreinen van ca. 1950 tot ca. 1980;
  - effecten van barrièrewerking als gevolg van zandbanen;
  - hydrologische effecten van zandbanen in twee heideterreinen;

- rustverstoring
  - effecten van rustverstoring op de broedvogels in heideterreinen;

- berijding en betreding
  - effecten van berijding en betreding op bodem en vegetatie door middel van experimenten;
  - effecten van vroegere (10-20 jaar geleden) berijding op bodem en vegetatie;

- amovering
  - erosiegevaar op militaire terreinen;
  - kieming en vestiging van plantesoorten uit heidemilieus;
  - verschillen in bodem en vegetatie binnen geamoveerde zandbanen op twee heideterreinen.

De uitkomsten van het onderzoek worden (verkort) beschreven in de hoofdstukken 3, 4, 5 en 7. De effecten c.q. onderzoekresultaten zijn vervolgens geëvalueerd met behulp van vier criteria die in het natuurbehoud veel worden gebruikt (hoofdstuk 6). Deze evaluatie is noodzakelijk om weloverwogen keuzes te kunnen maken bij de inrichting, het gebruik en het beheer van militaire terreinen. Dat betreft niet alleen keuzes tussen militair terreingebruik en natuurbehoud, maar soms ook tussen verschillende doelstellingen in het natuurbehoud. De aanbevelingen voor inrichting, gebruik en beheer zijn erop gebaseerd de nadelige effecten van militaire oefeningen zo klein mogelijk te houden. De evaluatie en aanbevelingen hebben een algemeen karakter. In concrete situaties zoals bij een inrichtingsplan, een milieu-effect-rapportage e.d. zullen de resultaten van de voorgestelde evaluatie een specifieker en gedeeltelijk ook een kwantitatief karakter hebben. Tenslotte zijn enige aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

1.
Inleiding

1.1 Defensiebeleid en ruimtelijk beleid

In overeenstemming met het beleid van de Nederlandse regering heeft ons land een krijgsmacht. De strijdkrachten die daarvoor worden onderhouden, zijn voorzien van uitrusting en voorraden en worden opgeleid en geoefend. De wijze waarop dat dient te gebeuren, wordt geformuleerd in het defensiebeleid.

Tegelijkertijd volgt de overheid een bepaalde visie met betrekking tot de ruimtelijke ordening van ons grondgebied: wat mag waar gebeuren en hoe moeten ongewenste ontwikkelingen worden voorkomen? Voor het gebied buiten de steden en dorpen is daartoe een Nota Landelijke Gebieden opgegesteld, die nader is uitgewerkt in een gelijknamige Structuurschets.

Om het defensiebeleid daadwerkelijk tot uitvoering te kunnen brengen binnen de normen van het ruimtelijk beleid op nationaal niveau, is een ruimtelijk defensiebeleid ontwikkeld. De doelstelling daarvan luidt: 'het scheppen van de ruimtelijke voorwaarden voor een doeltreffende uitvoering van de krijgsmachttaken die uit het defensiebeleid voortvloeien'. Wat die praktische gevolgen dan wel zijn voor de komende 25 jaar, wordt beschreven in het Structuurschema Militaire Terreinen (SMT; deel a: beleidsvoornemen). Dit is door de Ministeries van Defensie en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening in maart 1980 aangeboden aan de Tweede Kamer. Het SMT heeft de procedure van de planologische kernbeslissing doorlopen. Dat betekent dat aan iedereen gelegenheid is geboden tot inspraak, dat advies is ingewonnen bij de Raad van Advies voor de Ruimtelijke Ordening, en dat overleg is gevoerd met provinciale en gemeentelijke overheden. Daarna is het beleidsvoornemen aangepast en als regeringsbeslissing vastgesteld. Bovendien is het behandeld in de Tweede Kamer. De procedure is afgesloten met het verschijnen van deel e van het SMT op 15 oktober 1985.

1.2 Algemene probleemstelling

Militaire terreinen zijn veelal gelegen in gebieden die in de Structuurschets voor de landelijke gebieden zijn toebedeeld met de hoofdfunctie natuur. De doelstelling van het ruimtelijk defensiebeleid is in het SMT uitgewerkt in een aantal richtlijnen. Daarin wordt onder meer gesteld dat bij de lokatiekeuze, inrichting, gebruik en onderhoud van militaire terreinen zo min mogelijk schade zal worden toegebracht aan de bodem, bestaande levensgemeenschappen, het landschapsbeeld en cultuurhistorische elementen. Met behulp van deze richtlijnen is een afweging gemaakt tussen militaire en niet-militaire belangen. In de afweging heeft niet elk belang steeds een gelijke prioriteit. Hoewel het ruimtelijk beleid op nationaal niveau gericht is op afstemming van de sterkere functies van het landelijk gebied op de zwakkere, wordt op eveneens nationaal niveau op militaire terreinen in beginsel prioriteit gegeven aan de militaire functies. Behoud en ontwikkeling van natuurlijke en andere waarden zullen er worden nagestreefd indien en voorzover hierdoor geen overwegende militaire belangen worden geschaad (SMT, deel a blz. 58). In het Structuurschema worden tenslotte uitspraken gedaan met betrekking tot het aantal en de plaats, grootte en globale inrichting van de benodigde militaire terreinen. Het beleid, zoals geformuleerd in het SMT wordt op regionaal en plaatselijk niveau nader uitgewerkt in inrichtings- en beheersplannen. De inrichtingsplannen dienen als basis om te worden opgenomen in streek- en bestemmingsplannen. Met het oog hierop is kennis omtrent ingreep-effect relaties noodzakelijk.

Welke problemen in de relatie militaire oefeningen versus natuur doen zich zoal voor? Het Ministerie van Defensie heeft hiervoor een eerste aanzet geleverd, door het formuleren van een aantal vragen (zie hoofdstuk 10). Deze vragen zijn grotendeels gebaseerd op nieuwe ontwikkelingen in het terreingebruik, als gevolg van modernisering van materieel en aanpassing van militair-operationele tactieken. Daardoor vraagt Defensie meer grote oefenterreinen van 1000 en 250 ha, waarbij ten dele minder beperkingen worden gesteld ten aanzien van het terreingebruik. In praktijk betekent dit dat elk van deze oefenterreinen in principe wordt verdeeld in drie even grote terreintypen, te weten:

- free-for-all gedeelten, waar tevoren vaak ingrijpende cultuurtechnische ingrepen worden gedaan en weinig of geen gebruiksbeperkingen gelden;
- gedeelten voorzien van een stelsel van zandbanen en van doorgangen en opstelplaatsen voor voertuigen. De begroeiing is er overwegend laag (heide);
- beboste gedeelten, die gebruikt worden als verzamelgebied en waar het voertuiggebruik beperkt blijft tot de wegen. Daarnaast zullen deze gedeelten gebruikt worden voor oefeningen te voet, bivakkeren, graven van schutterputten, etc.

De genoemde drie terreintypen behoeven niet aaneengesloten te zijn. Om bestaande militaire oefenterreinen de gewenste vorm en grootte te geven, is in een aantal gevallen voorzien in uitbreiding ervan.

Is multifunctioneel terreingebruik mogelijk? Bij ongecontroleerd terreingebruik worden de belangen zowel van defensie als van natuurbehoud benadeeld. Ecologisch onderzoek kan ertoe bijdragen knelpunten te signalen en schade te beperken.
Unarranged military activities are harmful to military interests as well as to environmental ones.

Andere terreinen daarentegen zullen worden afgestoten door Defensie. Net als andere menselijke activiteiten kunnen militaire oefeningen invloed uitoefenen op het natuurlijk milieu. De probleemstelling van dit onderzoek richt zich op de volgende facetten:

- de inrichting van militaire terreinen met verschillende voorzieningen;
- het gebruik van de terreinen en de voorzieningen;
- het onderhoud en beheer van de militaire terreinen, in het bijzonder ten dienste van het militair gebruik.

Een nadere uitwerking hiervan volgt in paragraaf 2.6.

1.3 Doel en beperkingen van het onderzoek

In aansluiting op de probleemstelling in par. 1.2 is het doel van het onderzoek antwoord te geven op de volgende vragen (samengevat):

- wat is de invloed van inrichtingsmaatregelen en militaire oefeningen ten aanzien van bodem, vegetatie en fauna en hoe moeten deze effecten worden beoordeeld in het licht van de doelstellingen van het natuurbehoud?
- hoe worden de belangen van het natuurbehoud het best gediend binnen het kader van een multifunctioneel gebruik van de militaire oefenterreinen? Hieronder wordt ook begrepen de amovering van overbodige wegen.

In beide vragen staan effecten centraal. Om deze te kunnen bepalen is inzicht nodig in zowel de ingreepzijde (militair gebruik, inrichting, beheer) als in het milieu dat de ingreep ondervindt. Daarom moet eerst een globale beschrijving gegeven worden van handelingen die plaatsvinden op militaire terreinen en moet tevens worden aangegeven wat de samenstelling is van de bodem, vegetatie en fauna. Het onderzoek richt zich vooral op de huidige, maar daarnaast ook op toekomstige situaties. Vanwege relaties met het verleden worden van enkele aspecten ook ontwikkelingen uit recente tijd beschreven.

Het Ministerie van Defensie gebruikt zeer verschillende terreinen voor zeer verschillende doeleinden. Effectenonderzoek moet in zo'n geval beperkt worden tot een aantal onderdelen of voorbeelden. In dit onderzoek zijn alleen overwegend onbebouwde terreinen betrokken, d.w.z. oefen- en schietterreinen. De gezamenlijke oppervlakte daarvan in Nederland bedraagt ca. 31.000 ha. Van enkele terreinen bleken in de aanvangsfase te weinig gegevens beschikbaar. Omdat ook oefen- en schietterreinen in en bij de duinen buiten beschouwing zijn gelaten, is in feite ongeveer 27.000 ha in aanmerking genomen. De ligging ervan is verdeeld over vrijwel alleen de pleistocene zandgronden.
De aandacht heeft zich geconcentreerd op de meer algemeen voorkomende gebruikskenmerken en milieutypen. Andere begrenzingen van het onderzoekveld zijn:

- geen vlieg- en vlootbases;
- geen schietranges voor luchtmacht en marine;
- geen munitie- en mobilisatiecomplexen, legerplaatsen, e.d.

Tenslotte zijn een aantal aspecten buiten beschouwing gebleven die b.v. door hun lange-termijneffecten moeilijk te onderzoeken zijn (b.v. invloed van geluid), of waarvan de effecten van plaats tot plaats sterk zullen verschillen (b.v. ontwatering op free-for-all terreinen).

1.4 Opzet en uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek is gestart met een nadere uitwerking van de achtergronden en de probleemstelling die bij de opdracht behoren. Tevens is een eerste globale studieopzet voorgesteld. Het vervolg van de studie is verdeeld in twee fasen.

De *eerste studiefase* is besteed aan beschrijvingen van de bodem, vegetatie, grote fauna, cultuurhistorie en het militair gebruik per terrein. Bovendien is een literatuurstudie verricht om een overzicht te krijgen van de knelpunten in de relatie tussen militaire oefeningen en de natuur. Voor zover effecten bekend waren, zijn deze ook beschreven. De eerste studiefase is besloten met de opstelling van een reeks onderzoekvoorstellen (rapport 5). Daarin worden vier probleemvelden genoemd die relatief van groot belang zijn en waarover niet voldoende bekend is. Deze probleemvelden, met onderverdeling, zijn:

- inrichting en vergraving
  - ruimtebeslag en inrichtingspatroon van voorzieningen;
  - hydrologische gevolgen van de aanleg van zandbanen;
  - isolatie-effecten van zandbanen en wegen;
- aanwezigheid van mensen en materieel in verband met broedvogels;
- berijding en betreding;
- vestiging van vegetaties op geamoveerde en vergraven terreindelen;
  - gevoeligheid van terreintypen voor erosie;
  - kieming en vestiging van plantesoorten c.q. vegetaties.

In de *tweede studiefase* is onderzoek gedaan aan de genoemde probleemvelden. Sommige aspecten, vooral het ruimtebeslag, zijn beschreven door middel van bureaustudies. Experimenten zijn alleen uitgevoerd met betrekking tot een deel van het berijdings- en betredingsonderzoek. Het grootste deel van het onderzoek was vergelijkend-correlatief van aard. Dat wil zeggen dat bestaande situaties met elkaar zijn vergeleken met een verschil in intensiteit van het militair gebruik. Dergelijk onderzoek leek in dit geval vaak het meest praktisch. Ook het feit dat de ingreep al langere tijd geleden plaatsvond, biedt voordelen. Vegetatie en fauna hebben immers meer kans gehad zich aan te passen aan de veranderde situatie, dan ze zouden krijgen bij nieuwe experimenten.

1.5 Deelnemende instellingen, organisatie en financiën

Het Ministerie van Defensie heeft zijn oorspronkelijke onderzoekvragen gezonden naar de Coördinatiecommissie Flora en Vegetatie van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO). Via de NRLO zijn drie instituten belast met de uitvoering van het onderzoek. Dat waren het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) en het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG). De twee eerstgenoemde instellingen hebben het merendeel van de deelonderzoeken voor hun rekening genomen. De deelname van het IMAG heeft vooral betrekking gehad op uitvoering van en onderzoek aan een reeks van experimenten met berijding.

Voor nader overleg over de begeleiding, de voortgang en de presentatie van het onderzoek werd een projectgroep samengesteld met vertegenwoordigers van Defensie, de NRLO en de onderzoekinstellingen, onder voorzitterschap van de Secretaris Afdeling Landinrichting en Natuur- en Landschapsbeheer van de NRLO (zie bijlage 2). Om de 2 à 3 maanden werd vergaderd, waarbij het onderzoek op onderdelen zonodig werd bijgesteld. De coördinatie berustte bij het RIN.

Het budget voor het onderzoek was door het Ministerie van Defensie tevoren geraamd op jaarlijks *f* 200.000,-- (prijspeil 1981) gedurende vier achtereenvolgende jaren. Later is daaraan *f* 236.000,-- toegevoegd tot een totaalbedrag van *f* 1.036.000,-- voor aanpassing, prijscompensatie, en een samenvattend rapport. Vanwege het belang van het onderzoek hebben de onderzoekinstellingen daarnaast nog eigen middelen in het onderzoek gestoken. Dit leek verantwoord gezien de vergroting van de fundamentele kennis van ecologische effecten en gezien de praktische toepasbaarheid van de resultaten voor het natuurbeheer.

1.6 *Opzet van dit samenvattend rapport*

De opzet van dit rapport is drieledig:

- het geven van een overzicht van de belangrijkste resultaten en conclusies uit de diverse deelrapporten;
- het koppelen van de bodemkundige, vegetatiekundige en mechanische gegevens, waardoor onderlinge verbanden eventueel worden opgespoord. Dergelijke correlaties zijn per deelrapport nog niet altijd onderzocht. Ook worden de resultaten van de verschillende deelonderzoeken onderling gekoppeld en bezien in het licht van literatuurgegevens;
- het aangeven van de consequenties van vastgestelde veranderingen voor andere onderdelen van het ecosysteem. Voorts worden de effecten geëvalueerd tegen de achtergrond van de doelstellingen van het natuurbehoud. Het geheel moet uitmonden in aanbevelingen, waarbij de belangen van het natuurbehoud op militaire oefen- en schietterreinen het best worden gediend.

Per hoofdstuk wordt een probleemveld besproken. In elk militair terrein 'spelen' verschillende van deze probleemvelden tegelijk. Daarvan is een aantal nader onderzocht in deze studie. Zoals meestal het geval is bij wetenschappelijk onderzoek, zijn sommige vragen onbeantwoord gebleven of zijn zelfs nieuwe vragen ontstaan. Bovendien kunnen resultaten elkaar tegenspreken. Elk hoofdstuk bevat dan ook een paragraaf met discussie, om de resultaten in een breed kader te plaatsen. Na de discussie is steeds getracht de conclusies in een aantal punten samen te vatten. Per hoofdstuk zijn enige belangrijke, recente literatuurreferenties opgegeven, die meestal nog niet in de deelrapporten waren vermeld. In de laatste hoofdstukken worden alle conclusies tenslotte samengevoegd om aanbevelingen te doen voor terreininrichting, -gebruik en -beheer. Ook wordt aangegeven op welke punten verder onderzoek het meest zinvol is. De oorspronkelijke vragen van het Ministerie van Defensie zijn vermeld en beantwoord in hoofdstuk 10, mede door te verwijzen naar de desbetreffende paragrafen in dit rapport of de eerdere deelrapporten.

Kleine schorseneer is een zeer zeldzame plantesoort die vooral voorkomt op eertijds omgewerkte grond. De soort groeit op de Stakenberger Heide. Ondanks of dankzij militair terreingebruik?
Ecological research may explain if the very rare Scorzonera humilis is found in some military areas despite or due to training activities.

2.

Nadere beschrijving van militaire terreinen, oefeningen en daaruit voortvloeiende natuurbehoudsproblemen

2.1 Eigendom en openstelling

Het Ministerie van Defensie maakt zowel gebruik van eigen terreinen als van terreinen die worden gehuurd. Van de ongeveer 21.000 ha militaire oefenterreinen en 8.000 ha schietterreinen in Nederland (excl. het cavalerieschietkamp Vliehors, de schietkampen voor de marine, luchtdoelartillerie en luchtmacht, alsook het Lauwersmeergebied en de oefenterreinen voor mariniers) is ca. 60% eigendom van het Ministerie van Defensie. De resterende 40% wordt gehuurd van meest gemeenten, Staatsbosbeheer en particuliere natuurbeschermingsorganisaties. De gehuurde terreinen zijn bijna allemaal oefenterrein. De oppervlakte schietterrein is bijna geheel eigendom van Defensie.

Militaire oefenterreinen zijn in beginsel opengesteld voor het publiek. Ongeveer 1300 ha (= 6%) is permanent gesloten. Op militaire schietterreinen hebben recreanten in beginsel geen toegang. Het artillerieschietkamp Oldebroek (ca. 5000 ha) is geheel gesloten; op het infanterieschietkamp Harskamp (ca. 2800 ha) is tijdens het weekeinde alleen een doorgaande weg opengesteld. De directe omgeving van de kleinere schietbanen, handgranaatbanen en springterreinen op de overige oefen- en schietterreinen is meestal ook alleen in het weekeinde opengesteld. Dit betreft zo'n 1000 ha.

2.2 De bodemgesteldheid

Zoals in paragraaf 1.3 is vermeld, heeft dit onderzoek betrekking op ca. 27.000 ha aan militaire oefen- en schietterreinen. Het overgrote deel daarvan ligt op zandgronden. Dat is gedeeltelijk ook het geval met de resterende ca. 4000 ha, die niet in beschouwing zijn genomen. De zandgronden zijn niet overal hetzelfde. Ze zijn gevormd in pleistocene (dekzanden, fluvioglaciale en gestuwd preglaciale zanden) en holocene zanden (stuifzanden), waarvan de grofheid, de lemigheid en de mineralogische samenstelling nogal uiteenlopen. Ook de diepte van het grondwater verschilt vaak aanzienlijk van plaats tot plaats. Al deze variaties leiden ertoe, dat verschillende gronden ontstaan. Vier gronden zijn binnen de militaire terreinen sterk vertegenwoordigd. Zij worden hieronder kort toegelicht (zie verder rapport 2).

Duin- en vlakvaaggronden (ca. 10.000 ha)
Deze naam wordt gegeven aan zandgronden zonder duidelijke bodemvorming. Het betreft vrijwel altijd stuifzandgebieden of gebieden die niet lang geleden nog verstoven. Duinvaaggronden zijn opgestoven en liggen ver boven het grondwater. Vlakvaaggronden liggen meestal in uitgestoven laagten. De grondwaterstand is er in oorsprong vaak ondiep maar kan door ontwatering aanmerkelijk zijn gedaald.

Haarpodzolgronden (ca. 10.500 ha)
Dit zijn gronden waarin zich duidelijke horizonten (lagen gevormd door bodemvormende processen) hebben ontwikkeld. Opvallend zijn vooral een gebleekte uitspoelingshorizont met daaronder een donkergekleurde laag waar organische stof en ijzer- en aluminiumverbindingen zijn neergeslagen. Hoewel regenwater tijdelijk oppervlakkig kan stagneren, hebben haarpodzolgronden diepe grondwaterstanden.
Bijna de helft van de oppervlakte aan militaire terreinen op haarpodzolgronden wordt ingenomen door het schietterrein Oldebroek met omgeving.

Veldpodzolgronden (ca. 3700 ha)
De bodemvorming in deze gronden is vergelijkbaar met die in haarpodzolgronden, maar heeft plaatsgevonden onder veel vochtiger omstandigheden. In het profiel zijn eveneens een aantal duidelijke horizonten te onderscheiden. In tegenstelling tot de haarpodzolgronden komen in het materiaal onder de inspoelingshorizont geen ijzerhuidjes om de zandkorrels voor. Binnen de militaire terreinen ligt het merendeel van de veldpodzolgronden in de provincies Drenthe en Noord-Brabant.

Moderpodzolgronden (ca. 3000 ha)
De zanden waarin moderpodzolgronden voorkomen, hebben een wat hoger gehalte aan verweerbare mineralen dan de zanden waarin haar- en veldpodzolgronden zijn ontwikkeld. De horizonten van deze overwegend bruine gronden zijn onduidelijk en gaan zeer geleidelijk in elkaar over. Moderpodzolgronden komen binnen militaire terreinen het meest voor op de Veluwe.

De genoemde gronden hebben met elkaar gemeen dat ze gedurende het grootste deel van het jaar droog en goed berijdbaar zijn door militaire voertuigen. De gebruikswaarde ervan voor de landbouw was vroeger gering. Daarom zijn vooral gebieden met deze gronden in de eerste helft van deze eeuw aangewezen als militair terrein. De overige gronden in militaire oefenterreinen beslaan een veel

kleiner aandeel (ca. 500 ha). Ruim de helft ervan is verwant aan de al eerder genoemde typen. Slechts een relatief kleine oppervlakte gronden bestaat uit veengronden, moerige gronden, kleigronden of leemgronden. Deze kunnen voor gemechaniseerde oefeningen niet worden gebruikt.

2.3 De vegetatie en de fauna

Planten en dieren zijn afhankelijk van de bodem, de waterhuishouding, het klimaat, het terreingebruik e.d. ter plaatse. Omdat deze (abiotische) factoren van plaats tot plaats verschillen, varieert ook de vegetatie en de fauna. Een gedetailleerde beschrijving ervan binnen elk militair terrein kan hier niet worden gegeven. Daarvoor is trouwens ook vaak te weinig bekend over deze terreinen. In het volgende overzicht wordt een indruk gegeven van de (globale) terreintypen die het meest voorkomen in de beschouwde 27.000 ha. De getallen zijn inclusief wegen en brandsingels:

droge heide	10.500 ha
vochtige heide	1.000 ha
stuifzand en droge pioniervegetaties	2.000 ha
vliegdenbos	5.000 ha
overig naaldbos	5.000 ha
loofbos	2.000 ha
overig terrein (free-for-all terrein, water, landbouwgrond e.d.)	1.500 ha

Dit overzicht weerspiegelt duidelijk het grote aandeel van de hiervoor genoemde voedselarme zandgronden met diepe grondwaterstanden. De oppervlakte open terreinen (heide, stuifzand) is thans ongeveer even groot als de oppervlakte bos. Vroeger is het aandeel van heide en stuifzand veel groter geweest, maar die verhouding is verschoven door kunstmatige en spontane uitbreiding van bos.

Dieren zijn moeilijker te inventariseren dan vegetaties. Over de fauna op militaire terreinen is dan ook meestal tamelijk weinig bekend. Naar verhouding zijn de meeste gegevens beschikbaar over de vogels. Het blijkt dat op de grotere heide- en stuifzandterreinen soms karakteristieke soorten broeden zoals korhoen, wulp en duinpieper. In boscomplexen komen kenmerkende soorten voor, waaronder grote roofvogels. Van grote zoogdieren is bekend dat in dè onveilige en daardoor afgesloten zones van schietterreinen veel edelherten, wilde zwijnen, reeën en vossen verblijf kunnen houden (zie verder rapport 3).

2.4 Oudheidkundige waarden

Hoewel oudheidkundige waarden geen directe relatie behoeven te hebben met natuur en natuurbehoud, worden ze meestal wel gelijktijdig beschreven. Dat komt o.a. omdat vrijwel alle terreintypen in Nederland gevormd zijn door eeuwenlang constant gebruik door mensen. Deze cultuurlandschappen worden niet alleen als zodanig gewaardeerd, maar tevens is voortzetting van dat gebruik vaak noodzakelijk om de ecologische kenmerken te behouden (b.v. heidevelden).

De oudheidkundige waarden betreffen niet zozeer landschappen, als wel objecten. Dergelijke objecten worden meestal beheerd door dezelfde instantie die het omliggend natuurterrein beheert. Oudheidkundige objecten op de militaire terreinen zijn grafheuvels, urnenvelden, vindplaatsen van vuursteenartefacten, bewoningsresten, stelsels van trekwegen, prehistorische akkercomplexen, e.d. Het aantal van deze objecten per terrein wisselt natuurlijk sterk. Verwacht mag worden dat de oudheidkundige waarde van elk terrein nog niet volledig bekend is (zie verder rapport 2 en 3).

2.5 Militaire oefeningen

Op militaire oefen- en schietterreinen wordt het personeel opgeleid in de meest voorkomende gevechtsmethoden. Zoals hierboven is aangegeven, wordt de grootste oppervlakte in beslag genomen door *oefenterreinen.* Deze worden voornamelijk gebruikt door de landmacht. Oefeningen worden meestal overdag gehouden, maar ook wel 's nachts.

De opleiding te velde begint met het leren van basistechnieken. Men spreekt van individuele opleiding en eenvoudige onderdeelsvorming. Daartoe behoren o.a. verkennen, waarnemen, camoufleren, graven van schutterputten, bivak, rijvaardigheid en kaartlezen. In klein groepsverband worden ook reeds oefeningen gedaan, waarbij het belang van gecoördineerd optreden wordt vooropgesteld. Dit gebeurt op het niveau van groep (ca. 10 man en één voertuig) of van peloton (ca. 40 man en 4 voertuigen).

Heide en zandverstuivingen komen veel voor op militaire terreinen.
Boven: een gedeelte van het schietkamp Oldebroek, het grootste aaneengesloten heideterrein van Nederland.
Onder: een imposant gedeelte van het schietkamp Harskamp.
Two views of heathland and shifting sand areas in Dutch military grounds.

Na enige tijd worden de oefeningen ook in groter verband uitgevoerd. In Nederland wordt ten hoogste in compagniesverband geoefend. Zo'n compagnie telt meestal ongeveer 150 man en ongeveer 14 voertuigen en wordt beschouwd als de kleinste zelfstandige militaire eenheid. Wanneer het gaat om eenheden die direct bij het gevecht betrokken zijn, worden tijdens de oefeningen gevechtsvormen nagebootst volgens militair-technische en -tactische regels. Tot deze eenheden behoren z.g. manoeuvre-eenheden (infanterie, cavalerie), vuursteun-eenheden (veldartillerie) en een deel van de gevechtsondersteunende eenheden (luchtdoelartillerie, pantsergenie, antitank-eenheden). De overige eenheden zijn niet-manoeuvre-eenheden die bestaan uit een ander deel van de gevechtsondersteunende eenheden (o.a. verbinding en genie) en voorts uit verzorgende eenheden (o.a. technische en geneeskundige dienst en bevoorradingsdiensten).

Op grond van de verschillende aard van de eenheden worden oefenterreinen gevraagd met uiteenlopende kenmerken. Gedeeltelijk is dat om te leren onderkennen welke mogelijkheden de bestaande terreinconfiguratie biedt. Anderzijds worden bodemgesteldheid, begroeiing, accidentatie en doorsnijding vaak ook aangepast aan de oefeningen. De grootste eisen worden gesteld door de manoeuvre-eenheden, omdat deze beweeglijk en gecoördineerd acties uitvoeren, in toenemende mate met behulp van zware voertuigen. Dit betekent tegenwoordig, dat de desbetreffende oefenterreinen dienen te beschikken over een bebost uitgangsgebied, een grotendeels open gedeelte met een zandbanenstelsel en een free-for-all gedeelte. Deze inrichting dateert uit de laatste jaren en is nog maar op een beperkt aantal terreinen verwezenlijkt. Behalve de inrichting, is ook de grootte van de oefenterreinen belangrijk. Voor compagniesoefeningen worden compagniesoefenterreinen (COT'n) gebruikt, ter grootte van ca. 1000 ha. Oefeningen op het niveau van peloton worden gehouden op eenheidsoefenterreinen (EOT'n) van ca. 250 ha. Voor bataljonsoefenterreinen (BOT'n; 3000 ha) is men vooralsnog aangewezen op West-Duitsland.

Aan terreinen voor niet-manoeuvre-eenheden worden minder hoge eisen gesteld. Deze terreinen worden overige oefenterreinen (OOT'n) genoemd. OOT'n dienen in principe eveneens de drie bovengenoemde terreingedeelten te bevatten. Het free-for-all gedeelte neemt er doorgaans echter een ondergeschikte plaats in, terwijl in de meeste gevallen het bestaande wegenstelsel voldoende mogelijkheden biedt voor gemechaniseerde oefeningen.

De intensiteit waarmee een oefenterrein wordt gebruikt, is per terrein en per dag verschillend. Op sommige terreinen is gemiddeld evenveel militair personeel aanwezig als het terrein in ha groot is. Andere terreinen worden veel extensiever gebruikt. Het gebruikte materieel kan variëren van lichte wielvoertuigen tot zware rupsvoertuigen en (incidenteel) helicopters. Op oefenterreinen wordt niet met scherpe munitie geschoten, soms wel met losse flodders, lichtkogels, rookgranaten e.d.

Naast de oefenterreinen kent men *schietterreinen,* waar daadwerkelijk met scherp en oefenmunitie wordt gevuurd. Dit gebeurt in het begin van de opleiding op rayonschietterreinen op banen van 25 tot 100 m lengte. Later wordt ook geschoten op schietbanen van 200 en 300 m lengte, die aanwezig zijn op de regionale schietterreinen. Voor het werpen van handgranaten zijn speciale handgranaatbanen in gebruik. Een deel van de genoemde banen heeft een z.g. onveilig gebied, dat tijdelijk of permanent gesloten is. Bij een ander deel zijn zodanige maatregelen getroffen, dat schoten niet buiten de baan kunnen treden, zodat een onveilig gebied ontbreekt (schermenschietbanen en gesloten schietbanen). In de praktische schietopleiding volgen tenslotte oefeningen die de gevechtssituatie benaderen, terwijl ook het gebruik van combinaties van lichte en zwaardere wapens wordt geoefend. Voor dergelijke activiteiten zijn banen beschikbaar op het Infanterieschietkamp (ISK) Harskamp.

Behalve het ISK beschikt de landmacht nog over het artillerieschietkamp (ASK) Oldebroek en het cavallerieschietkamp (CSK) Vlieland. De term schietkamp wordt gebruikt omdat hier (tevens) met zwaardere wapensystemen wordt geoefend. Dat gebeurt tegenwoordig in het algemeen met behulp van zelfaangedreven geschut op rupsbanden.

2.6 Militair terreingebruik en natuurbehoudsproblemen

In het natuurbehoud wordt gestreefd naar het (voort)bestaan van zo natuurlijk en zo veelzijdig mogelijke ecosystemen. Een ecosysteem omvat een functionele eenheid van abiotische factoren, te zamen met alle bijbehorende levende elementen.

Uit de vorige paragraaf kan worden afgeleid dat militair terreingebruik op verschillende manieren kan ingrijpen in het natuurlijk milieu. Men spreekt daarbij wel van ingreep-effect relaties.

De eerste effecten kunnen al optreden bij de inrichting van het terrein. De aanleg van een zandbanenstelsel, een free-for-all gedeelte, brandsingels, kogelvangers e.d. betekent meestal dat het milieu ter plaatse 'grondig' wordt verstoord. Bij de beschrijving van de effecten zal men zich dan ook in de eerste plaats toeleggen op het ruimtebeslag van die voorzieningen. Van echte effecten is sprake, indien b.v. maatregelen worden genomen om grond- en regenwater versneld af te voeren. Populaties van sommige diersoorten kunnen nadeel ondervinden, wanneer de aanwezigheid van zandbanen hun migratie-mogelijkheden beperkt.

Andere effecten kunnen natuurlijk worden verwacht bij het daadwerkelijk gebruik van de oefen- en schietterreinen. Zo ligt het voor de hand te veronderstellen dat dieren verontrust kunnen worden, dat het eventueel berijden van heidevelden met zware voertuigen sporen achterlaat, of dat de bodem verontreinigd wordt rondom tankkarkassen die gebruikt worden voor het werpen van brandflessen. Deze tankkarkassen zijn thans niet meer nodig en worden opgeruimd.

Op een aantal plaatsen treden tenslotte nog effecten op, doordat bepaalde beheersmaatregelen worden genomen. Dat is o.a. het geval op de grote schietkampen, waar terreindelen frequent worden gebrand of gemaaid. Dit gebeurt om te voorkomen dat branden als gevolg van schietoefeningen zich sterk kunnen uitbreiden. Ook zijn delen van de Stakenberger Heide in het verleden met explosieven bewerkt om de doorlatendheid van de bodem te vergroten en daarmee het terrein beter berijdbaar te maken. Andere beheersmaatregelen zijn er vaak op gericht bepaalde gedeelten van een militair terrein als bos of open terrein te handhaven of te bestemmen. Dit komt niet altijd overeen met de voorkeur die vanuit natuurbehoudsoverwegingen wordt gesteld voor een ecosysteem op die plaats. Door de vele vormen van militair terreingebruik kunnen vele verschillende effecten optreden. Ook de intensiteit van het gebruik maakt verschil. Overigens behoeven de effecten niet altijd negatief te zijn voor het natuurbehoud. Een voorbeeld daarvan zijn de onveilige gebieden in schietterreinen, waar de afwezigheid van mensen aanleiding kan geven tot bijzondere ontwikkelingen. Een globaal overzicht van de meest voorkomende ingreep-effect relaties wordt gegeven in tabel 1.

	Verstoring reliëf	Verstoring waterhuishouding	Verstoring bodemeigenschappen	Bodem- en grondwaterverontreiniging	Verstoring vegetaties	Verstoring dierpopulaties
Oefenterreinen						
Inrichting						
Aanleg en aanwezigheid van:						
- free-for-all terrein	□	□	□		□	□
- zandbanen en rondweg	□	■	□		□	■
- bosaanplant		□	□		□	□
- bezinkingsvijver afvalwater	□		□	□	□	
Ontwatering		□	□		□	□
Waterwinning		□	□		□	□
Gebruik						
Gemechaniseerd oefenen op wegen						■
Betreden buiten wegen			■		■	■
Graven van schuttersputjes e.d.		□	□		□	
Latrines			□	□	□	
Oefenen met brandflessen			□	□	□	□
Helicopters						□

	Verstoring reliëf	Verstoring waterhuis-houding	Verstoring bodem-eigenschappen	Bodem- en grondwater-verontreiniging	Verstoring vegetaties	Verstoring dierpopulaties
Onderhoud en beheer						
Wegbeheer						■
Amoveren overbodige wegen			□			
Bemesten free-for-all terrein			□	□		
Schietterreinen						
Inrichting						
Aanleg en aanwezigheid van:						
- stellingplaatsen en schootsveld	□		□		□	□
- doelen, bebouwing, e.d.	□		□		□	
- zandwallen	□	□	□		□	
- wegen	□	■	□		□	□
- brandsingels	□	■	□		□	□
- bluswatervijvers	□		□		□	
- beplanting		□	□		□	□
Gebruik						
Aanwezigheid mensen en materieel						■
Schieten						■
Explosies	□	□	□	□	□	■
Brand			□		□	□
Onderhoud en beheer						
Onderhoud wegen, brandsingels, bluswater-vijvers, e.d.						■
Brand blussen			□		□	□
Frequent branden en maaien i.v.m. brand-preventie			□		□	□
Achterstallig beheer			□		□	□

□ niet onderzocht
■ onderzocht in deze studie

Tabel 1.
Overzicht van de voornaamste mogelijke 'ingrepen' en effecten bij militair terreingebruik.

Door diepploegen en regelmatig onderhoud is de technische bruikbaarheid van wegen in militaire terreinen sterk vergroot (vergelijk beide foto's). Tegelijkertijd is het terreingebruik aan strengere voorschriften gebonden.
The technical utility of unpaved roads is promoted by deep ploughing and roadmaintenance.

3.
Effecten van terreininrichting

3.1 Ruimtebeslag van diverse aspecten van terreininrichting en -gebruik

3.1.1 Onderzochte situaties

Om te bepalen welke oppervlakte in beslag wordt genomen door wegen, gebouwen en andere militaire voorzieningen, zijn een aantal terreinen uitgezocht. Daarbij is gekozen voor enkele heideterreinen, omdat dergelijke gebieden goed vanaf luchtfoto's te bestuderen zijn. De terreinen staan vermeld in tabel 2. Om een indruk te krijgen van de ontwikkelingen in de laatste 30 jaar, zijn ook oudere luchtfoto's bekeken. Aan de hand van het Structuurschema Militaire Terreinen is voorts een voorzichtige vooruitblik gegeven op de toekomst.

Lang niet alle activiteiten die op militaire terreinen plaatsvinden, zijn gemakkelijk te lokaliseren en te kwantificeren. Een voorbeeld daarvan zijn allerlei oefeningen te voet, die niettemin van grote invloed kunnen zijn op de natuur. De aandacht hierna gaat echter uit naar voorzieningen en bestemmingen die voortvloeien uit de inrichting van het terrein en die langdurig inwerken op het natuurlijk milieu ter plaatse.

	totaal terrein	free-for-all, zandbanen, brandsingels, schietbanen e.d.		bivak		begroeid terrein met (tussen 1950 en 1981) geroerde bodem	
Oefenterreinen	ha	ha	%	ha	%	ha	%
Havelte-oost (ged.)	600	53	9	10	2	0	0
Havelte-west	467	361	77	20	4	0	0
Ermelose Heide	394	52	13	12	3	18	5
Stakenberger Heide	295	42	14	14	5	25	8
Elspeetse Heide	449	58	13	13	3	49	11
Arnhemse Heide	195	34	17	4	2	1	1
Rozendaalse Veld	550	24	4	12	2	0	0
Schietterreinen							
Doornspijkse Heide	1075	127	12	0	0	15	1
Gorsselse Heide	100	8	8	0	0	0	0
Harskamp	2800	543	19	0	0	2	1

Tabel 2.
Globaal ruimtebeslag anno 1981 van voorzieningen en van verwerkte gronden binnen de geïnventariseerde terreinen.

3.1.2 Bereden terrein

Een van de belangrijkste veranderingen die de laatste decennia heeft plaatsgehad binnen de Nederlandse krijgsmacht, is de mechanisatie. Bovendien zijn enkele oefentechnische en -tactische inzichten gewijzigd. Beide aspecten samen hebben geleid tot het volgende beeld.
Rond 1949 waren de militaire heideterreinen nog maar nauwelijks ontsloten. Ook buiten de schaarse paden en wegen werd vrijwel niet gereden en zelfs werd de heide plaatselijk nog geplagd door boeren uit de omgeving. Daarna zijn een aantal terreinen, zowel in eigendom als in huur bij Defensie, in gebruik genomen voor het vrij oefenen met rups- en wielvoertuigen. Tegelijkertijd is in de meeste andere terreinen het aantal wegen drastisch toegenomen. Door versporing zijn ze bovendien steeds breder geworden. Op een terrein als de Elspeetse Heide was op deze manier in 1975 zo'n 18% van de oppervlakte kaalgereden. Op het Rozendaalse Veld echter, waar meest loopoefeningen worden gehouden, is het ruimtebeslag van de wegen relatief maar weinig toegenomen, namelijk van 0,6 naar 1,4%. De recreatie lijkt een veel kleinere rol te hebben gespeeld in de uitbreiding van het aantal wegen dan militaire oefeningen.

Na het midden van de jaren zestig is het gebruik van oefenterreinen meer gereglementeerd. Het aantal terreinen voor het beoefenen van vrij rijden werd beperkt. Ook de 'wilde' uitbreidingen van het wegennet werden aan banden gelegd. Behalve een kennelijke wijziging van oefeneisen, heeft hierbij zeker ook het versterkt milieubesef een rol gespeeld.
De nieuwste eisen ten aanzien van de inrichting van compagnies- en eenheidsoefenterreinen betekenen in totaliteit een grote uitbreiding van de oppervlakte bereden en vergraven terrein.

Vooral op de schietkampen voor infanterie en artillerie zijn zeer brede wegen en brandsingels aanwezig. Door herinrichtingen wordt de oorspronkelijke bodemopbouw in een steeds groter deel van de militaire terreinen aangetast.
Widening of roads and fire-fighting strips increase the area where natural characteristics are disturbed for a very long time.

Naast de reeds bestaande 1000 ha aan free-for-all terreinen zal volgens een globale schatting nog ca. 1.770 ha worden aangelegd, inclusief het free-for-all terrein in het Lauwersmeergebied. Verder moet nog ongeveer 1065 ha van zandbanenstelsels worden voorzien. Van die oppervlakte zal 9 tot 13% feitelijk bestaan uit zandbanen, uitgaande van de situatie op de reeds heringerichte terreinen. Op die terreinen blijkt geen sterke samenhang tussen enerzijds de oppervlakte van het zandbanenstelsel en anderzijds de gebruiksintensiteit of de bestemming tot COT, EOT of OOT. Verder zullen nog terreingedeelten worden aangewezen als z.g. stellingplaatsen, voor richtoefeningen e.d. Het gaat hier om minder grote oppervlakten.

De herinrichting van oefenterreinen betekent niet overal een vergroting van het ruimtebeslag van wegen en zandbanen. Op drie terreinen op de Veluwe die recent opnieuw zijn ingericht, was tevoren een zeer dicht wegenpatroon aanwezig als gevolg van de militaire oefeningen. Tegelijk met de herinrichting zijn overbodig geworden wegen geamoveerd, d.w.z. geëgaliseerd, bewerkt en ingezaaid. Het betrof soms wel 15% van de totale terreinoppervlakte. Toch is ook hier de totale oppervlakte geroerde bodem toegenomen, omdat de zandbanen gedeeltelijk op nieuwe plaatsen zijn aangelegd en oude banen vaak zijn verbreed.

3.1.3 Bivak

Op bivakterreinen worden tijdens oefeningen tentenkampen ingericht, waarin men de nacht en ook vaak de dag door brengt. In Gelderland blijken bivakplaatsen gemiddeld gedurende 25% van de tijd gebruikt te worden. Door de concentratie van activiteiten zijn vaak grote effecten op de natuur te verwachten. Tegenwoordig zijn op de meeste oefenterreinen verschillende vaste terreingedeelten aangewezen voor bivakoefeningen. Het ruimtebeslag ervan is heel verschillend. Enkele terreinen op de Veluwe van tussen 100 en 200 ha bestaan voor meer dan de helft uit bivakterrein. Van de oefenterreinen waarvan standaardoefenkaarten bestaan, is berekend dat het ruimtebeslag van de bivakterreinen gemiddeld bijna 5% bedraagt. Hoe groot dit percentage voorheen is geweest, is niet bekend. In de toekomst liggen bivakterreinen in principe in de zogenaamde uitgangsgebieden, die ca. 1/3 deel van de oppervlakte per terrein zullen beslaan. Het is niet duidelijk of dit een uitbreiding of verplaatsing van bivakterreinen tot gevolg heeft.

3.1.4 Vergravingen, gebouwen, schietbanen, brandsingels e.d.
Op militaire oefen- en schietterreinen vinden nog andere activiteiten plaats die het natuurlijk milieu plaatselijk permanent of langdurig verstoren. Als onderdeel van de individuele opleiding worden regelmatig *schuttersputjes en ligsleuven* gegraven. De totale omvang daarvan is moeilijk te schatten. In tegenstelling tot voorheen worden deze vergravingen op de meeste terreinen thans alleen nog toegelaten in bepaalde terreingedeelten. Men is verplicht de gaten naderhand weer te dichten.

Waar *gebouwen* voorkomen op oefenterreinen, is in een aantal gevallen sprake geweest van een flinke uitbreiding van bebouwing, verharde wegen en parkeerplaatsen, voornamelijk in de periode 1960-1970. Overigens is aan dit aspect in dit onderzoek weinig aandacht besteed, omdat in principe alleen onbebouwde terreinen zijn bekeken.
Brandsingels komen vooral voor op de schietterreinen en kunnen daar grote oppervlakten beslaan. Ze zijn urgent geworden door het gebruik van z.g. pyrotechnische munitie en explosieven. Bovendien zijn de voormalige stuifzandgebieden van het ISK Harskamp veelal dichtgegroeid en daardoor brandgevaarlijker geworden. Door de ervaring van enkele zeer grote branden zijn op het ISK en het ASK plaatselijk brandsingels aangelegd tot een breedte van 150 m. Op beide terreinen is voor enkele honderden ha aan brandsingels aanwezig.

De *schietbanen* op het ISK Harskamp beslaan thans een gezamenlijke oppervlakte van ca. 150 ha. De schietbanen op de andere terreinen, waar meestal met lichtere wapens wordt geschoten, zijn veel kleiner.
Dit laatste geldt ook voor de *handgranaatbanen.*

Tenslotte zijn er nog verschillende ingrepen met een meer incidenteel karakter. Genoemd kunnen worden *landingsstrips* voor vliegtuigen en helicopters, elk ter grootte van enkele ha, *bluswatervijvers, kogelvangers, stellingen voor schietproeven, tankkarkassen* voor werpoefeningen en *takkengaten* voor takhout dat vrijkomt bij de aanleg van opslagvrije stroken. Voorts wordt de directe omgeving van sommige schietbanen op het ISK Harskamp opzettelijk eens per 1-3 jaar *gebrand of gemaaid* uit het oogpunt van brandpreventie. In 1981 ging het om ca. 125 ha. Om dezelfde reden wordt ook op het ASK Oldebroek vele honderden ha heide frequenter en over grotere oppervlakten tegelijk afgebrand dan uit het oogpunt van natuurtechnisch beheer wenselijk is. De branden die als gevolg van het schieten regelmatig ontstaan, blijven meestal beperkt tot de inslaggebieden. Het inslaggebied ('knikkerpot') op het ASK Oldebroek beslaat ca. 130 ha.

3.1.5 Onveilige gebieden
Een heel apart aspect van schietterreinen is het bestaan van onveilige gebieden. Deze zijn in beginsel afgesloten voor zowel recreanten als militair personeel, vanwege het gevaar voor inslaande projectielen en onontplofte explosieven. Hoewel de knallen een bron van onrust betekenen, zijn ook positieve effecten op de natuur aan te wijzen. Dat komt doordat de vegetatie zich vaak heel spontaan ontwikkelt zonder veel menselijke beïnvloeding. Ook lijken sommige diersoorten zich er goed thuis te voelen. Er zijn aanwijzingen dat ze op den duur gewend raken aan het schieten.

Onveilige gebieden die vrijwel permanent zijn afgesloten voor recreanten en militair personeel, zijn het binnenterrein van het ISK Harskamp (ca. 1000 ha), een groot gedeelte van het ASK Oldebroek (ca. 3000 ha) en een deel van de Leusderheide (200 ha). De resterende oppervlakte van deze terreinen is alleen voor recreanten permanent afgesloten. Het terreinbeheer is er ook minder extensief. In deze situaties verandert weinig in de toekomst.

Onveilige gebieden die meestal alleen doordeweeks zijn afgesloten, zijn de Gorsselse Heide (100 ha) en het Witterveld (425 ha). Op andere plaatsen worden nog wel kleinere gebieden af en toe afgesloten, waaronder de directe omgeving van handgranaatbanen. Het beleid is erop gericht de schietbanen in deze gebieden om te vormen tot schermschietbanen, waardoor het onveilig gebied wordt verkleind.

3.2 Gevolgen van de aanleg van zandbanen voor de waterhuishouding

Door de inrichting van een natuurgebied tot militair oefen- of schietterrein verandert soms de waterhuishouding. Dit kan het gevolg zijn van verschillende cultuurtechnische ingrepen. Zo zijn b.v. in Havelte-Oost en op de Oirschotse Heide bermsloten gegraven om de wegen beter berijdbaar te houden. In Havelte-West zijn op het free-for-all terrein waterstagnerende bodemlagen doorgeploegd en werd een drainage aangelegd. Als gevolg van deze ingrepen worden ongewild ook in de buurt liggende natuurterreinen ontwaterd.

Het is denkbaar dat de waterhuishouding van een terrein ook verandert door de aanleg van zandbanen. Vele vennen en vochtige terreindepressies worden verondersteld afhankelijk te zijn van onderliggende meer of minder waterstagnerende bodemhorizonten. In natte perioden zou water over de zogenaamde B2h-horizont, waarin de zandkorrels door middel van ingespoelde humus min of meer aan elkaar zijn gekit, van de hogere delen naar de lagere delen in het terrein stromen. In sommige gebieden wordt bij haarpodzolgronden onder de B2h bovendien een 2 mm dik ijzerbandje aangetroffen. Men beschouwt dit ijzerbandje over het algemeen als ondoorlatend voor water. In de literatuur wordt ook vaak verband gelegd tussen de aanwezigheid van het ijzerbandje en het voorkomen en de voeding met water van vennen. Door de aanleg van zandbanen worden stagnerende lagen in deze zandbanen gebroken door middel van diepploegen tot twee meter diepte. Dat gebeurt om permanent op de zandbanen te kunnen rijden. Water dat eventueel over de B2h-horizont of over het ijzerbandje afstroomt, zou daardoor worden ondervangen en sneller wegzakken naar het grondwater. Gebieden onderaan de helling zouden minder water ontvangen dan voorheen.

Oppervlakkig afstromend regenwater wordt in geaccidenteerde heideterreinen vaak ondervangen door zandbanen, als gevolg waarvan het oorspronkelijk vochtpatroon van het terrein verandert.
In hilly heathlands the natural way of surface run-off of the precipitation is disturbed by roads.

Omdat op veel terreinen zandbanenstelsels zijn of nog worden aangelegd, was het nuttig de invloed hiervan op de waterhuishouding beter te leren kennen. Daarom zijn een aantal doorlatendheidsmetingen gedaan op de Elspeetse Heide en in het Rozendaalse Veld, op plaatsen met een duidelijk ontwikkelde B2h-horizont en een ijzerbandje. Tegen de algemene verwachting in werd een tamelijk grote doorlatendheid gemeten van de B2h-horizont met een ijzerbandje. Dit betekent dat althans op deze plaatsen geen water op het ijzerbandje stagneert en lateraal over dit bandje kan afstromen naar lagere delen. Dit komt vermoedelijk door de aanwezigheid van haarscheurtjes in het ijzerbandje, zoals uit later, ongepubliceerd onderzoek met behulp van slijpplaten is gebleken. Een betrekkelijk geringe doorlatendheid werd daarentegen gemeten bij de toplaag (Ao-horizont) van het bodemprofiel, althans bij heidevegetaties. Dit meetresultaat werd bevestigd toen bij verkenningen in het terrein tijdens regenrijke perioden bleek dat toestroming over het oppervlak wel een belangrijke rol speelt bij de voeding van de vennen. Lichter gekleurde baantjes van uitgewassen zand en soms ook grind, die over de hellingen naar beneden kronkelden, markeerden zwakke stroombaantjes. Zeer plaatselijk werd een diep insnijdend erosiepatroon waargenomen. Diepe erosiegeulen zijn ook van andere heideterreinen bekend o.a. van de Stakenberger Heide en de Oldenbroekse Heide. Het over het maaiveld stromende water moet ook de oorzaak zijn van het kronkelende, terrasvormige patroon, waarin het losse heidestrooisel op de hellingen is gezoneerd.

Met het over het oppervlak stromende regenwater wordt fijn organisch materiaal meegevoerd, dat op het maaiveld van relatief laaggelegen gedeelten tot bezinking komt. Na regen werd hier tijdelijke plasvorming gesignaleerd. Een drassige laagte met een schoensmeerachtige, humusrijke toplaag bleek een zeer kleine doorlatendheid te hebben.

Overeenkomstig de verwachting was de doorlatendheid van de losgemaakte zandbanen over het algemeen groot. Toch kan ook hier oppervlakkige afstroming optreden, wanneer de toplaag na een periode van droogte tijdelijk waterafstotend is geworden. Voorts kan op de laagst gelegen delen van de zandbanen gedurende enkele dagen water stagneren, doordat er organisch materiaal dat wordt meegevoerd uit de heide tot bezinking komt. De korst die hierdoor ontstaat, wordt door regelmatig onderhoud van de zandbanen verwijderd. Oppervlakkig afstromend water dat door een 'tonrond' aangelegde zandbaan wordt ondervangen, bereikt vaak niet meer het aangrenzende natuurterrein.

3.3 Isolatie-effecten

Het aantal exemplaren van een bepaalde diersoort dat elkaar in een gebied ontmoet (populatie), is vrijwel nooit constant maar schommelt om een gemiddelde. Voor die schommelingen kunnen verschillende oorzaken bestaan, zoals het weer, het voedselaanbod en predatie. Wordt de populatie door zo'n toevallige oorzaak nul, dan is de desbetreffende diersoort op die plaats plotseling verdwenen ('uitgestorven'). Of dit een blijvende zaak is, hangt ervan af of dezelfde diersoort zich opnieuw vestigt vanuit een ander leefgebied. Het is logisch dat kleine, of sterk in omvang schommelende populaties eerder de kans lopen plaatselijk uit te sterven dan grote, stabiele populaties.

Wat is nu het belang van deze wetmatigheid voor de inrichting van militaire oefenterreinen? Dat heeft te maken met het feit dat door de aanleg van brede zandbanen en brandsingels het leefgebied van populaties van sommige diersoorten wordt verkleind. Dat geldt natuurlijk vooral voor diersoorten voor wie zandbanen en brandsingels min of meer barrières vormen. Het gevolg van een kleiner leefgebied is theoretisch een kleinere populatie, met (grote) kansen om te verdwijnen.
Men spreekt daarbij wel van isolatie-effecten. De populaties in de omgeving, die ook op door zandbanen omsloten percelen leven, lijden aan hetzelfde euvel. De migratie tussen de diverse percelen die toch al wordt bemoeilijkt door de zandbanen, wordt dan ook nog eens extra verkleind doordat het totale aantal individuen afneemt door plaatselijke uitstervingen. Behalve vermindering van de populatiedichtheden en eventueel plaatselijk uitsterven van soorten, kan isolatie ook leiden tot inteelt en tot vermindering van de genetische variatie.

De werkelijke consequenties van de aanleg van zandbanen en brandsingels laten zich minder gemakkelijk beschrijven. In dit verband is namelijk nog nooit onderzoek gedaan naar isolatie-effecten. Omdat dergelijk specialistisch onderzoek te veel tijd zou vergen, is besloten een literatuurstudie te doen naar de vele aspecten die een rol spelen bij isolatie. De voornaamste aspecten zijn:

- de aanwezige diersoorten. Het kwetsbaarst voor isolatie-effecten zijn soorten met o.a. een gering verbreidingsvermogen. Soorten dus, die moeilijk stroken met open zand kunnen of willen oversteken. Ook soorten die in lage dichtheden leven, sterk in aantal schommelen of plaatstrouw zijn, lopen kans te worden geïsoleerd. Onbekend is of ook de gevoeligheid voor verstoring door geluid of overstuiving bijdraagt aan die kans.
- het terreintype. Vooral bij loopkevers is een zekere relatie vastgesteld tussen het terreintype en de eigenschappen van de daar thuishorende soorten. Terreintypen waar de meeste soorten voorkomen die naar verhouding gevoelig zijn voor isolatie, worden gekenmerkt door stabiele milieu-eigenschappen, zowel in de ruimte als in de tijd. Afnemend stabiel (en dus afnemend 'gevoelig') zijn: oude bossen, heideterreinen, stuifzandterreinen, landbouwgronden.
- terreininrichting en terreinbeheer. Na het vorige spreekt het vanzelf dat hoe breder de zandbanen zijn en hoe kleiner de percelen, hoe nadeliger. Voorts speelt de variatie aan biotopen binnen de percelen een rol, evenals de vorm van de percelen. Ook de schaal waarop beheersmaatregelen zoals afbranden en maaien worden uitgevoerd, is waarschijnlijk van veel belang.

Op grond van het bovenstaande kan een indicatie worden gegeven welke dieren feitelijk kwetsbaar kunnen zijn voor isolatie. Dat zijn sommige soorten reptielen, muizen, mieren, loopkevers, slakken, spinnen en andere soorten van kleine dieren, en wel die soorten die speciaal gebonden zijn aan oude bossen en heidevelden. De kritische grootte van de door zandbanen omsloten percelen loopt per diersoort uiteen van enkele tot enkele tientallen ha. In de praktijk ligt de grootte van de percelen in dezelfde orde. Op grond hiervan mag men verwachten dat de genoemde diersoorten inderdaad gevaar kunnen lopen. Anderzijds wordt voor de meeste soorten aangenomen dat een zandbaan van 8 m breed niet absoluut onoverkomelijk is. Het is dan ook niet waarschijnlijk dat deze soorten alleen door de aanleg van zandbanen geheel zullen verdwijnen. Ze kunnen echter wel in aantal verminderen, dus zeldzamer worden, vooral wanneer de zandbanen gradiëntsituaties onderbreken

of wanneer weinig grote percelen zijn overgebleven. De situatie wordt nog verergerd wanneer het heidebeheer, vooral door branden, maaien of plaggen, grootschalig en perceelsgewijs plaatsvindt.

3.4 Discussie

Hieronder worden enkele opmerkingen gemaakt over de overdraagbaarheid, de betrouwbaarheid en de beoordeling van de effecten die eerder in dit hoofdstuk zijn genoemd.

Het ruimtebeslag van voorzieningen, hydrologische gevolgen van zandbanen en isolatie-effecten in andere terreintypen dan heideterreinen
Zowel het ruimtebeslag van militaire voorzieningen als de waterhuishoudkundige gevolgen van de aanleg van zandbanen zijn alleen beschreven van heidevelden. Dat is niet zonder reden gebeurd. Beide aspecten lijken juist in dat milieutype het meest van belang. Dat komt in de eerste plaats doordat de infrastructuur er in het algemeen het meest ontwikkeld is en er naar verhouding ook het meeste verandert. Daarnaast wordt aan heidevelden vaak een grotere waarde voor het natuurbehoud toegekend dan aan geplante naaldhoutbossen. Ook zijn de effecten van banenaanleg op de plaatselijke waterhuishouding op heidevelden veel groter dan bossen. Onder het voorbehoud van allerlei plaatselijke situaties mag men dan ook verwachten dat in het algemeen in beboste terreinen de effecten van ruimtebeslag en waterhuishoudkundige beïnvloeding geringer zullen zijn dan in heide.

Hydrologische gevolgen van zandbanen in andere heideterreinen
Er is geen reden om aan te nemen dat de onverwacht geringe doorlatendheid van de Ao-horizont op de Elspeetse Hei en het Rozendaalse Veld veel verschilt van die op andere heideterreinen. Mits geaccidenteerd kan dus ook daar het verdelingspatroon van regenwater bij flinke buien plaatselijk worden veranderd. Daarentegen is een grote doorlatendheid gemeten van podzol-B-horizonten. Of dat overal het geval is, zal nader onderzocht moeten worden.

De betrouwbaarheid van de resultaten van de verrichte deelonderzoeken
Het verrichte onderzoek naar waterhuishoudkundige veranderingen kan niet worden vergeleken met soortgelijke studies, omdat deze ontbreken. Het literatuuronderzoek over isolatie-effecten is gebaseerd op studies die deze effecten op veel grotere schaal beschrijven. Beide aspecten geven aanleiding de conclusies voorzichtig te formuleren.

Het ruimtebeslag van militaire voorzieningen in de toekomst
Ten behoeve van dit deelonderzoek kon niet worden beschikt over inrichtingsplannen van andere terreinen en over de meer specifieke invulling van de opties die Defensie volgens het structuurschema heeft met betrekking tot COT'n, EOT'n en OOT'n. Het is dan ook niet duidelijk welke omvang de maatregelen zullen hebben, waarbij o.a. de begroeiing en de accidentatie van het terrein zodanig zullen worden aangepast dat ze 'mogelijkheden bieden voor het beoefenen van de meest voorkomende gevechtsvormen' (SMT, deel a blz. 48).
Voorts kan niet worden voorspeld of en hoe lang de thans voorgestane herinrichting van terreinen zal voldoen aan de militaire eisen. Derhalve is weinig bekend over het ruimtebeslag van militaire voorzieningen in de toekomst.

De ecologische consequenties van de verschillende aspecten van terreininrichting en de waardering ervan in het natuurbeheer
Het is duidelijk dat bij de aanleg van wegen, free-for-all terreinen e.d. min of meer sprake is van een alles-of-niets effect: ter plaatse is in principe geen natuurlijke vegetatie meer aanwezig terwijl het bodemprofiel er is verstoord. Als gevolg daarvan zijn er nauwelijks nog actuele natuurwaarden aanwezig. In hoeverre sommige diersoorten wellicht baat kunnen hebben bij zandbanen en vergravingen als structuurverhogende landschapselementen, is niet duidelijk. Uiteraard kunnen wegen e.d. later eventueel weer worden toegevoegd aan het natuurterrein, zoals thans gebeurt bij amoveringen. Ten opzichte van de oorspronkelijke, ongestoorde situatie is er dan toch vrijwel altijd sprake van verlies van natuurwaarden.

Waar de ruimtelijke verdeling van regenwater over een heideterrein wordt veranderd door de aanwezigheid van zandbanen, is het niet altijd gemakkelijk hieraan een ecologisch waarde-oordeel te hechten.
Op de Elspeetse Hei en het Rozendaalse Veld waar de doorlatendheidsmetingen zijn gedaan, zijn diverse malen vochtindicerende vegetaties gevonden op plaatsen waar zich kennelijk door oppervlakkige afstroming water verzamelt. Dat geeft in het terrein een gewaardeerde variatie aan

levensgemeenschappen, die een afspiegeling zijn van natuurlijke, abiotische terreinkenmerken. Verandert de waterverdeling door banenaanleg, dan kunnen de 'verdrogende' plaatsen in beginsel elders worden vervangen door plaatsen waar 'natte' levensgemeenschappen ontstaan. Vaak zal echter het afstromend regenwater dat wordt ondervangen door een zandbaan niet meer naar het terrein worden afgeleid, maar ter plaatse wegzakken naar het grondwater. Dat betekent een verlies aan oorspronkelijke variatie.
Wat te denken van mogelijke isolatie-effecten voor het natuurbeheer? In het desbetreffende deelrapport is aangegeven dat juist in heideterreinen en afwisselende stuifzandterreinen kwetsbare soorten voorkomen die relatief zeldzaam zijn en een grote 'authenticiteit' hebben, terwijl in deze terreintypen ook het aantal soorten van bepaalde groepen (o.a. mieren, loopkevers en reptielen) relatief groot is. Dat is van belang, omdat zeldzaamheid, eigenheid en soortenrijkdom criteria zijn waarmee natuurwaarden worden bepaald (zie ook par. 6.1). Verder moet in het oog worden gehouden welke rol de kwetsbare soorten spelen in het hele ecosysteem ter plaatse, o.a. in predator-prooi-relaties of in de strooiselomzetting. Daarover is echter te weinig bekend om verwachtingen te kunnen uitspreken.

3.5 Conclusies

- De oppervlakte die haar natuurwaarde verliest als gevolg van de aanleg van zandbanen, schietbanen e.d. neemt op de militaire terreinen in het algemeen toe. Weliswaar is op sommige terreinen vooral de oppervlakte die direct bij rijoefeningen is betrokken vanaf 1960 sterk verminderd, maar in de meeste terreinen is sprake van een toename van het ruimtebeslag. Waarschijnlijk geldt dit laatste ook in de naaste toekomst, bij de inrichting van COT'n, EOT'n en OOT'n.

- Aanpassingen van de infrastructuur van terreinen aan de mechanisatie en aan de gewijzigde militair-operationele taktieken is gepaard gegaan met een regulering van het terreingebruik. Hedendaagse oefeningen zijn in principe sterk gebonden aan voorschriften inzake het terreingebruik, wat in feite neerkomt op een ruimtelijke scheiding van terreinfuncties. Overigens is dit tegenwoordig een algemeen verschijnsel, dat landschappelijk in toenemende mate is te herkennen aan het beeld van een sterk geordende tuin met scherpe grenzen. De consequenties voor het natuurbehoud zullen zoveel mogelijk per ingreepthema nog worden besproken.

- Verscherping van grenzen tussen milieutypen wordt ook door het terreinbeheer gestimuleerd (vgl. de meestal scherpe grenzen tussen bos en heide). Voorts worden militaire terreinen ook vaak versnipperd door o.a. de aanleg van zandbanen, schietbanen, brandsingels en beplantingen. Beide aspecten leiden er in principe toe dat gradiëntsituaties met geleidelijke overgangen minder voorkomen of kunnen worden benut, vooral door diersoorten. Ook kunnen leefgebieden te klein worden. Over het complex van effecten is echter weinig bekend. Op grond van een literatuurstudie over z.g. isolatie-effecten is het waarschijnlijk dat sommige soorten van kleine dieren soms in aantal zullen verminderen.

- Om watererosie in geaccidenteerde terreinen te voorkomen, worden zandbanen vaak min of meer evenwijdig aan de helling aangelegd. Een nadeel daarvan is echter, dat water dat na flinke regenbuien oppervlakkig over heideterreinen afstroomt, door de baan wordt ondervangen. Mogelijk zullen vochtindicerende vegetaties, die in dergelijke situaties wel onderaan hellingen zijn aangetroffen, daardoor verdrogen. In ieder geval verandert de wijze waarop regenwater over het terrein wordt verdeeld.

3.6 Literatuur

Boer, P.J. den 1981. Oecologische diergeografie; dispersie, kolonisatie en extinctie. Syllabus, L.H. Wageningen.

Dekker, L.W., J.H.M. Wösten & J. Bouma 1984. Characterizing the soil moisture regime of a typic haplohumod.
Geoderma 34: 37-42.

Dekker, L.W., M.H. Bannink & A.H. Booij 1986. Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen.
Rapport 1859. Stiboka, Wageningen. ca. 60 p.

Mader, H.J. 1979. Die Isolationswirkung von Verkehrsstrassen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugern der Waldbiozönose. Bund. forsch. Anstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn. 131 p.

Oxley, D.J., M.B. Fenton & G.R. Carmody 1974. The effects of roads on populations of small mammals. J. Appl. Ecol. 11: 51-59.

4.

Effecten van militair terreingebruik op broedvogels

4.1 De keuze van de onderzoekmethode

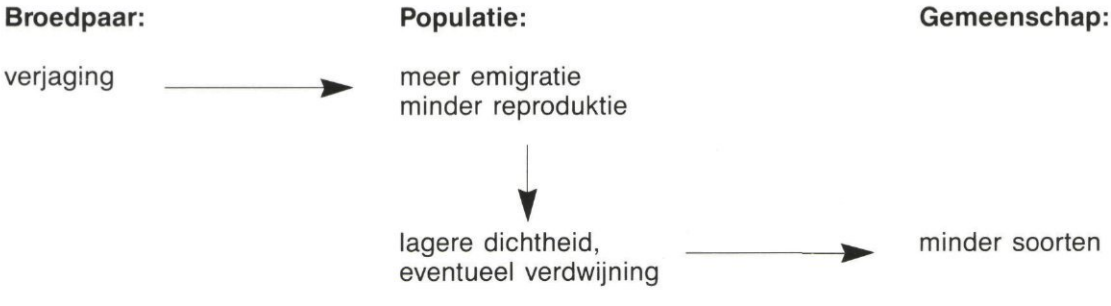
Militaire oefeningen kunnen op verschillende manieren de broedvogelstand van een terrein beïnvloeden.
Die mogelijkheid treedt op indien:

- de landschaps- en vegetatiestructuur verandert, b.v. door de aanleg van zandbanen en bosjes;
- nesten worden vernield;
- vogels (ouders en/of jongen) worden 'verstoord' door geluid of visuele aanwezigheid van mensen en materieel.

Verondersteld wordt dat verstoring in het algemeen de belangrijkste oorzaak is waardoor het aantal broedvogels kan afnemen. De grootste kans daartoe treedt waarschijnlijk op in open terreinen omdat de zicht- en gehoorafstand daar groter is dan in bossen. Op heidevelden is nog niet eerder verstoringsonderzoek verricht. Toch is dergelijk onderzoek van groot belang, o.a. op militaire terreinen, en wel om de volgende redenen:

- heidevelden herbergen specifieke broedvogelgemeenschappen;
- ruim 25% van de oppervlakte heide in Nederland wordt gebruikt als militair oefen- en schietterrein; daarnaast zijn heideterreinen zeer geliefd voor recreatie;
- grote heidevelden hebben in principe méér kenmerkende broedvogelsoorten dan kleine heidevelden. Juist die grote heidevelden zijn dikwijls in militair gebruik.

Hoe verstoring kan uitwerken op broedvogels, is uitgebeeld in figuur 1. Indien ouderparen verjaagd worden of het aantal grootgebrachte jongen afneemt door verstoring, kan het totale aantal individuen per soort afnemen. Sommige soorten kunnen daardoor geheel van het terrein verdwijnen.



Figuur 1.
Mogelijke gevolgen van verstoring, op het niveau van broedpaar, populatie en broedvogelgemeenschap.

In dit onderzoek is gekozen voor een benadering waarbij de populatiedichtheid en het aantal soorten van de gemeenschap wordt bekeken. Deze parameters geven directe informatie over de toe- of afname van aantallen vogels, terwijl de desbetreffende gegevens betrekkelijk gemakkelijk te verzamelen zijn.
Het nadeel van de bedoelde parameters is echter, dat vele factoren - waarvan sommige elkaar kunnen tegenwerken - erop van invloed zijn: habitatkeuze, sterfte in en buiten het broedgebied, reproduktie, immigratie en emigratie. Zo is het mogelijk dat een (door verstoring) verlaagde reproduktie wordt gecompenseerd door immigratie vanuit gebieden met hoge reproduktie, waardoor de effecten van verstoring worden versluierd. Toch is voor populatie- en soortendichtheid gekozen, omdat onderzoek op het niveau van verjaging van broedparen en van reproduktie van populaties veel moeilijker en tijdrovender is.
Om de invloed van de habitatkeuze - als parameter die de populatie- en de soortendichtheid mede bepaalt - te verminderen, is besloten alleen open heideterreinen op de Veluwe te inventariseren. Een bijkomend voordeel daarvan is, dat vogels door de openheid van het landschap mogelijk eerder verstoord worden. Een nadeel voor het onderzoek is echter, dat open heideterreinen betrekkelijk weinig soorten herbergen.

Tabel 3. Typologische tabel van de broedvogels in de geinventariseerde militaire en niet-militaire heideterreinen. Met behulp van het computerprogramma TWINSPAN zijn drie groepen (A, B en C) onderscheiden.

Groep	A					B										C		
Proefvlak nr.	6	5	9	7	13	14	16	12	8	15	1	10	4	18	17	2	3	11
Oefenterrein (O) of schietterrein (S)	O	O	-	O	O	-	-	O	-	-	S	-	O	O	-	S	S	S
Recreatie (R)	R	R	-	R	R	R	R	R	-	R	-	R	R	R	R	-	-	-
Totale oppervlakte heidecomplex (ha)	320	650	440	380	610	725	930	610	320	930	1260	650	650	1150	1150	1260	450	90
Korhoen *)	-	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-
Wulp	3	4	2	4	3	1	1	1	2	-	2	2	1	2	-	2	1	1
Kievit	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Koekoek	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Graspieper	5	6	6	6	6	5	5	4	7	6	4	6	5	3	-	3	-	-
Veldleeuwerik	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7	7	8	7	8	7	7	7	7
Kwartel	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
Bergeend	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-
Kneu	-	-	-	-	-	-	2	3	4	2	2	3	4	2	2	3	4	4
Roodborsttapuit	2	2	-	-	2	-	3	-	2	-	-	3	4	2	3	3	4	4
Boompieper	3	-	-	-	-	-	-	2	-	3	2	4	4	-	2	5	5	4
Boomleeuwerik	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-
Geelgors	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	3	3	2
Witte kwikstaart	-	2	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	3	2	3
Tapuit	-	2	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	3
Fitis	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3
Koolmees	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
Merel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
Vink	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-

Klassen: 1 = een territorium dat grotendeels buiten het proefvlak ligt

2	3	4	5	6	7	8
Paar per 100 ha: 1,0-1,9	2,0-3,9	4,0-7,9	8,0-15,9	16,0-31,9	32,0-63,9	≥ 64

Soorten die maar in een gebied voorkomen, zijn niet opgenomen in de tabel.

*) Dichtheid van het Korhoen in exemplaren/100 ha.

4.2 Vergelijking van gebieden met en zonder militair gebruik

Voor het onderzoek zijn 18 proefvlakken op de Veluwe uitgekozen van elk 100 ha waarvan 11 met en 7 zonder militair gebruik.
Uit statistisch oogpunt is dit aantal erg laag. Andere geschikte terreinen, die zoveel mogelijk overeenkomen qua geografische ligging, omgeving, afstand tot andere heidegebieden, geaccidenteerdheid, vochtigheid van de bodem, vegetatiestructuur en recreatiedruk waren echter niet te vinden. De laatste twee factoren waren zelfs nog zo variabel, dat deze per terrein zijn 'gemeten', naast de intensiteit van het militair gebruik.
Per heidegebied zijn dus het aantal broedvogelsoorten en het aantal broedparen per soort geïnventariseerd, en deze aantallen zijn vergeleken met:

- de intensiteit van het militair gebruik. Van de 11 onderzochte gebieden met militair gebruik is bekend hoeveel personen en voertuigen per maand aanwezig zijn geweest. De aantallen personen en voertuigen zijn sterk gecorreleerd, zodat in de berekeningen alleen de aantallen personen betrokken zijn (in maart 1982).
- de intensiteit van de recreatie. Hiertoe zijn speciale tellingen uitgevoerd van de aantallen recreanten en voertuigen. Beide bleken eveneens gecorreleerd te zijn.
- de vegetatiestructuur, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de hoogte van de vegetatie, het bedekkingspercentage van grassen en van boomopslag, alsmede de afwisseling van vegetatie-eenheden blijkens luchtfoto's.

De gegevens zijn in twee stappen verwerkt. Eerst zijn de broedvogelgegevens gerangschikt met behulp van het computerprogramma TWINSPAN. Daarbij bleek dat de broedvogelgemeenschappen in de onderzochte terreinen in drie typen ingedeeld kunnen worden (tabel 3).
Geen van deze typen is gekoppeld aan militair gebruik of aan recreatie. Omdat het mogelijk leek dat effecten van militair gebruik overschaduwd zouden worden door tegenovergestelde effecten van andere factoren, zijn de gegevens nader onderzocht. Met behulp van meervoudige regressie is bepaald welke factor de beste verklaring vormt voor de verschillende typen broedvogelgemeenschappen. Ook daarbij werd geen verband gevonden tussen de intensiteit van militair gebruik en kenmerken van de broedvogelbevolking. De structuur van de vegetatie, met name boomopslag, bleek wel belangrijk te zijn. Als gevolg van boomopslag verschijnen soorten zoals boompieper, fitis, koolmees, merel en vink en wordt het aantal broedvogelsoorten groter.
Tenslotte zijn de dichtheden waarin de tien meest algemene soorten voorkomen in de terreinen, bekeken in relatie tot de intensiteit van het militair gebruik. Ook daarbij bestaat geen samenhang.

4.3 Discussie

In dit onderzoek is geen verband aangetoond tussen de broedvogelstand in heideterreinen en de intensiteit waarmee die terreinen worden gebruikt voor militaire oefeningen. In paragraaf 4.1. is er reeds op gewezen, dat dit onderzoekresultaat niet uitsluit dat militair terreingebruik toch invloed heeft op de broedvogelstand, maar dat de onderzoekmethode wellicht niet toereikend is geweest die invloed op te sporen. Zo is de mogelijkheid geopperd dat verstoringseffecten worden versluierd door immigratie. Of en in welke mate immigratie optreedt, is echter niet bekend. Indien er inderdaad immigratie optreedt, worden populaties op militaire oefenterreinen afhankelijker en dus kwetsbaarder voor invloeden van buitenaf.
Voorts moet gewezen worden op het minimale aantal van 18 proefgebieden waardoor de drempel voor statistisch betrouwbare verschillen relatief hoog is. Ook door het grote effect van verschil in vegetatiestructuur zijn de eventuele effecten van militair gebruik en recreatie moeilijker te onderzoeken. Hierbij komt dat in alle proefgebieden relatief weinig soorten in aantallen voorkomen die voldoende zijn om vergelijkingen te kunnen maken. Deze geringe aantallen laten tevens de mogelijkheid open dat een aantal 'gevoelige' soorten reeds eerder van alle onderzochte terreinen zijn verdwenen. Deze terreinen zijn gemiddeld soortenarmer dan men op grond van het onderzoek van Opdam & Retel Helmrich (1982), waarin 82 heideterreinen in Nederland betrokken waren, mag worden verwacht. In het geval reeds 'gevoelige' soorten zouden zijn verdwenen, zijn verstoringseffecten eveneens moeilijk aantoonbaar.
Uit vergelijkbaar onderzoek naar de effecten van recreatie en verkeer op broedvogels zijn wel aanwijzingen verkregen dat verstoring o.a. kan leiden tot een geringe broeddichtheid (Van der Zande e.a. 1980 c.q. 1984; Thissen & Reijnen, 1985). Daarbij is ook gebleken dat de gevoeligheid voor verstoring per soort verschilt. Het is niet bekend welk aspect (geluidsfrequentie, -niveau, visuele hinder e.d.) van verstoring in feite verantwoordelijk is voor de nadelige invloed op de broedvogelstand, zodat het moeilijk is voorspellingen te doen over de effecten van militaire oefeningen op de broedvogelstand.

Volgens individuele waarnemingen kunnen vogels gewennen aan bepaalde vormen van verstoring, vooral aan regelmatig optredende geluiden. Bij dergelijke waarnemingen blijft echter de vraag, welke soorten en in welke dichtheden deze soorten zouden broeden zonder die verstoring. Goede vergelijkingsgebieden in voldoende aantal ontbreken in het algemeen. Dat geldt ook voor de vier proefvlakken in schietterreinen die in dit onderzoek zijn gebruikt, en waar alleen geluid als verstorende factor optreedt.

4.4 Conclusies

1. Dat militaire oefeningen (en recreatie) nadelig zijn voor de broedvogelstand in heideterreinen, is in dit onderzoek niet aangetoond.

2. De structuur van heidevegetaties is van veel betekenis voor de broedvogelstand. Hoewel voor dit vergelijkend onderzoek terreinen waren uitgezocht die qua vegetatiestructuur zoveel mogelijk overeenkomen, moeten verschillen in broedvogelbevolking toch worden toegeschreven aan verschillen in de bedekking met boomopslag.

4.5 Literatuur

Opdam, P. & V. Retel Helmrich 1982. De vogelgemeenschappen van de Nederlandse heidevelden. RIN-rapport 82/4, Leersum.

Thissen, J.B.M. & M.J.S.M. Reijnen 1985. Effect van verkeer op broedvogels van populierenbossen en grienden. RIN-rapport 85/24, Leersum.

Zande, A.N. van der, J.C. Berkhuizen, H.C. van Latesteijn, W.J. ter Keurs & A.J. Poppelaars 1984. Impact of outdoor recreation on the density of a number of breeding bird species in woods adjacent to urban residential areas. Biological Conservation 30: 1-39.

Zande, A.N. van der, T. van Tilburg, A.J. Poppelaars & H.A. Udo de Haes 1980. Openluchtrecreatie en de dichtheid van acht soorten broedvogels in een duingebied. Recreatievoorzieningen 12: 26-29 en 66-69.

De tapuit is een vogelsoort die vermoedelijk gevoelig is voor verstoring. De soort is tegenwoordig zeldzaam en werd daarom maar weinig aangetroffen in de geinventariseerde proefvlakken. Dit laat moeilijk statistisch onderbouwde uitspraken toe over eventuele dichtheidsverschillen tussen de proefvlakken. Low densities of wheatear hardly permit any conclusion about possible effects of military-training activities on this bird species.

5.

Effecten van berijding en betreding op heidevelden

5.1 De gebruikte onderzoekmethoden

Op drie verschillende manieren is onderzoek gedaan naar de effecten van berijding en betreding. Op de eerste plaats is veel aandacht besteed aan een reeks van berijdings- en betredingsexperimenten die speciaal voor deze studie zijn uitgevoerd in 1982. Bij deze experimenten was het mogelijk onder heel verschillende omstandigheden te rijden en te betreden. Dat is bedoeld om inzicht te krijgen in de rol die factoren zoals het bodemtype en de rijfrequentie spelen in de uiteindelijke effecten op de bodem en de vegetatie. Het nadeel van deze experimenten is, dat binnen het tijdsbestek van deze studie voornamelijk korte-termijn-effecten geconstateerd kunnen worden. Omdat ook lange-termijn-effecten mogelijk leken, o.a. vanwege de doorwerking van bodemveranderingen op de vegetatie, zijn nog twee aanvullende onderzoeken gepleegd. In de laatstgenoemde onderzoeken is gebruik gemaakt van bestaande veldsituaties, waarvan bekend is dat er vroeger door militaire voertuigen is geoefend. Het nadeel van dergelijk onderzoek is echter, dat meestal nauwelijks iets bekend is omtrent de periode, rij-intensiteit, voertuigtypen, enz. ten tijde van de toenmalige berijding. De onderzoeklokaties die zijn uitgekozen, zijn in dit verband vrij gunstige uitzonderingen. Hieronder zijn de verschillende berijdings- en betredingsonderzoeken nogmaals genoemd, samen met hun belangrijkste kenmerken:

	Onderzoeklokatie:	**Bodemtype:**	**Rapportnr.:**
Studie van korte-termijn-effecten			
- vergelijken van situatie in/naast nieuwe sporen m.b.v. experimentele berijding en betreding	- ISK Harskamp - Elspeetse Heide - Speulderveld - Kampinase Heide	vlakvaaggrond holtpodzolgrond haarpodzolgrond veldpodzolgrond	15
Studie van lange-termijn-effecten			
- vergelijken van situatie in/naast oude sporen uit 1963	Uddeler Buurtveld	holtpodzolgrond	11
- idem uit 1973	Arnhemse Heide	haarpodzolgrond	11
- vergelijken van jarenlang bereden terrein met onbereden terrein	Stakenberger Heide	- haarpodzolgrond - idem, overstoven	13

5.2 Resultaten van het onderzoek

5.2.1 Effecten op korte termijn

De berijdings- en betredingsexperimenten zijn met een groot aantal variabelen uitgevoerd. Zo zijn aan de zijde van de voertuigvariabelen niet alleen een vrachtwagen (4-tonner) en een rupsvoertuig (Leopard-1) ingezet, maar ook z.g. wieltesters. Voorts zijn bij de proeven verschillende rij-intensiteiten, slippercentages, bandspanningen, bandbreedten en belastingen toegepast. Ook zijn betredingsproeven uitgevoerd met verschillende intensiteiten. De betredingen zijn - in tegenstelling tot de berijdingsproeven - per ca. 3 maanden herhaald.
Aan de zijde van de milieuvariabelen zijn ook diverse keuzes gedaan. De proeven zijn uitgevoerd op verschillende bodem- en vegetatietypen en leeftijden van heide. Daarnaast is in verschillende seizoenen gereden. Voor een complete beschrijving van de onderzoekopzet wordt verwezen naar rapport 15.

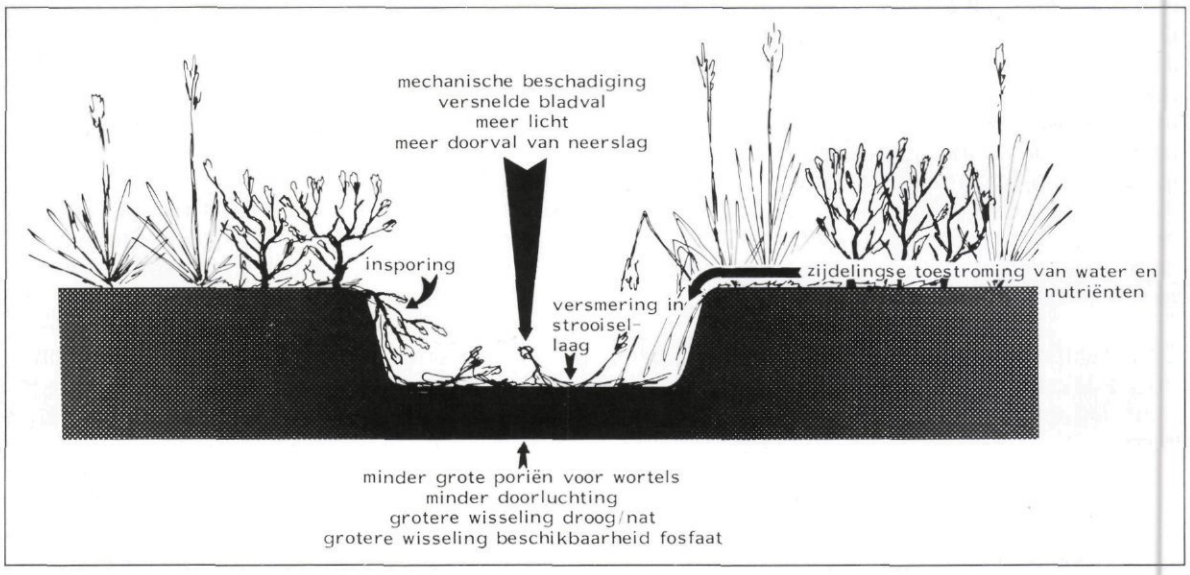
De effecten van berijding en betreding komen op verschillende manieren tot uitdrukking. In figuur 2 is daarvan een beeld gegeven. Hieronder is vermeld aan welke aspecten metingen zijn verricht. De meeste aspecten zijn tamelijk uitgebreid onderzocht, andere op een meer oriënterende wijze.

- *Rolweerstand- en trekkrachtcoëfficiënt.* Dit zijn feitelijk geen effecten maar bandparameters. De metingen zijn gedaan om het mogelijk aanwezige verband te onderzoeken met effecten.
- *Insporing.* Door insporing verandert het microreliëf. Dat kan aanleiding zijn tot een grotere toevoer van regenwater, minder verdamping, e.d.
- *Indringingsweerstand van de bodem.* De indringingsweerstand is een samengestelde bodemparameter die samenhangt met het volumegewicht, de porositeit, de vochtspanning e.d. van de grond.

Deze weerstand wordt vaak gebruikt als een indicatie voor bodemverdichting. Eventuele bodemverdichting beïnvloedt de water-, lucht- en nutriëntenhuishouding alsook de mogelijkheden voor beworteling.

- *Nutriëntenniveau van de bodem.* Kleine veranderingen in de voedselrijkdom van de bodem kunnen in heide- en stuifzandmilieus tot aanzienlijke veranderingen leiden in de vegetatie.
- *Beworteling.* Het bewortelingspatroon kan veranderen als gevolg van bodemverdichting.
- *Vegetatiebedekking.* Verandering van bedekking kan leiden tot veranderingen in de fauna.

Bij de berijdingsproeven zijn wieltesters en full-scale voertuigen gebruikt.
Application of a wheel tester and a Leopard-1 tank in the trails with off-road locomotion.



Figuur 2.
Overzicht van de voornaamste berijdingseffecten die verwacht worden in een heideveld tot tenminste drie jaar na de ingreep.

- *Vegetatiestructuur.* Idem.
- *Aantal kiemplanten.* Een verandering van het aantal kiemplanten is waarschijnlijk een maat voor de verandering van het microklimaat op de grond.

In de eerste jaren na de berijding blijken bijna alle genoemde aspecten te veranderen. Alleen in het nutriëntenniveau van de bodem en het aantal kiemplanten zijn geen significante veranderingen vastgesteld.

lokatie	ISK Harskamp	Elspeetse Heide	Speulderveld	Kampinase Heide	
bodemtype	vlakvaaggrond	holtpodzolgrond	haarpodzolgrond	hoge veldpodzolgrond	lage veldpodzolgrond
soort berijding	wieltesters/ voertuigen	wieltesters/ voertuigen	wieltesters voertuigen	wieltesters	wieltesters
seizoen berijding	zomer 1982	voorjaar 1982	voorjaar 1982	voorjaar 1982	voorjaar 1982
opname	1982-1985	1982-1983	1982-1985	1982-1985	1982-1985
effecten:					
insporing	groot	klein	zeer klein	matig - groot	groot
verandering indringingsweerstand in bodem	in vrijwel alle sporen	voornamelijk bij hogere rijintensiteiten	alleen bij hoogste rijintensiteiten	reeds in eenmalige sporen, echter afhankelijk van *meettijdstip*	reeds in eenmalige sporen
verandering humus %	geen	geen	geen	geen	geen
verandering pH	geen	geen	geen	geen	geen
verandering *nutriëntenniveau*	geen	geen	geen	geen	geen
verandering soortenverhouding hogere planten	sterke toename buntgas sterke afname korstmossen, afname mossen	alleen bij hoogste rijintensiteit toename enige grassoorten	geen	geen	geen
verandering mossenbedekking	-	-	toe- of afname in alle bemonsterde sporen, afh. per soort	-	-
verandering verticale vegetatiestructuur	-	-	afname biomassa, vooral in hogere lagen van heide	-	afname biomassa, vooral in hogere lagen van heide

- = geen waarnemingen

Tabel 4.
Samenvatting van de belangrijkste resultaten van het experimenteel berijdings- en betredingsonderzoek. Omdat de proefvelden op de Elspeetse Hei abusievelijk gemaaid zijn in 1984, is de periode van waarnemen daar korter.

Afhankelijk van o.a. de wieluitrusting (belasting, bandbreedte e.d.) en het bodemtype treedt insporing op, neemt (waarschijnlijk) de indringingsweerstand van de bodem toe, neemt de totale vegetatiebedekking af, verandert vooral het aandeel van de mossoorten en verandert ook de horizontale gelaagdheid van de heidevegetatie (zie ook tabel 4).

Tijdens de periode van ca. 3 jaar dat waarnemingen zijn verricht, is op alle proefvelden een duidelijke vegetatie-ontwikkeling waargenomen. Nog tot enkele maanden na de berijding sterven takken van heidestruiken geheel of gedeeltelijk af. Daarna treedt enerzijds herstel op doordat de heidestruiken weer nieuwe loten vormen of omdat de sporen vanuit de onbereden omgeving weer dichtgroeien. Anderzijds komen sommige effecten pas na 1 jaar of langer tot uitdrukking. Dat was het geval op de beproefde vlakvaaggrond, die in tegenstelling tot de andere proefvelden niet met heide begroeid is, maar met een overwegende mos- en korstmosvegetatie. Twee jaar na het rijden breidde zich hier buntgras plotseling vrij massaal uit in de sporen, kennelijk als reactie op veranderingen in de bodem. Aangezien het herstel van de mossen en korstmossen tegelijkertijd maar heel langzaam is, wijken de sporen er in 1985 meer van de omgeving af dan ooit tevoren. De mate waarin de verschillende effecten optreden, is onderling vaak gecorreleerd. Zo gaat insporing meestal gepaard met verandering van de indringingsweerstand tot relatief grote diepte, grote vermindering van de vegetatiebedekking, enz. Ook de rolweerstand - c.q. trekkrachtcoëfficiënt vertoont in de onderzochte gevallen een grote samenhang met de mate waarin de effecten van berijding optreden (vergelijk ook tabel 5). Daarnaast komen zeer specifieke effecten voor: door slip lijkt één bepaalde mossoort toe te nemen, terwijl andere soorten juist afnemen door het rijden. Overigens lijkt de moslaag in heidevelden minstens zo gevoelig voor berijding als de kruid- en dwergstruiklaag. Sporen die na drie jaar op het oog nauwelijks meer herkenbaar zijn, bleken nog wel een significant verschillende bedekking van sommige mossoorten te hebben.

terreinvolgorde met toenemende rolweerstand	holt- en haarpodzolgrond, droge veldpodzolgrond, natte veldpodzolgrond, vlakvaaggrond.
invloed bandspanning op rolweerstand	verlaging van bandspanning doet rolweerstand afnemen, vooral op zachte gronden.
invloed bandbreedte op rolweerstand	brede banden hebben op zachte gronden geringere rolweerstand dan smalle banden. Op harde gronden is de invloed andersom.
invloed belasting op rolweerstand	bij grotere belasting hoort een grotere rolweerstand.

Tabel 5.
Samenvatting van de belangrijkste reultaten van de metingen van rolweerstand- en trekkrachtcoëfficiënten. De rolweerstand blijkt in veel gevallen indicatief te zijn voor de grootte van de effecten van berijding op bodem en vegetatie.

Beziet men de effecten van berijding in relatie tot het rijden zelf, dan worden de effecten in de regel groter naarmate de rij-intensiteit of het slippercentage toenemen. Ook maakt het verschil of gereden wordt met smalle banden en hoge bandspanning, dan wel met een combinatie van brede banden en lage bandenspanning. In het laatste geval zijn de effecten bijna steeds meetbaar kleiner. Tussen de beproefde 4-tonner-vrachtwagen en Leopard-tank zijn qua effecten geen opvallende verschillen geconstateerd, mits rechtuit wordt gereden. Worden echter stuurcorrecties uitgevoerd met een rupsvoertuig, dan zijn de effecten daarvan veel groter dan bij een wielvoertuig.

Bodemtypen waar relatief grote effecten zijn vastgesteld, zijn vlakvaaggronden (= in zandverstuivingen) en - vooral natte - veldpodzolgronden (= op natte heidevelden). Op de beproefde holt- en haarpodzolgronden (= beide op droge heidevelden) waren de effecten relatief klein, maar de beproefde holtpodzolgrond had een ongebruikelijke dichte pakking. Op andere holtpodzolgronden, die meestal een lossere pakking hebben, zouden de effecten waarschijnlijk groter zijn geweest.

Dat ook de vochttoestand van de grond de grootte van de effecten beïnvloedt, komt niet duidelijk tot uiting in de proeven. Dat komt gedeeltelijk omdat de grond tijdens de zomerproeven vochtiger was dan volgens de proefopzet bedoeld was. Overigens is bekend dat de invloed van het vochtgehalte op de berijdingseffecten sterk bepaald wordt door o.a. de grofheid van het zand. In ieder geval bleek wel dat korstmossen erg kwetsbaar zijn in droge situaties.

Drie jaar na uitvoering van de berijdingsproeven op de vlakvaaggrond had buntgras zich sterk uitgebreid in de sporen.
Increasement of Corynephorus canescens, three years after off-road locomotion by a tank on a xerovague soil.

De effecten van de uitgevoerde betreding lijken voor een groot deel op die van berijding. Een opvallend verschil is, dat in de betredingssporen op de vlakvaaggrond buntgras en schapegras zich niet hebben uitgebreid. Het is niet bekend of dit te maken heeft met het feit dat de betreding - in tegenstelling tot de berijding - periodiek (= per ca. 3 maanden) herhaald is. Als gevolg van de periodieke herhaling van de betreding zijn de effecten wel cumulatief: de effecten van 5 maal lopen worden pas duidelijk zichtbaar, nadat dit enige malen is herhaald met tussenpozen van ca. 3 maanden. Bij een intensiteit van 1 maal lopen per 3 maanden is na 3 jaar op het oog nog nauwelijks een spoor aanwezig, maar een gedetailleerde analyse laat zien dat zich toch veranderingen hebben voorgedaan in de bedekking en de structuur van de vegetatie. Met andere woorden, een periode van 3 maanden is kennelijk niet voldoende om kleine (visueel-landschappelijk niet zichtbare) veranderingen in heide- en (korst)mosvegetaties te laten herstellen.

5.2.2 Effecten op lange termijn
Op de lokaties, die al in paragraaf 5.1 zijn genoemd, kwamen de volgende situaties voor onderzoek in aanmerking:

- eenmalige sporen uit 1963 van Centuriontanks. Bodemtype: holtpodzolgrond;
- vijf- en tienmalige sporen uit 1973 van een YP-408 wielvoertuig en een AMX-rupsvoertuig. Bodemtype: haarpodzolgrond;
- terrein dat tussen 1954 en 1963 zodanig bereden is geweest met rupsvoertuigen dat de heidevegetatie zwaar beschadigd was of geheel verdwenen. Na 1963 is er niet meer gereden. Bodemtype: haarpodzolgrond en overstoven haarpodzolgrond.

De bereden plaatsen zijn vergeleken met onbereden, maar overigens identieke plaatsen. Daarbij is vooral gekeken naar de indringingsweerstand van de grond en naar de soortensamenstelling van de vegetatie. Daarnaast zijn bodemanalyses uitgevoerd. Een overzicht van de resultaten wordt gegeven in tabel 6.

De effecten op lange termijn blijken op de holtpodzolgronden en de overstoven haarpodzolgronden

Tabel 6. Samenvatting van de belangrijkste resultaten van het vergelijkend onderzoek aan bestaande, bereden situaties.

lokatie	Uddeler Buurtveld	Stakenberger Heide			Arnhemse Heide
bodemtype	holtpodzolgrond	haarpodzolgrond met stuifzanddek		haarpodzolgrond	haarpodzolgrond
berijding, voertuig	Centurion-tank	rupsvoertuigen		rupsvoertuigen	AMX en YP-408
intensiteit	1 maal	kaalgereden	matig bereden	matig bereden	5 en 10 maal
jaar	1963	1954-1963	1954-1963	1954-1963	1972/1973
opname	1982	1984	1984	1984	1982
effecten					
insporing	tot 11 cm	-	-	-	geen
grotere indringingsweerstand in de bodem	tot tenminste 60 cm diepte	op 10 cm -mv.	op 10 cm -mv.	op 10 cm -mv.	-
verandering humus %	vermoedelijk afname	geen	toename	geen	geen
verandering pH	vermoedelijk verhoging	wellicht verhoging	wellicht verhoging	geen	geen
verandering nutriëntenniveau	vermoedelijk afname van C/N en N% van de humus	-	-	-	geen
verandering soortenverhouding van hogere planten	vermoedelijk toename van bochtige smele en kruipend struisgras	toename van schapegras, kruipend struisgras en kale plekken	toename van schapegras en trekrus	geen	secundair afsterven van struikheide
	vermoedelijk afname van struikheide	afname van dopheide			
verandering soortenverhouding van mossen	vermoedelijk toename van Hypnum cupressiforme	-	-	-	vermoedelijk afname van Campylopus fragilis var. pyriformis, Cephaloziella ssp. en Campylopys flexuosus
	vermoedelijk afname van Campylopus fragilis var. pyriformis en Cephaloziella ssp.				

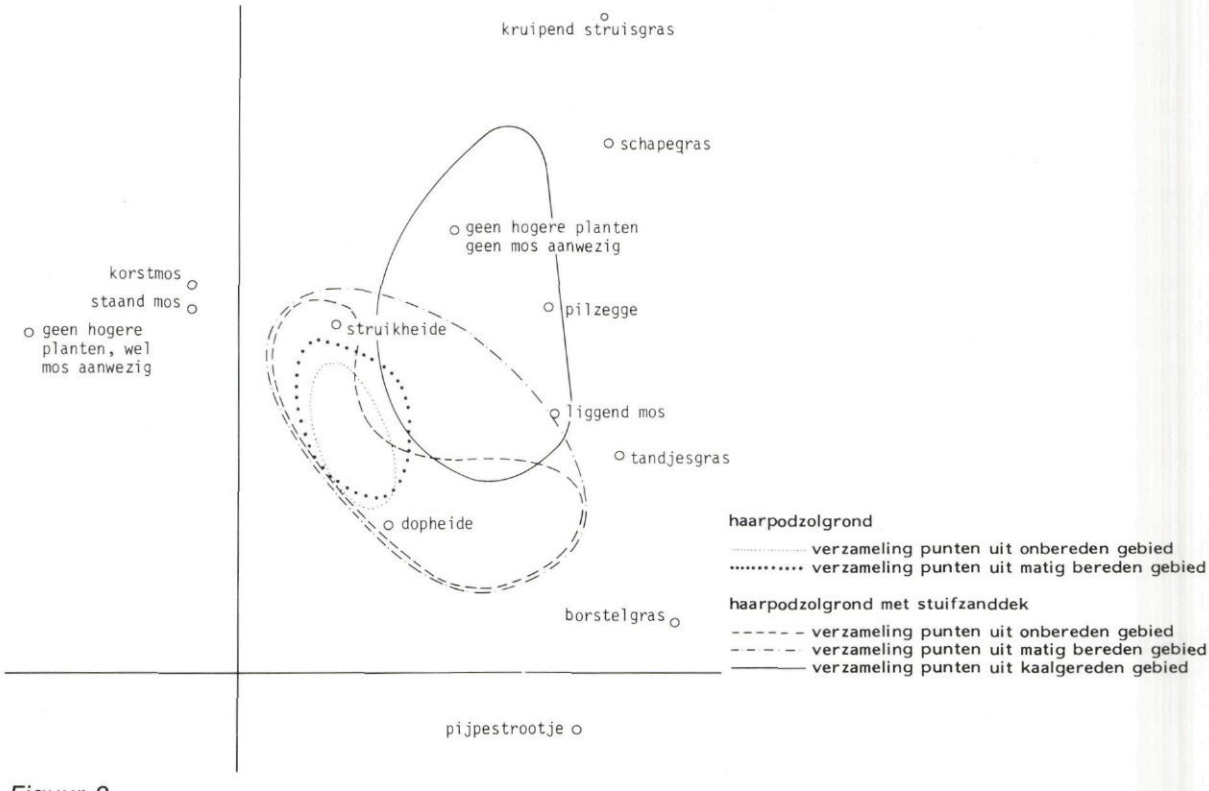
- = geen waarnemingen

veel groter dan op de niet overstoven haarpodzolgronden. Op de laatstgenoemde gronden zijn relatief weinig effecten van berijding gevonden. Weliswaar is de indringingsweerstand van de bodem op de Stakenberger Heide op tenminste 10 cm diepte groter geworden, maar dit is nauwelijks gepaard gegaan met veranderingen in de vegetatie (zie ook figuur 3). Dat de struikheide in de sporen op de Arnhemse Heide in 1982 was afgestorven, lijkt alleen verklaard te kunnen worden door een combinatie van berijding (in 1972/73) en een andere oorzaak.

Op de holtpodzolgronden en overstoven haarpodzolgronden blijken wel duidelijk effecten op te treden na berijding. Op de oorspronkelijk zeer losse holtpodzolgrond van het Uddeler Buurtveld zelfs al na één maal rijden. Als gevolg van het rijden is de indringingsweerstand van de grond er groter geworden. Voor de andere bodemeigenschappen die veranderd zijn, is niet geheel zeker dat die verandering rechtstreeks voortvloeit uit de voormalige berijding. De vegetatie is immers ook veranderd, vooral omdat enkele grassoorten zich hebben uitgebreid. De vraag blijft: zijn de veranderingen in de bodem het gevolg van een gewijzigde vegetatie of andersom? Iets dergelijks geldt voor de veranderingen in de moslaag. Het is moeilijk te achterhalen of deze direct het gevolg zijn van de berijding of van de veranderingen in de kruidlaag.

5.3 Discussie

Vergelijking korte- en lange-termijn-effecten; oorzakelijke verbanden
Indien de resultaten van het onderzoek naar korte- en lange-termijn-effecten worden vergeleken, dan is de belangrijkste conclusie dat losgepakte gronden (b.v. voormalige stuifzanden en holtpodzolgronden) en natte bodems (b.v. veldpodzolgronden) gevoeliger zijn voor berijdingseffecten dan droge, vastgepakte gronden zoals de meeste haarpodzolgronden. Deze effecten zijn vastgesteld in de bodem (o.a. grotere indringingsweerstand) en in de vegetatie (o.a. verandering van de soortenverhouding in de moslaag; toename grassoorten). Er zijn sterke aanwijzingen verkregen dat de moslaag gevoeliger is voor veranderingen in de soortenverhouding dan de kruid- en dwergstruiklaag. De 'vergrassing' is ook van globale waarnemingen op andere plaatsen bekend. Het gaat dan echter vaak om de toename van pijpestrootje te midden van heidevegetaties. Een toename van deze grassoort is niet waargenomen bij de berijdingsproeven in dit onderzoek.



Figuur 3.
DECORANA-ordinatie van vegetatie-opnamen uit 1984 op de Stakenberger Heide, waar van 1954-1963 vrij geoefend is met militaire voertuigen.
De soortenverhouding op de haarpodzolgronden is weinig veranderd; die op de overstoven haarpodzolgronden is (indien matig bereden) plaatselijk veranderd of (indien kaalgereden) overal veranderd.

Welke rol berijding vooral op lange termijn speelt in vergrassing is moeilijk vast te stellen, omdat ook door andere oorzaken (verhoogd nutriëntenaanbod) vergrassing optreedt.

Globale waarnemingen laten voorts zien, dat - in tegenstelling tot het voorgaande - berijding ook kan leiden tot de vorming van stroken met struikheide te midden van een vergraste heide (foto's op blz. 55). De verschillende resultaten wijzen erop dat bij berijding van heidevelden nog geen eenduidige oorzaak-gevolg-relaties zijn ontdekt. Vermoedelijk spelen de terreineigenschappen daarbij een sterk modificerende rol. Zo kunnen de volgende vier relaties worden genoemd:

- De indrukwekkende toename van buntgras in de proefvelden op de vlakvaaggrond zou, afgaande op Marshall (1967), toegeschreven kunnen worden aan een groter vochthoudend vermogen van bereden grond.
- De toename van andere grassoorten elders brengt onwillekeurig de gedachten bij de algemene vergrassing van heidevelden sinds ca. 20 jaar. Vergrassing wordt meestal verklaard door een toename van de voedselrijkdom in de bodem. Die voedselverrijking zou in rijsporen kunnen plaatsvinden doordat de aëratie van de grond afneemt en daardoor meer fosfaat oplosbaar wordt. In dit onderzoek zijn alleen op het Uddeler Buurtveld aanwijzingen gevonden dat de voedselrijkdom na berijding inderdaad kan toenemen. Overigens kan vermoed worden dat de gebruikelijke analysemethoden te onnauwkeurig zijn om (periodieke) veranderingen van de beschikbare hoeveelheid fosfaat steeds te meten.
- Op andere plaatsen handhaaft struikheide zich nog lange tijd op voormalige sporen, terwijl in de omgeving grassoorten of dopheide sterk toenemen. Ook dit kan theoretisch verklaard worden met een geringere aëratie van de grond, die hier echter overwegend leidt tot afname van de mineralisatie van organische stof. Voorts is uit veldervaring bekend dat ter plaatse van dergelijke sporen minder strooisel aanwezig is, omdat dit door de berijding is weggeschoven, verspoeld, e.d.
- Soms verandert kennelijk alleen de groeisnelheid van de struikheide. Waargenomen is dat voormalige sporen in sommige gevallen opvallen door een grotere produktie van de struikheide, terwijl in andere gevallen een spoor zelfs na lange tijd nauwelijks begroeid raakt met enige hogere plantesoort. Naar de oorzaken hiervan kan slechts worden gegist.

Ecologische gevolgen van vergrassing van heidevelden
Als één van de mogelijke gevolgen van berijding is hierboven de toename van grassoorten genoemd in heidevelden. Deze vergrassing kan effecten hebben op de fauna. Voor grote grazers (edelhert, schaap) betekent een lichte toename van bochtige smele en kruipend struisgras een toename van het voedselaanbod. Andere grassoorten uit heidemilieus worden echter veel minder gegeten door deze grazers. De meeste effecten zijn te verwachten bij diergroepen die op heidevelden een optimaal milieu hebben. Daarvan zijn insekten het best onderzocht. Hoe vergrassing uitwerkt op insekten, hangt samen met de uitgangssituatie. Oude heidevegetaties met een kleinschalige afwisseling van hoge en lange, ijle en dichte begroeiingen en open plekken zonder strooisellaag vormen een gunstig biotoop voor veel insektesoorten. Vergrassing zal hier al gauw een nadelig effect hebben.
In jonge, eenvormige heidevegetaties kan een geringe toename van sommige grassen de structuurvariatie in principe vergroten en zodoende het biotoop voor insekten verbeteren. Pijpestrootje is zo'n eetbare grassoort, die - mits verspreid of pleksgewijs voorkomend - de verscheidenheid van de entomofauna kan bevorderen. Bochtige smele daarentegen levert een geringe bijdrage in de structuurvariatie van een heidevegetatie.

Wanneer grassoorten dominant worden, ontwikkelen zich zeer eenzijdige insektenpopulaties. Vooral warmteminnende insektesoorten nemen af bij toenemende vergrassing. Het bovenstaande geldt in grote lijnen ook voor reptielen en voor vogels.

Relevantie van de onderzoekresultaten
Met dit onderzoek zijn de veronderstelde ingreep-effect-relaties met betrekking tot berijding en betreding onder bepaalde milieuomstandigheden beter onderbouwd. Dat is zinvol omdat:

- thans een beter overzicht bestaat van de aard en de grootte van berijdings- en betredingseffecten, zodat een evaluatie ervan wordt vergemakkelijkt (hoofdstuk 6);
- meer inzicht is verkregen in de mate waarin berijdings- en betredingseffecten worden bepaald door de rijfrequentie, het bodemtype, de wieluitrusting e.d. Dat inzicht is van belang indien keuzen gemaakt moeten worden, b.v. met betrekking tot de lokatie van stellinggebieden. Ook voor het heidebeheer zijn nuttige aanwijzingen verkregen;

In rijsporen nemen grassoorten na verloop van tijd vaak toe. Soms wordt echter geconstateerd dat struikheide zich op bereden plaatsen handhaaft te midden van een heideterrein dat vergrast (foto boven; Arnhemse Heide) of waar dopheide zich sterk uitbreidt (foto onder; Elspeetse Heide).
As contrasted with most places, on these pictures Calluna vulgaris dominates on former tracks.

- de onderzoekresultaten een ondersteuning vormen van de bestaande voorschriften, waarbij het rijden buiten de wegen in het algemeen niet is toegestaan, behalve in stellinggebieden. Ook zijn de resultaten van belang bij de voorspelling van berijdingseffecten in toekomstige free-for-all terreinen.

Enkele literatuurgegevens
Er bestaat veel literatuur over de effecten van berijding en betreding, vooral voor de landbouw. Een groot deel van de studies heeft betrekking op droge milieus (zie b.v. Webb & Wilshire 1983) en op arctische milieus. Daar komen van nature planten en dieren voor die weliswaar zijn aangepast aan relatief extreme omstandigheden, maar de soorten blijken wel gevoelig voor andersoortige stress als gevolg van berijding of betreding. De ingewikkeldheid van de desbetreffende oorzaak-gevolg relaties leidt ertoe dat zelfs kleine verschillen in lokale omstandigheden tot tegengestelde effecten kunnen leiden. Er bestaat meestal wel overeenstemming over het feit dat door berijding en betreding het aantal soorten planten en dieren afneemt. Dat is theoretisch verklaarbaar uit een toename van stress, waaraan minder soorten zijn aangepast.

Een recent onderzoek onder omstandigheden die vergelijkbaar zijn met die in dit onderzoek, is dat van b.v. Liddle & Chitty 1981. Ook daarbij werd - langs ruiterpaden - een toename van een grassoort (pijpestrootje) ten koste van struikheide geconstateerd. De eveneens in het genoemde onderzoek geconstateerde toename van de beschikbare hoeveelheid stikstof (en fosfaat) is echter in tegenspraak met Huinink (1981), die de nadruk legt op een lagere beschikbaarheid van stikstof als gevolg van bodemverdichting.

5.4 Conclusies

Algemeen, ten aanzien van de aard van de effecten:

a. Zowel dop- en struikheideplanten als sommige mos- en korstmossoorten zijn kwetsbaar voor mechanische beschadiging als gevolg van berijding en betreding. Dit komt tot uitdrukking in een gemiddeld geringere hoogte van de heideplanten, een geringere bedekking van de kruid- en (korst)moslaag, een gewijzigde verticale structuur van de vegetatie en een aanvankelijke toename van de hoeveelheid dood organisch materiaal. De mechanische beschadiging springt het meest in het oog enkele weken na de actie, wanneer heidetwijgen afsterven. In de uitgevoerde proeven is de structuur van de vegetatie in de sporen 3½ jaar na de actie nog niet hersteld. Andere soorten in heidevegetaties, zoals grassen en zeggen, zijn althans voor mechanische beschadiging minder kwetsbaar, omdat deze jaarlijks opnieuw uitlopen vanuit de stengelbasis.

b. Bij alle beproefde banduitrustingen trad zichtbaar mechanische beschadiging op van de vegetatie. Er is geen onderzoek gedaan naar de effecten van herhaalde berijding. Uit het betredingsonderzoek - waarbij de ingreep wel periodiek is herhaald - is echter gebleken dat een periode van 3 maanden te kort is om zelfs kleine, niet zichtbare mechanische beschadigingen te laten herstellen. Binnen enkele jaren ontstond dan ook een duidelijk zichtbaar spoor in heide- en (korst)mosvegetaties.

c. Op langere termijn kan dit ertoe leiden dat de soortenverhouding verandert. De mossenflora is hiervoor waarschijnlijk gevoeliger dan de hogere plantenflora. In die hogere plantenflora zijn het vooral enkele grassoorten die zich kunnen uitbreiden. In de onderzochte situaties betrof dat buntgras (al binnen 3 jaar!), schapegras, bochtige smele en kruipend struisgras.
Andere, globale waarnemingen wijzen erop dat ook andere veranderingen in de soortenverhouding kunnen optreden (zie ook d en e).

d. Uit veldwaarnemingen en luchtfoto's is bekend dat ter plaatse van voormalige karresporen in niet al te droge heidevelden de heide tegenwoordig heel vaak verdrongen wordt door pijpestrootje. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat ook die vergrassing te maken heeft met vroegere berijding (en andere oorzaken). Tegelijk moet echter bedacht worden dat het voormalig gebruik van die karresporen niet zonder meer vergelijkbaar is geweest met het rijden van militaire voertuigen.

e. In tegenstelling tot de vorige twee conclusies zijn ook plaatsen bekend waar struikheide zich juist het best handhaaft of verjongt in voormalige sporen. In de praktijk veronderstelt men dat deze schijnbaar tegengestelde effecten samenhangen met de hoeveelheid strooisel op de grond en met de effecten van een geringere aëratie van de grond.

f. Verondersteld wordt dat het poriënvolume en de -verdeling en daarmee ook de beschikbaarheid van nutriënten, lucht en water kunnen veranderen als gevolg van berijding. Als indicatie voor dat poriënvolume zijn in dit onderzoek indringingsweerstanden gemeten.
Vastgesteld is dat die inderdaad veelal veranderen na berijding of betreding, maar er bestaat geen eenduidige relatie tussen de indringingsweerstanden en de toegepaste bodemdruk.

g. Uit grondmonsteranalyses is niet gebleken dat binnen enkele jaren na het rijden chemische veranderingen optreden in de bodem. Wel zijn aanwijzingen verkregen dat dergelijke veranderingen kunnen optreden op langere termijn, maar het is moeilijk onderscheid te maken tussen oorzaken en gevolgen.

Ten aanzien van ingreep-effect-relaties:

h. Na berijding neemt de bedekking van enkele mossoorten af. Van één mossoort (Campylopus flexuosus) is echter waargenomen dat deze toeneemt in sporen waar slip is opgetreden, omdat waarschijnlijk de strooisellaag sneller is gaan verteren.

i. De bovengenoemde lange-termijn-effecten treden niet in elke situatie in gelijke mate op. Zo zijn de onderzochte haarpodzolgronden minder kwetsbaar gebleken dan de onderzochte vlakvaag-, holtpodzol- en veldpodzolgronden. Een precieze aanduiding van de 'kwetsbaarheid' per bodemtype is niet goed mogelijk omdat elk bodemtype een combinatie van bodemkundige eigenschappen vertegenwoordigt die niet alle homogeen zijn (zie het verschil in kwetsbaarheid van de holtpodzolgronden op de Elspeetse Hei en het Uddeler Buurtveld).

j. Voorts is de kans op effecten onder natte weersomstandigheden in het algemeen groter dan onder droge. Korstmossen zijn daarentegen veel gevoeliger bij droog weer.

k. Er zijn geen grote verschillen in berijdingseffecten geconstateerd tussen wiel- en rupsvoertuigen, bij overigens vergelijkbare bodemdruk, rijfrequentie e.d., mits de rupsvoertuigen rechtuit rijden.
Omdat rupsvoertuigen bij stuurcorrecties en in bochten veel meer beschadiging van bodem en vegetatie veroorzaken, zullen de effecten van dergelijke voertuigen in de praktijk veel groter zijn.

l. Door gebruik van brede banden is het bereden terreinoppervlak uiteraard groter dan door gebruik van smalle banden. Het voordeel van brede banden (vooral met een lage spanning) is echter dat de effecten op bodem en vegetatie kleiner zijn. Dit is vooral van belang als het gaat om blijvende effecten (b.v. insporing).

m. Een representatieve maat voor berijdingseffecten is dikwijls de rolweerstand van een bepaalde wieluitrusting. Dit geeft de mogelijkheid voorspellingen te doen, omdat de rolweerstand meestal bekend is of kan worden geschat.

5.5 Literatuur

Heil, G.W. 1984. Nutrients and the species composition of heathland.
Diss. R.U. Utrecht. 139 p.

Huinink, J.T.M. 1981. De relatie tussen bandendruk en plantengroei.
Bedrijfsontwikkeling 12(11): 1025-1029.

Liddle, M.J. & L.D. Chitty 1981. The nutrient-budget of horse tracks on an English lowland heath.
J. of Appl. Ecol. 18: 841-848.

Marshall. J.K. 1967. Biological flora of the British Isles. Corynephorus canescens (L.) Beauv.
J. of Ecol. 55(2): 207-220.

Webb, R.H. & H.G. Wilshire (ed.) 1983. Environmental effects of off-road vehicles.
Springer, Berlin etc.

6.

Evaluatie van onderzochte effecten

6.1 Doelstellingen in het natuurbeheer

In het natuurbehoud worden verschillende doelstellingen nagestreefd, die niet in enkele zinnen zijn samen te vatten (zie b.v. het Structuurschema natuur- en landschapsbehoud, deel A). Een van de belangrijkste doelstellingen is het behoud van de verschillende wilde plante- en diersoorten, levensgemeenschappen en abiotische elementen die van nature of vanwege vroegere menselijke invloed in Nederland voorkomen. Het genoemde behoud of herstel van wilde organismen en levensgemeenschappen wil men bereiken door de abiotische omstandigheden waarvan ze afhankelijk zijn, te beschermen.

Deze doelstelling bevat enkele aspecten die men als criteria kan gebruiken om effecten van b.v. militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna te evalueren. Die aspecten zijn:

a. *zeldzaamheid.* In het streven naar behoud van soorten, levensgemeenschappen en abiotische elementen hebben zeldzame soorten e.d. prioriteit, omdat deze in het algemeen het eerst dreigen te verdwijnen. Zeldzame soorten kent men daarom een hoge waarde toe.

b. *verscheidenheid of diversiteit.* Behoud of herstel van de natuurlijke en cultuurhistorische verscheidenheid in het Nederlandse landschap betekent in beginsel het streven naar zo veel mogelijk verschillende soorten, levensgemeenschappen en niet-levende elementen. Daarbij zijn echter de volgende aspecten mede-bepalend.

c. *eigenheid.* De elementen die men wil beschermen, hebben een bepaalde combinatie van kenmerkende hoedanigheden, die in Nederland voor een groot deel het resultaat zijn van menselijk grondgebruik in het verleden. In dit rapport wordt eigenheid uitsluitend beschouwd in relatie tot de resultaten van die menselijke beïnvloeding.

d. *natuurlijkheid.* Enerzijds vormen natuurlijke elementen objecten van natuurbehoud (behoud van natuurlijkheid als doel). Anderzijds wil men ecosystemen die wel het resultaat zijn van menselijk handelen, behouden of ontwikkelen met zo min mogelijk ingrepen (natuurlijkheid als middel). Daarom wordt in het natuurbeheer (in beginsel) 'gestuurd' via het abiotisch milieu; het maaien en branden van heide bijvoorbeeld is bedoeld om de heide als ecosysteem te behouden via afvoer van organische stof.

De bovenstaande criteria zijn de meest gangbare; waar het gaat om effecten in heidevelden, is in dit hoofdstuk de grootste waarde gehecht aan het criterium eigenheid. Heidevelden ontlenen hun waarde voor een groot deel aan een karakteristieke vegetatie, fauna, landschap, bodem e.d. als gevolg van een voorheen duurzaam agrarisch gebruik. Het aantal zeldzame elementen en de verscheidenheid is niet overal even groot, terwijl sprake is van een beperkte natuurlijkheid. Hier wordt in paragraaf 6.2. op teruggekomen.

De selectie van de bovengenoemde criteria alsook de opwaardering van het criterium eigenheid zijn beleidskeuzes. Dergelijke keuzes behoren in feite niet door een onderzoekinstituut gemaakt te worden, maar behoren tot de verantwoordelijkheid van de beheerder, de eigenaar en de overheid. Niettemin is hier voor een bepaald beleid gekozen om een voorbeeld te kunnen geven hoe effecten beoordeeld worden en hoe op grond daarvan enkele algemene aanbevelingen gedaan kunnen worden voor de inrichting, het gebruik en het beheer van de terreinen (hoofdstuk 9).
In deze studie wordt geen aandacht besteed aan de esthetisch-landschappelijke waarden van militaire oefen- en schietterreinen. Dat ligt ook niet besloten in de opzet van het onderzoek (zie rapport 5).

6.2 Evaluatie

6.2.1 Effecten van terreininrichting

Beoordeelt men de effecten uit paragraaf 3.5 met behulp van de bovengenoemde criteria, dan kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Een overzicht van deze beoordelingen wordt gegeven in tabel 7.

Aanwezigheid, toename en plaatsverandering van infrastructurele voorzieningen
Ten behoeve van oefeningen worden militaire terreinen voorzien van sportvelden, schietbanen e.d. Waar dit gebeurt op gedeelten met natuurwaarden, verliest het terrein grotendeels deze waarden met betrekking tot alle vier de criteria. De desbetreffende oppervlakte neemt in het algemeen toe.

Daarnaast wisselt een aanzienlijke oppervlakte van bestemming (natuur/voorzieningen). Ook daardoor verliest een steeds groter deel van de oefen- en schietterreinen zijn eigenheid en natuurlijkheid. Omdat onvergraven gronden steeds minder voorkomen, leidt de wisseling van terreinbestemming voorts tot verlies van zeldzaamheid.
Omdat vergraven gronden meestal minder gewaardeerd worden en men dus kan besluiten deze gebieden geen of een lagere waardering toe te kennen bij de beschrijving van de verscheidenheid van het terrein, neemt in dat geval de verscheidenheid van het totale terrein af.

Ruimtelijke scheiding van terreinfuncties
De verschillende vormen van terreingebruik (rijden, bivak, schieten, e.d.) vinden - veel meer dan voorheen - plaats op speciaal daartoe bestemde terreindelen. Dit heeft twee consequenties: concentratie van effecten en het ontstaan van scherpe grenzen. Voor zover *concentratie* leidt tot vergroting van effecten is het de vraag of grote effecten op een kleine oppervlakte te verkiezen zijn boven kleine effecten op een grote oppervlakte. Een algemeen antwoord daarop is niet mogelijk, omdat het afhankelijk is van de aard van de effecten en omdat in dit verband geen prioriteiten bekend zijn uit beleidsvoornemens van de overheid. Indien door concentratie van activiteiten de totale effecten gelijk blijven, is die concentratie in het algemeen gunstig, omdat dan elders de mogelijkheden groter worden om waardevolle elementen te beschermen.

De tweede consequentie van scheiding van terreinfuncties betekent in veel gevallen dat zeer *scherpe grenzen* ontstaan, b.v. langs zandbanen. Deze scherpe grenzen ontstaan daar als gevolg van het wegbeheer.

De scherpe grenzen tussen zandbanen en de omgeving geven een onnodig accent aan de ruimtelijke scheiding van terreinfuncties.
Seperation of the functions of the ground is emphasized by sharp boundaries between roads and heathland.

Vanuit de functie van de zandbanen als rij-lokatie zouden veel minder scherpe grenzen ontstaan tussen zandbanen en natuurterreinen. Uit het oogpunt van functionele herkenbaarheid zijn deze minder scherpe grenzen te verkiezen, omdat ze beter uitdrukking geven aan de relatie met de rij-activiteiten. Daarnaast zouden dergelijke geleidelijke overgangen tussen zandbanen en berm kunnen bijdragen aan een afwisseling, waar insekten, reptielen e.d. profijt van hebben. Juist omdat het natuurbeheer ook (en beter) voor zo'n afwisseling kan zorgen, zijn geleidelijke overgangen tussen

zandbaan en berm per saldo alleen voordelig voor het natuurbeheer als de totale breedte van de zandbaan er niet groter door wordt.

Versnippering van terreinen door zandbanen, brandsingels en beplantingen
De beperkte mogelijkheden van sommige diersoorten om zich in versnipperde terreinen te verplaatsen, kan tot gevolg hebben dat die diersoorten in aantal achteruitgaan. Op lokaal niveau worden soorten zeldzamer. De gewenste verscheidenheid neemt af, zodra soorten (plaatselijk) verdwijnen. Elke verandering betekent altijd een afname van de eigenheid en meestal ook van de natuurlijkheid.

Verandering van de verdeling van regenwater in geaccidenteerde heideterreinen.
Het regenwater dat tijdens flinke regenbuien gedeeltelijk oppervlakkig afstroomt in heuvelachtige heideterreinen, wordt door de aanwezigheid van zandbanen anders over het terrein verdeeld. Voor hellingen die onderbroken worden door zandbanen betekent dit dat minder water afstroomt naar de voet van de helling. In het algemeen zal de neerslag dus gelijkmatiger over het terrein worden verdeeld. Verwacht mag worden dat dat ook een minder grote verscheidenheid van de vegetatie tot gevolg heeft. De vochtminnende heidevegetaties die achteruit gaan zijn zeldzamer dan droogteminnende heidevegetaties. Zelfs indien elders binnen het terrein nieuwe vochtminnende vegetaties ontstaan, treedt toch verlies op aan natuurlijkheid. De plaats van die vochtminnende vegetatie is dan niet meer uitsluitend het resultaat van de natuurlijke geomorfologie van het terrein.

6.2.2 Effecten van berijding

Verandering in de bodem
Indien bodemeigenschappen zoals de profielbouw, de indringingsweerstand en de beschikbare hoeveelheid nutriënten veranderen als gevolg van berijding, dan kan dat op twee manieren worden geëvalueerd. In de eerste plaats kan aan deze eigenschappen vanwege hun natuurlijkheid of eigenheid een bepaalde, intrinsieke waarde voor het natuurbehoud worden toegekend. Die waarde neemt af indien een bodemeigenschap kunstmatig verandert. Omdat onbeïnvloede gronden steeds minder voorkomen, is ook verlies te verwachten op grond van het criterium zeldzaamheid. Daarnaast neemt de natuurlijke of kenmerkende verscheidenheid af.
Op de tweede plaats zijn de bodemeigenschappen in belangrijke mate bepalend voor de planten en dieren die op en in die bodem leven.
Treden veranderingen op in die planten- en dierenwereld, dan geldt het daaraan te geven waardeoordeel ook voor de veranderingen in de bodem die de oorzaak van het eerste zijn. Dit waardeoordeel is meestal negatief (zie verderop).

Mechanische beschadiging van de vegetatie
Elke kunstmatige mechanische beschadiging van de vegetatie betekent een inbreuk op de natuurlijkheid van die vegetatie. Mechanische beschadigingen van de heide kwamen tijdens het vroegere gebruik van heidevelden veel voor; toch lijkt het te ver te gaan een mechanische beschadiging om die reden nu positief te waarderen. In tabel 7 is daarom geen waardering toegekend bij het criterium eigenheid.

Ten aanzien van de andere criteria kan men onderscheid maken tussen lichte en zware beschadigingen. Bij lichte beschadigingen lijkt het criterium zeldzaamheid niet in het geding. Bij zware mechanische beschadigingen of beschadigingen over grote oppervlakte zullen wel elementen zeldzamer worden. Op het punt van verscheidenheid is een lichte mechanische beschadiging moeilijk te beoordelen. Enerzijds betekent een geringere oppervlakte met een gave vegetatie een geringere verscheidenheid; anderzijds is het niet onmogelijk dat sommige diergroepen profiteren van een vegetatie waarin op kleine schaal open plekken zijn ontstaan. Dergelijke gunstige aspecten lijken uitgesloten bij zware mechanische beschadiging.

Veranderingen in de soortenverhouding
Hoewel op heidevelden in het verleden plaatselijk ook regelmatig werd gereden, lijkt de sterke vergrassing van rijsporen een recent verschijnsel. Als zodanig zou men dus kunnen spreken van een aantasting van de eigenheid. Ook ten aanzien van zeldzaamheid is sprake van verlies omdat heidevegetaties met een 'traditionele' soortensamenstelling steeds minder voorkomen. De verscheidenheid aan diersoorten kan bij een lichte vergrassing toenemen (zie paragraaf 5.3), maar neemt bij een verdergaande vergrassing weer sterk af.
Omdat de natuurlijkheid van heidevegetaties voornamelijk betrekking heeft op de spontane vestiging en ontwikkeling van de vegetatie (totdat deze gemaaid, geplagd of gebrand wordt) en daarin geen verandering optreedt, is dit criterium niet in het geding.

beoordelingscriteria	zeldzaam-heid	verschei-denheid	eigenheid	natuur-lijkheid
effecten van terreininrichting:				
- aanwezigheid wegen, gebouwen e.d.	–	–	– –	–
- concentratie i.p.v. verspreiding van effecten	– of +	– of +	– of +	– of +
- scherpe i.p.v. geleidelijke grenzen		–	– –	–
- versnippering	–	–	– –	–
- verandering vochtverdeling	–	–		–
effecten van berijding/betreding:				
- insporing en verandering van-bodemeigenschappen	–	–	– –	–
- lichte mechanische beschadiging van de vegetatie		?		–
- zware mechanische beschadiging van de vegetatie	–	–		–
- verandering soortenverhouding	–	– of +	– –	

Tabel 7.
Overzicht van de (overwegend negatieve) beoordelingen van enkele mogelijke effecten van militair terreingebruik die men kan geven op grond van vier criteria die veel worden gebruikt in het natuurbehoud. Waar een beoordeling ontbreekt, is het criterium niet relevant voor het desbetreffend effect. Verder wordt verwezen naar de tekst.

6.3 Conclusies

De effecten van militair terreingebruik zijn meestal nadelig voor het natuurbehoud. Sommige activiteiten hebben ook voordelige kanten, maar die gaan altijd gepaard met nadelen. Zelfs is het zo, dat de voordelen ook bereikt kunnen worden door een adequaat natuurbeheer, zonder dat de laatstgenoemde nadelen daarbij optreden. Waar in publikaties gesproken wordt over gunstige aspecten ('rust' in onveilige gebieden, 'levend' houden van zandverstuivingen, vergroting van de verscheidenheid door lichte berijding), worden de mogelijkheden van een goed natuurbeheer dus kennelijk onderschat. Voor de afweging van de belangen van defensie en natuurbehoud is het uiteraard noodzakelijk de bovenstaande waardeoordelen nader te kwantificeren. Dat is alleen mogelijk voor concrete gevallen, waarbij de grootte en de frequentie van de ingreep alsmede de oppervlakte en de aard van het milieutype bekend zijn. Deze studie is daarvoor niet bedoeld geweest, maar heeft wel het inzicht vergroot in de elementen die bij een dergelijk afwegingsproces een rol spelen.

De beoordeling van militair terreingebruik krijgt een andere dimensie, indien men de effecten van militair en civiel terreingebruik - anders dan ten behoeve van het natuurbehoud - tegen elkaar afweegt. Dat kan in enkele gevallen nuttig zijn, namelijk wanneer de militaire terreinbestemming een belemmering betekent voor dat civiel terreingebruik. Zo blijkt in de buurt van sommige militaire natuurgebieden geen drinkwateronttrekking plaats te vinden omdat rekening wordt gehouden met lekkages van b.v. brandstoftanks van militaire voertuigen. Dergelijke gevallen zullen echter steeds afzonderlijk beoordeeld moeten worden. De veel gehoorde stelling dat duizenden hectaren natuurterrein voor ontginning gespaard zijn gebleven dank zij Defensie, is uit historisch oogpunt een belangwekkend feit maar is niet relevant bij de besluitvorming rond het huidig en toekomstig militair terreingebruik.

6.4. Literatuur

Structuurschema natuur- en landschapsbehoud 1981. Deel A: beleidsvoornemen. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage. 252 p.

7.

De wenselijkheid van amoveren

7.1 Probleemstelling bij het herstel van zandbanen en natuurwaarden

Met de ontwikkeling van de militaire technologie veranderen de oefentechnieken. Dit geeft soms aanleiding de inrichting van militaire oefenterreinen, vooral het zandbanenstelsel, aan te passen. In de periode 1976-1982 zijn drie heideterreinen op de Veluwe voorzien van een nieuw zandbanenstelsel: de Stakenberger, de Elspeetse en de Ermelose Heide. Tegelijk met deze herinrichtingen is getracht om de overbodige wegen en kaalgereden plekken in de oorspronkelijke staat te herstellen (= amoveren). De oppervlakten die daarmee gemoeid waren, zijn reeds vermeld in paragraaf 3.1.2. Ook op de terreinen die volgens het Structuurschema Militaire Terreinen nog worden heringericht, komt een aanzienlijke oppervlakte voor amovering in aanmerking.

Het doel van amoveren is herstel van de natuurlijke en de landschappelijke waarden. De vraag in dit onderzoek is, of de tot nu toe gebruikte methode daarvoor geschikt is. Alvorens daarop antwoord te kunnen geven of onderzoek in die richting te doen, moeten de doelstellingen van amoveren nader worden omschreven. Tot nu toe is meestal aangenomen dat uiteindelijk een heidebegroeiing gewenst is op de voormalige bereden plaatsen (zie hoofdstuk 10). Vanuit dit gezichtspunt is het streven gericht op de snelle vestiging van een gesloten vegetatie die gedomineerd wordt door heidesoorten. Dit streven lijkt vooral geënt op landschappelijke en landschapshistorische overwegingen. Het probleem daarbij is min of meer cultuurtechnisch van aard.

Deze erosiegeul op de Stakenberger Heide is illustratief voor de erosiegevoeligheid van glooiende terreinen, indien de vegetatie wordt beschadigd.
Military areas are often sensitive for erosion if the vegetation is damaged.

Zonder het belang van die waarden tekort te willen doen, wordt amovering in deze studie in de eerste plaats beschouwd in relatie tot het natuurbehoud. Natuurbehoud heeft gedeeltelijk andere doelstellingen dan landschapsbehoud. Vooruitlopend op de uitleg die daarvan in paragraaf 7.3 wordt gegeven, streeft men in het natuurbehoud in principe o.a. naar zo natuurlijk mogelijke processen, zowel als doel en als middel bij het beheer. Het ligt dan ook voor de hand eerst te onderzoeken wat er gebeurt indien ongebruikte zandbanen aan spontane ontwikkelingen van flora en fauna zouden worden overgelaten. Dergelijke situaties zijn echter niet beschikbaar. Daarom is besloten literatuurgegevens te verzamelen over de kieming en vestiging van plantesoorten uit heidemilieus. Daaraan zijn toegevoegd ervaringen die zijn opgedaan met andere maatregelen om (semi-)spontaan heidevegetaties te laten ontstaan. De resultaten daarvan worden besproken in paragraaf 7.2.2. Omdat de resultaten

van 'niets doen' en andere amoveringsmethoden ook kunnen samenhangen met erosieverschijnselen, is voorts een kort overzicht gemaakt van de verwachte erosiegevoeligheid van militaire terreinen in Nederland (paragraaf 7.2.1.). Tenslotte is ook een studie gewijd aan de resultaten van bestaande amoveringen (paragraaf 7.2.3.). De aandacht is hierbij geconcentreerd op de oorzaken van huidige verschillen in de vegetatie, om daarmee voorspellingen te kunnen doen voor andere situaties.

7.2 Resultaten van het onderzoek

7.2.1 Erosiegevoeligheid van kale terreindelen

Erosie houdt in dat bodemdeeltjes worden verplaatst. Dat kan vooral gebeuren door stromend water of door wind. Op de Nederlandse zandgronden kan erosie alleen maar optreden als de bodem kaal of bijna kaal is. Van nature is die bodem echter bijna altijd begroeid met planten. Er ontstaat dan ook pas kans op erosie nadat door menselijke invloed kale plekken zijn ontstaan in de begroeiing. Watererosie kan reeds optreden bij kale plekken van kleine omvang (b.v. rijsporen); winderosie heeft in het binnenland pas kans bij kale plekken van enige omvang. Wat de kritieke minimumoppervlakte in het laatste geval is, is niet bekend.

Andere factoren die de grootte van water- en winderosie bepalen, zijn o.a. de lengte en de graad van hellingen, alsook de aard en de bedekking van de vegetatie. Ook hier ontbreekt echter kwantitatieve informatie over het verband tussen deze factoren en de gevolgen.

Vanuit ervaring is wel wat bekend over de rol die de terreinvorm (vlak of hellend), de textuur (fijn of grof zand), de grondwaterstand (diep of ondiep) en de aan- en afwezigheid van een bodemprofiel spelen. Watererosie treedt alleen op indien het terrein helt, waarbij de helling maar heel gering behoeft te zijn. Vrijwel alle bodemtypen op de militaire terreinen - mits hellend - zijn matig gevoelig voor watererosie.

De voormalige zandverstuivingen zijn voor een groot deel zeer gevoelig voor winderosie. Alle militaire terreinen die op dekzand liggen, zijn matig gevoelig. De overige terreinen, die meestal op grof, gestuwd materiaal liggen, zijn weinig gevoelig voor erosie.

Het blijkt dus dat de bodem in het overgrote deel van de militaire terreinen gevoelig is voor water- en winderosie. Los van de vraag of erosie overal nadelig is voor het natuurbehoud, wordt echter verwacht dat voormalige zandbanen in de meeste gevallen binnen enkele jaren begroeid raken, mits ze niet meer door mensen gebruikt worden.

7.2.2 Vestigingsecologie van plantesoorten uit heidemilieus

In heide als begroeiingstype komen verschillende plantesoorten voor. Soorten die men vaak aantreft zijn o.a. struik- en dopheide, gewone brem, trekrus, blauwe zegge en enkele grassoorten zoals tandjesgras, pijpestrootje, bochtige smele, borstelgras, schapegras en kruipend struisgras, evenals een aantal mossoorten. De kennis van al deze soorten is van gelijk belang als het gaat om het voorspellen of evalueren van de vegetatiekundige ontwikkelingen op geamoveerde zandbanen.

Voor de kieming en vestiging van planten op buiten gebruik gestelde zandbanen is natuurlijk in de eerste plaats nodig dat er zaad aanwezig is. In hoeverre dat het geval is, is niet bekend. Wel is bekend dat zaad van struikheide gemakkelijk en in grote aantallen verbreid wordt, zodat verwacht mag worden dat in ieder geval binnen enkele jaren nadat de banen buiten gebruik zijn gesteld veel kiembaar heidezaad aanwezig is. Voor grassoorten ligt dit anders. Het zaad van pijpestrootje en bochtige smele is veel zwaarder dan van heidesoorten, waardoor de verbreidingsafstand waarschijnlijk veel kleiner is. Bovendien behoudt het zaad veel minder lang zijn kiemkracht.

Behalve de aanwezigheid van zaad lijkt ook die van mycorrhiza's van groot belang. Dat zijn bepaalde schimmels die in wederzijds voordeel samenleven met hogere planten. Bij bijna alle plantesoorten uit heidemilieus zijn (specifieke) mycorrhiza's aangetroffen. Voor struikheide is het erg waarschijnlijk dat de desbetreffende mycorrhiza aanwezig moet zijn alvorens de heide zich op grotere schaal kan vestigen. Voor andere soorten is hierover weinig bekend. Hetzelfde geldt voor de mate waarin mycorrhiza's aanwezig zijn in de bodem van buiten gebruik gestelde zandbanen.

De kieming van het zaad is per plantesoort afhankelijk van o.a. de lichtsterkte en de temperatuur. Onder de omstandigheden van zandbanen in heidevelden lijken de meest voorkomende soorten echter alle goed te kunnen kiemen, zij het niet alle in hetzelfde seizoen.

De 'definitieve' vestiging van de verschillende plantesoorten is erg afhankelijk van eventuele vochttekorten en van het nutriëntenniveau van de bodem. Struik- en dopheide behoeven relatief veel vocht in het vestigingsstadium; hun behoefte aan nutriënten is daarentegen zeer laag. Voor de meeste andere soorten vormt het nutriëntenniveau in de voedselarmere bodemtypen wel een beperkende factor. Schapegras is opvallend tolerant voor vochttekorten.

Praktijkervaringen leren dat de vestiging van plantesoorten vaak samenhangt met het microreliëf van de bodem. Zo vestigt struikheide zich vaak voornamelijk in kleine depressies. Men kan vermoeden dat fysische factoren (b.v. vochtleverantie) hierbij een rol spelen, maar dit is nooit onderzocht. Voorts bestaan aanwijzingen dat de inzaai van schapegras de vestiging en uitbreiding van struik- en dopheide bevordert.

Uit meer globale waarnemingen is bekend dat kale, voedselarme en droge zandgronden, die waarschijnlijk geen zaden en mycorrhiza's hebben, binnen enkele jaren begroeid kunnen raken met mossen, korstmossen en enkele grassoorten. De veranderingen daarna verlopen veel langzamer.
Na 8-20 jaar kunnen heidesoorten verschijnen. Nog enige tientallen jaren daarna blijft meestal een begroeiing bestaan van afwisselend struikheide, grassen en mossen. Deze plaatsen zijn vaak aantrekkelijk voor reptielen en insekten.

7.2.3 Verschil in amoveringsresultaten in twee Veluwse heideterreinen
Voor het onderzoek zijn gedeelten van de Stakenberger en de Ermelose Heide gekozen, die respectievelijk in 1976/77 en in 1978/79 geamoveerd zijn. Toen zijn de voormalige zandbanen en andere *kaalgereden plekken machinaal oppervlakkig losgemaakt en geëgaliseerd en vervolgens met schapegras* ingezaaid.

Op de Stakenberger Heide - waar grofzandige leemarme haarpodzolgronden voorkomen - wordt het ingezaaide schapegras op de meeste plaatsen binnen enkele jaren spontaan verdrongen door struikheide. Zeven jaar na het amoveren is er een vrij gesloten en soortenarme vegetatie ontstaan, sterk gedomineerd door struikheide. Naast de voormalige zandbanen is de vegetatie meestal ook soortenarm, en domineert soms dopheide en soms struikheide.

De grofzandige, leemarme tot zwaklemige holtpodzolgronden van de Ermelose Heide zijn aanmerkelijk voedselrijker. Het ingezaaide schapegras op de voormalige zandbanen blijft gemiddeld langer domineren dan op de haarpodzolgronden. Vijf jaar na het amoveren komt op ca. 10% van de oppervlakte een vegetatie voor waarin struikheide - vaak te zamen met schapegras - domineert. Toch komen tussen het schapegras bijna overal zaailingen voor van struikheide en andere soorten die ook naast de voormalige zandbanen veelvuldig groeien. Daarom wordt verwacht dat de struikheide zich voorlopig zal blijven uitbreiden. Deze gedachte wordt ondersteund door aanwijzingen dat struikheide in beide heideterreinen geen belangrijke concurrentie ondervindt van schapegras.

Op beide terreinen blijken de plaatsen die snel begroeid raken met struikheide een relatief lage zuurgraad in de bodem te hebben. De enkele kale plekken die nog op de Stakenberger Heide aanwezig zijn, hebben juist een opvallend hoge zuurgraad. De zuurgraad is vaak gecorreleerd met een aantal andere, bodemchemische factoren, zodat ook die per vegetatietype significant kunnen verschillen. Zo vestigt struikheide zich op de Ermelose Heide het eerst op plaatsen die relatief rijk zijn aan heidehumus. Dat het hierbij om oorzakelijke verbanden gaat, is natuurlijk niet zeker, maar anderszins is uit ervaring bekend dat de aard en het gehalte van de humus in heidebodems grote invloed hebben op de vegetatie. In dit verband kunnen nog de overwegende pijpestrootje- en dopheidevegetaties worden genoemd op geamoveerde heuveltoppen op de Elspeetse Heide. Tijdens de amovering is hier waarschijnlijk zeer humeus slibmateriaal uit enkele terreindepressies naar de heuveltoppen vervoerd.

7.3 Discussie

Hoe overbodige zandbanen en kale plekken het best geamoveerd kunnen worden, hangt samen met:

- de doelstelling van het terreinbeheer;
- de resultaten van de verschillende methoden van amovering;
- de financiële consequenties.

Hieronder zal worden ingegaan op de eerste twee aspecten, waarbij voornamelijk een op natuurbehoud gerichte benadering gevolgd wordt.

Bij het beheer van natuurterreinen worden meestal verschillende doelstellingen nagestreefd. Tot die doelstellingen behoren (zie ook paragraaf 6.1):

a. behoud of herstel van zeldzame of anderszins bijzondere soorten, levensgemeenschappen en abiotische elementen;
b. behoud of herstel van een zo groot mogelijk diversiteit van soorten en levensgemeenschappen;
c. behoud of herstel van de kenmerkende hoedanigheden van het terrein, zoals die door menselijk toedoen zijn ontstaan. Deze doelstelling geeft richting aan de doelstellingen a en b;
d. behoud of herstel van de natuurlijkheid, alsmede het scheppen van voorwaarden om - binnen het geheel van andere doelstellingen - processen zo natuurlijk mogelijk te laten verlopen.

ad a.
De ontwikkelingen die tot nu toe optreden op de geamoveerde zandbanen wijzen op een betrekkelijk snel herstel in de richting van de oorspronkelijke samenstelling van plantesooren. Of die oorspronkelijke samenstelling ooit wordt bereikt en hoe lang dat eventueel duurt, is echter niet bekend.

Zonder speciale amoveringsmaatregelen zou het veel langer duren voordat overal weer een gesloten heidevegetatie zou ontstaan. Dat behoeft als zodanig echter niet ongunstig beoordeeld te worden. IJle begroeiingen met grassen, heide en mossen - die ook voorkomen in stuifzandgebieden - worden evenzeer gewaardeerd als gesloten heidevegetaties.

ad b.
Hoewel hiernaar geen systematische waarnemingen zijn gedaan, bestaat de indruk dat de diversiteit - in dit geval bedoeld als het aantal biotopen per ca. 100 m² - op de geamoveerde banen ongeveer even groot is als ernaast. Als ongebruikte zandbanen aan een geheel spontane ontwikkeling zouden worden overgelaten, zou de diversiteit waarschijnlijk groter worden.

ad c.
Het voormalige grondgebruik van heideterreinen door de mens komt vooral tot uidrukking in het kenmerkende bodemprofiel, de vegetatie, de fauna en het landschap. Daarvan kan het bodemprofiel kunstmatig nauwelijks worden hersteld. Het herstel van de kenmerkende vegetatie en fauna is echter ook betrekkelijk: de heidevelden in Nederland zijn goeddeels ontstaan nadat het bos er gekapt was, terwijl ze daarna plaatselijk in verstuiving geraakten. In dat opzicht behoeft men levensgemeenschappen van verlaten, zich spontaan ontwikkelende zandbanen dus niet als niet-kenmerkend te beschouwen. Zandige, schaars begroeide gedeelten in heidevelden kwamen voorheen zelfs vaker voor dan thans het geval is, zij het dat dergelijke terreinen vaak op andere plaatsen voorkwamen dan de huidige verlaten zandbanen.
Het herstel van de cultuurhistorische waarde van het landschap lijkt, gezien de snelle dominantie van struikheide op de zandbanen, goed gediend met de amoveringen tot nu toe. Daarbij kan echter de vraag worden gesteld of de voormalige zandbanen cultuurhistorische waarde moet worden toegekend. Zo ja, dan mogen ze best in het reliëf en in de vegetatie zichtbaar blijven. De huidige methode van amoveren lijkt op het eerste gezicht aan te sluiten op een ontkennend antwoord: de herinnering aan de periode 1950-1975 is zoveel mogelijk weggevaagd, maar even zo goed is het mogelijk dat de voormalige zandbanen op lange termijn toch nog 'voldoende' in de vegetatie herkenbaar blijven.

ad d.
Na het voorgaande is het duidelijk dat door de tot nu toe uitgevoerde wijze van amoveren voornamelijk de natuurlijke geomorfologie van de terreinen is hersteld. Andere natuurlijke kenmerken, zoals de geologische opbouw van de bovenste bodemlagen, zijn redelijkerwijs niet te herstellen.
Omdat zoveel mogelijk wordt gestreefd naar natuurlijke processen, wordt ten aanzien van de vegetatie-ontwikkeling in principe de voorkeur gegeven aan methoden die zo min mogelijk ingrijpen in het abiotisch milieu. Zaaien wordt liever in het geheel niet toegepast in het natuurbeheer.

7.4 Conclusies

De vraag of actief amoveren en eventueel welke methode van amoveren van zandbanen gewenst is voor het natuurbehoud, is niet eenduidig te beantwoorden. Dat hangt namelijk samen met de doelstellingen die men ter plaatse voor ogen heeft. Al naar gelang die doelstellingen, leidt het gepleegde onderzoek tot de volgende conclusies, die aansluiten op de oorspronkelijke door Defensie gestelde vragen (hoofdstuk 10):

a. Gunstige aspecten van de wijze waarop tot nu toe zandbanen en andere kaalgereden plekken zijn geamoveerd, zijn het herstel van de geomorfologie, van de heide als begroeiingstype en landschap vóór ca. 1960 en het voorkómen van erosie op plaatsen waar dat ongewenst is.

b. De twee laatstgenoemde aspecten lijken gebaat bij de inzaai van schapegras en het afdekken van de bovengrond met materiaal met een voor dat terrein relatief lage pH en met een redelijk gehalte heidehumus. Voor detailinformatie wordt verwezen naar rapport 14.

c. Een praktisch argument althans voor egalisatie is de mogelijkheid om op lange termijn de voormalige zandbanen 'mee te nemen' bij het beheer van het naastliggende terrein.

d. De gehanteerde amoveringsmethode lijkt meestal minder gunstig uit oogpunt van diversiteit, dan wanneer men een methode van 'niets doen' zou volgen. Overigens wordt ook om principiële redenen in het natuurbeheer de voorkeur gegeven aan methoden die zo min mogelijk ingrijpen in het milieu ter plaatse. Indien men de redenering volgt, dat de effecten van de voormalige zandbanen 'nooit' geheel tenietgedaan kunnen worden en de zandbanen juist daarom op enigerlei wijze landschappelijk zichtbaar mogen blijven, is het evenmin gewenst intensief te amoveren.

e. Indien men prioriteit geeft aan een grote (kenmerkende) diversiteit van levensgemeenschappen die zich zo spontaan mogelijk ontwikkelen, dan lijkt met zeer weinig actieve amoveringsmaatregelen volstaan te kunnen worden. Voorwaarde is wel dat deze plaatsen niet gevoelig zijn voor erosie, en dat ze niet worden belopen of bereden door militairen of recreanten.

Uit algemene overwegingen kan men hieraan de volgende conclusies toevoegen:

f. Indien men grondbewerking wenst toe te passen, dient dat in principe zodanig plaats te vinden dat gave delen van het bodemprofiel niet worden gestoord. Aanvoer van 'vreemd' bodemmateriaal is ongewenst.

Geleidelijke uitbreiding van struikheide en andere plantesoorten aan de rand van een voormalige zandverstuiving. Dergelijke vegetaties zijn aantrekkelijk voor reptielen, insecten en andere diergroepen. Verwacht wordt dat verlaten zandbanen zich op soortgelijke wijze ontwikkelen, indien ze niet zouden worden ingezaaid met schapegras.
Gradual establishment of Calluna vulgaris on former shifting sand. Superfluous roads, allowed to recover under benevolent neglect, are expected to develop similar vegetation, which is attractive for different animal species.

7.5 Literatuur

Gilham, D.A. & P.D. Putwain 1977. Restoring moorland disturbed by pipeline installation. Landscape Design 114(8): 34-36.

Putwain, P.D., D.A. Gilham & R.J. Holliday 1982. Restoration of heather moorland and lowland heathland, with special reference to pipelines. Environm. Conserv. 9(3): 225-235.

8.
Conclusies

De eerste doelstelling van dit onderzoek is een aantal effecten te beschrijven van militair terreingebruik, inclusief het amoveren van overbodige wegen, en om die effecten te evalueren. De resultaten daarvan worden hieronder in een aantal conclusies samengevat. Als vervolg daarop wordt in hoofdstuk 9 voldaan aan de tweede doelstelling: het doen van aanbevelingen om het militair gebruik van terreinen beter af te stemmen op de doelstellingen van het natuurbehoud.

- Een van de - qua aard en omvang - nadeligste aspecten van militair terreingebruik voor het natuurbehoud is het oppervlakteverlies dat veroorzaakt wordt door infrastructurele voorzieningen zoals zandbanen, free-for-all terreinen, gebouwen, en dergelijke. Deze voorzieningen nemen in totaal toe.
  Daarnaast treedt verlies op van natuurwaarden, doordat bij elke verplaatsing van voorzieningen de oppervlakte met een gestoorde bodem en/of vegetatie toeneemt. Vooral de natuurlijke en cultuurhistorische kenmerken van de terreinen worden daarbij aangetast.

- De aanwezigheid van zandbanen, brandsingels, free-for-all terreinen e.d. kan ook effecten hebben op de omgeving. Zo verandert in geaccidenteerde heideterreinen het oorspronkelijke patroon van droge en (periodiek) vochtige plekken. Uit literatuuronderzoek naar de effecten van terreinversnippering blijkt dat door de aanleg van zandbanen de aantallen van sommige soorten reptielen, mieren en loopkevers waarschijnlijk afnemen, het meest in oude bossen en heidevelden.

- Heide-, korstmos- en sommige mossoorten zijn zeer gevoelig voor mechanische beschadiging als gevolg van berijding en betreding. Het herstel kan bij een grote mate van beschadiging naar schatting tenminste vijf jaar duren. Geringe beschadigingen van struikheide kunnen binnen een groeiseizoen voor het oog herstellen. Wordt de actie regelmatig herhaald met tussenpozen van 2-3 maanden, dan zijn zeer lichte beschadigingen toch cumulatief. Grassoorten lijken minder gevoelig voor beschadiging.

- Of de vegetatie zich volledig herstelt, hangt ervan af of veranderingen zijn opgetreden in de bodem. Die veranderingen kunnen er namelijk toe leiden dat de soortenverhouding zich aanpast. Kennelijk treden gemakkelijk veranderingen op in de strooisellaag, waardoor de soortenverhouding in de moslaag verandert. De bedekking van verschillende hogere plantesoorten verandert alleen op gronden waar berijding gemakkelijk leidt tot wijzigingen in de minerale ondergrond. Zeer gevoelig zijn vlak- en duinvaaggronden, waar buntgras en schapegras zich al binnen enkele jaren sterk kunnen uitbreiden.
  Op wat langere termijn kan de soortenverhouding ook veranderen op holtpodzolgronden en op veldpodzolgronden.
  Haarpodzolgronden lijken in het algemeen minder gevoelig voor verandering van de bedekking van hogere plantesooren (maar wel van mossen) als gevolg van berijding.

- De rolweerstand van een bepaalde wieluitrusting is veelal een goede indicatie voor de mate waarin op die plaats berijdingseffecten verwacht mogen worden.

- De verandering van bodemeigenschappen als gevolg van berijding is in heidevelden en stuifzandgebieden waarschijnlijk langdurig (tenminste enkele tientallen jaren).

- Door montage van bredere banden en door verlaging van de bandspanning nemen de effecten van berijding af, al is die vermindering pas merkbaar bij een vrij drastische aanpassing van de bandkenmerken.

- Dit onderzoek heeft geen verband aangetoond tussen de broedvogelstand en het militair terreingebruik in open heidevelden.

- Het overgrote deel van de militaire terreinen is in principe gevoelig voor erosie. Erosie zal echter pas gaan optreden indien de bodem-beschermende vegetatie vernield wordt.

- De huidige methode van amoveren van kale terreindelen voldoet aan een beperkt aantal natuurbeheersdoelstellingen. Verwacht wordt dat meer gevarieerde en natuurlijker begroeiingen zullen ontstaan indien de kale terreindelen ten hoogste licht worden geëgaliseerd en eventueel een dun laagje heidestrooisel wordt opgebracht. Voorwaarden daarbij zijn wel, dat het terrein niet betreden of bereden wordt en dat geen blijvende erosie optreedt.

9.

Algemene aanbevelingen voor inrichting, gebruik en beheer

Om de nadelige effecten van militair terreingebruik te beperken, is het gewenst de belangen van het natuurbehoud te betrekken bij de inrichting, het gebruik en het beheer van de militaire terreinen. Dat betekent meestal niet dat op dezelfde plaats en tegelijkertijd volledig aan de wensen van defensie en natuurbehoud tegemoet gekomen kan worden. In de praktijk zal vaak een keuze gedaan moeten worden welk belang voorrang krijgt. Op grond van de evaluaties in hoofdstuk 6 en 7 zullen hierna enkele algemene aanbevelingen worden gedaan voor de inrichting, het gebruik en het beheer van militaire terreinen. De aanbevelingen zijn bedoeld om de nadelen van militair terreingebruik voor het natuurbehoud zo klein mogelijk te doen zijn.

Voor concrete situaties is het noodzakelijk dat de evaluatie van effecten nader wordt gekwantificeerd (zie ook paragraaf 6.3).

Inrichting van militaire terreinen

a. Bij de plaatskeuze van free-for-all terreinen, zandbaanstelsels, stellinggebieden, bivakterreinen e.d. moeten in de eerste plaats de natuurwaarden van de gebieden zelf in beschouwing worden genomen. Gelet op de actuele natuurwaarden en de erosiegevoeligheid dienen de volgende terreintypen in toenemende mate te worden ontzien voor militaire oefeningen:

   - gebied met weinig natuurwaarden;
   - droog gebied met natuurwaarden die vervangbaar zijn. Dit zijn gebieden die b.v. vergraven, bemest, ontwaterd en/of verstoven zijn, maar overigens gelijkwaardig zijn aan gebieden zonder dergelijke kenmerken;
   - droog gebied met natuurwaarden die niet of moeilijk vervangbaar zijn;
   - sterk geaccidenteerd gebied met natuurwaarden;
   - vochtig gebied met natuurwaarden.

b. Voorts dient rekening gehouden te worden met de eventuele invloed van free-for-all terreinen, brandsingels, bezinkingsvijvers e.d. op natuurwaarden in de omgeving, vooral in verband met:

   - grondwaterbeweging. Op free-for-all terreinen wordt eventueel ingezaaid schapegras immers regelmatig bemest. Free-for-all terreinen dienen daarom niet zodanig gelegen te zijn dat ze als inzijgingsgebied fungeren van neerslag die elders interessante kwelverschijnselen veroorzaakt. Daarnaast is het van belang dat een eventuele ontwatering van het free-for-all terrein geen negatieve invloed uitoefent op de natuurwaarden in de omgeving.
   - instuiving. Vochtige voedselarme natuurterreinen in de omgeving van kale terreingedeelten kunnen ongunstig worden beïnvloed door inwaaiend materiaal.
   - barrièrewerking. Free-for-all terreinen, brandsingels e.d. dienen niet de migratie- of trekbewegingen te onderbreken van reptielen, vogels, insekten en zoogdieren.

c. Het is gewenst bij de aanleg van free-for-all terreinen, zandbanen e.d. zo weinig mogelijk cultuurtechnische maatregelen uit te voeren zoals grondverzet, grondbewerking, ontwatering, bemesting en inzaaien. Bosjes e.d. die vanuit militair-technisch oogpunt gewenst zijn binnen free-for-all terreinen, moeten liefst restanten zijn van terreindelen waar de natuurlijke kenmerken gespaard zijn.

d. Ter wille van de verscheidenheid is het gewenst dat de grenzen tussen verschillende terreintypen geleidelijk zijn. Hetzelfde geldt vanuit het oogpunt van functionele herkenbaarheid voor de grens tussen bereden en onbereden terreindelen (zie ook conclusie m). Omtrent de gewenste vorm van de niet-bereden percelen binnen free-for-all terreinen kan in het algemeen het volgende worden opgemerkt. Indien verwacht wordt dat isolatie-effecten een dominerende rol spelen, hebben enkele grote percelen bos e.d. de voorkeur boven vele kleine percelen. Waar daarentegen de gunstige effecten van geleidelijke grenzen overwegen, zijn kleine en langwerpige percelen beter.

e. In heideterreinen die doorsneden worden met zandbanen dient de lengte en de breedte van de percelen zoveel mogelijk gelijk te zijn. De kans op verontrusting is in dergelijke gevallen kleiner dan bij lange, smalle percelen.

f. Het is van belang in heideterreinen met zandbanen tenminste enkele grote aaneengesloten percelen te behouden, die als verbreidingscentrum kunnen fungeren voor diersoorten die gevoelig zijn voor isolatie door zandbanen.

g. Diersoorten uit zogenaamde stabiele milieus (oude loofhoutbossen en heide) worden in hun verplaatsing meer gehinderd door zandbanen dan diersoorten uit zogenaamde instabiele milieus (landbouwgronden en jonge (naald)bossen). Daarom moeten zandbanenstelsels bij voorkeur niet in de eerstgenoemde milieutypen worden aangelegd.

h. Het is niet gewenst zandbanen in of evenwijdig aan een gradiëntzone aan te leggen. Zo'n gradiëntzone is bijvoorbeeld een bosrand langs een heideterrein. In een dergelijke situatie is de aanwezigheid van een zandbaan loodrecht op de bosrand dus minder ongunstig dan van een zandbaan die op of op korte afstand van de bosrand is gesitueerd.

i. Om te voorkomen dat het natuurlijk vochtpatroon van een terrein wordt veranderd, is het gewenst dat zandbanenstelsels niet aangelegd worden in geaccidenteerde delen van heideterreinen.

j. Voor zover nieuwe voorzieningen noodzakelijk zijn, is het wenselijk zoveel mogelijk gebruik te maken van de reeds aanwezige terreinconfiguratie in de vorm van reliëf, bos, wegen e.d. Indien tot aanleg van nieuwe zandbanen moet worden overgegaan, zou deze zoveel mogelijk beperkt moeten blijven tot de plaats van voormalige wegen, brandsingels e.d. Het wordt uit cultuurhistorische overwegingen niet wenselijk geacht ter plaatse van oude trekwegen (b.v. hessenwegen) zandbanen aan te leggen. Voor zover daar reeds zandbanen liggen, is het gewenst ze te handhaven.

Gebruik van militaire terreinen

k. Het is gewenst alle geldende beperkende bepalingen die bedoeld zijn om natuur te sparen - waaronder het verbod om buiten wegen en zandbanen te rijden, te graven buiten daartoe bestemde terreinen, e.d. - te handhaven.

Beheer van militaire terreinen

l. Het is in het algemeen gewenst weinig onderhoud te plegen aan wegen en free-for-all terreinen, voor zover dit niet leidt tot versporing, waardoor aangrenzend natuurterrein wordt aangetast. Dit geringe onderhoud dient om geleidelijke grenzen te handhaven of te bewerkstelligen tussen free-for-all terreinen en zandbanen enerzijds en natuurterreinen anderzijds. Dit kan b.v. worden verwezenlijkt door alleen de middelste 5 m van zandbanen regelmatig op te schaven in plaats van de volledige 8 m breedte.

m. Beheersmaatregelen zoals het plaggen, maaien en branden van heidevelden dienen slechts te worden toegepast indien daarvoor goede, natuurtechnische redenen aanwezig zijn. Bovendien wordt aanbevolen dergelijke maatregelen kleinschalig en met zo groot mogelijke tussenpozen uit te voeren. Het is bovendien gewenst percelen niet in zijn geheel in één jaar te maaien of te branden, *om dieren de kans te geven gemakkelijk te herkoloniseren vanuit de gespaarde vegetatie.*

n. Het is gewenst te trachten overbodige zandbanen te amoveren door een beheer van 'niets doen', door ten hoogste te egaliseren of door het uitstrooien van een dun laagje heidemaaisel of -strooisel. Verwacht mag worden dat daardoor een afwisselende vegetatie ontstaat, waarvan ook veel diersoorten zullen profiteren. Alleen in gevallen waar voortgaande erosie dreigt of intensieve betreding en berijding niet op andere wijze kan worden tegengegaan, is het raadzaam maatregelen te treffen die het ontstaan van een gesloten heidevegetatie op korte termijn bevorderen.

o. Aanbevolen wordt in de beheersplannen van alle terreinen van het Ministerie van Defensie het *natuurtechnisch beheer specifiek te omschrijven.*

10.

Beknopte beantwoording van de vragen van het Ministerie van Defensie en voorstellen voor nader onderzoek

In dit hoofdstuk worden de algemene vragen die het Ministerie van Defensie in april 1980 heeft gesteld en die leidden tot dit onderzoek, kort beantwoord. Daarbij wordt verwezen naar deelrapporten. De antwoorden dragen er vooral toe bij dat meer inzicht ontstaat in het eerste doel van dit onderzoek, nl. de beschrijving van de effecten van militair terreingebruik. Dat inzicht is - behalve voor het Ministerie van Defensie - ook van belang voor het praktische natuurbeheer, reden waarom de onderzoekinstellingen ook eigen onderzoekcapaciteit hebben ingezet.
Het tweede doel van het onderzoek heeft betrekking op de wijze waarop de belangen van het natuurbehoud het best gediend kunnen worden binnen militaire terreinen. Deze informatie kan nodig zijn bij milieu-effect-rapportages, waarbij specifieke situaties aan de orde zijn. Uit het onderzoek is gebleken dat op dat punt evenwel nog hiaten in kennis bestaan. Daarom doet de projectgroep hieronder bij de beantwoording van sommige vragen voorstellen voor nader onderzoek, vooral naar de processen die aanleiding geven tot de geconstateerde effecten. Dergelijk onderzoek zal in de regel onder geconditioneerde omstandigheden moeten plaatsvinden (laboratorium, proefveld).
Andere thema's dan die welke in dit onderzoek zijn behandeld, alsook andere milieutypen (b.v. mariene zandgronden) blijven hier buiten beschouwing. In onderling overleg kunnen natuurlijk ook ter zake daarvan onderzoekvragen geanalyseerd worden.

1. Het effect van militaire oefeningen op flora en fauna

a. Wat is de huidige samenstelling van de flora en de grote fauna op de (heide-)oefenterreinen?

Antwoord: De vegetatie en de fauna van bijna alle oefen- en schietterreinen zijn beschreven in rapport 3, te zamen met cultuurhistorische zaken en het militair gebruik. Daarnaast is de bodemgesteldheid beschreven in rapport 2. De beschrijvingen zijn gebaseerd op bestaande gegevens.

b. Wat is de samenstelling van flora en grote fauna op vergelijkbare heideterreinen die geen militair oefenterrein zijn?

Antwoord: De abiotische en biotische omstandigheden per terrein verschillen vaak te veel om algemene vergelijkingen te kunnen maken tussen militaire en niet-militaire terreinen. Alleen voor de broedvogels zijn gedeelten van een aantal zorgvuldig geselecteerde terreinen op de Veluwe met elkaar vergeleken (rapport 12). Voorts is de vegetatie op een gedeelte van de eertijds bereden Stakenberger Heide vergeleken met een naastgelegen, niet-bereden terrein (rapport 13). Andere aspecten van militaire oefeningen konden beter worden onderzocht door middel van literatuurstudies, experimenten en vergelijkingen binnen één terrein.

c. Wat zijn de verschillen hiertussen en zijn deze geheel te wijten aan het militair gebruik?

Antwoord: Voor zover de populatie- en soortendichtheid van broedvogels in de (vrij soortenarme) open heideterreinen bleek te verschillen, was dat voornamelijk gebaseerd op de verschillende mate van bosopslag. De gekozen methode voor het moeilijke verstoringsonderzoek sluit overigens niet uit dat militair terreingebruik toch invloed uitoefent op de broedvogelstand (rapport 12).

Het bereden heideterrein verschilt van het onbereden terrein o.a. door een grotere bedekking van grassen (rapport 13). Ook in de andere berijdingsonderzoeken zijn dergelijke resultaten gevonden (rapport 11 en 15).

In rapport 8 is beschreven dat de uiteindelijke verdeling van neerslag in geaccidenteerde heideterreinen verandert door de aanwezigheid van zandbanen. In rapport 6 wordt aannemelijk gemaakt dat sommige soorten reptielen, muizen, mieren, loopkevers, slakken, spinnen en andere kleine dieren kunnen afnemen door de aanwezigheid van een zandbanenstelsel, als gevolg van 'isolatie-effecten'. Het is moeilijk te voorspellen hoe dit doorwerkt op de populaties van grotere diersoorten.

Een overzicht van diverse effecten van militair terreingebruik zoals die in de literatuur zijn beschreven, is gegeven in rapport 4. Dat lang niet alle mogelijke effecten onderzocht zijn, blijkt uit tabel 1 in dit samenvattend rapport.

Aanbevolen nader onderzoek:
Op grond van beschouwingen over de relatie tussen broedvogels en hun omgeving en gesteund door vogelonderzoek o.a. langs verkeerswegen is het waarschijnlijk dat toch wel enige invloed van militair terreingebruik aanwezig is. In hoofdstuk 4 is betoogd dat externe factoren die invloed

versluierd kunnen hebben, te meer omdat alleen gekeken is naar het aantal ouderparen (in één jaar) per terrein en niet naar het broedsucces van die paren. Indien de algemene omstandigheden voor een soort slechter worden, zal juist het lokale broedsucces vaak bepalend worden voor de populatiegrootte op die plaats. Daarom is vergelijkend onderzoek gewenst naar het broedsucces van vogels binnen en buiten militaire terreinen.

In de tweede plaats is het nuttig de veronderstelde isolatie-effecten te verifiëren. In relatie tot een banenstelsel zoals dat voorkomt op militaire terreinen is daaraan nog nooit veldonderzoek gedaan. Een concrete indicatie van de voorspelde effecten zou verkregen kunnen worden door middel van terugvangst van gemerkte loopkevers. Ook kan overwogen worden terreinen met en zonder zandbanen te vergelijken aan de hand van inventarisaties van loopkevers, mieren, reptielen e.d.

d. Zijn deze verschillen negatief (d.w.z. treedt er een verarming op) of zijn ze van hetzelfde niveau (d.w.z. treedt er slechts een verandering op, doch geen verarming)?

Antwoord: In het antwoord op de vorige vraag is vermeld dat - afhankelijk van het soort militair gebruik - zowel 'verarming' als 'verandering' kan optreden. De waardering daarvan is een maatschappelijke kwestie. In het algemeen kan daarover worden opgemerkt dat verschillende doelstellingen worden nagestreefd in het natuurbeheer. Daartoe behoren het streven naar diversiteit, maar ook het behoud van natuurlijkheid en eigenheid.
Juist bij heideterreinen, die in het algemeen relatief arm zijn aan soorten hogere planten en grotere dieren, wordt aan de beide laatstgenoemde aspecten grote waarde gehecht (zie ook hoofdstuk 6 in dit rapport). Een antropogene verandering wordt daarom 'per definitie' al gauw als nadelig opgevat.

e. Wat is het gevolg op korte termijn op de flora bij het eenmalig en meermalig doorrijden van een heidevegetatie?

Antwoord: Voor de gevolgen op korte termijn wordt verwezen naar de conclusies a en b in paragraaf 5.4 alsmede figuur 2 in dit rapport. Gevolgen op lange termijn worden beschreven in de conclusies c, d, e, h, i en j in dezelfde paragraaf. Voor oorzaak-gevolg-relaties zie bovendien de conclusies f en g.

De bedoelde effecten zijn - zowel op korte als op lange termijn - groter naarmate o.a. het aantal passages toeneemt en meer bochten worden genomen. In de uitgevoerde experimenten is geen periodieke herhaling van de berijding toegepast. Dergelijke proeven zijn wel uitgevoerd met betreding, waarbij de betreding - in verschillende intensiteiten - gemiddeld elke 3 maanden is herhaald. In figuur 8 van rapport 15 worden daarvan dosiseffect-krommen gegeven. Omdat berijding naar verhouding veel grotere effecten heeft dan betreding, mag verwacht worden dat berijding met dezelfde frequentie (= eens per ca. 3 maanden) tot gevolg heeft dat de biomassa van heide alleen maar afneemt. Dit leidt na verloop van tijd tot het volledig verdwijnen van heideplanten.

Aanbevolen nader onderzoek:
Omdat niet voldoende bekend is waarom de gevolgen van berijding per situatie (kunnen) verschillen, is het zinvol de oorzaak-gevolgrelaties in dit verband nader te onderzoeken. De resultaten daarvan kunnen ertoe bijdragen dat betere voorspellingen zijn te maken voor specifieke situaties, zoals die bijvoorbeeld in milieu-effect-rapportages aan de orde zijn.

Behalve betere voorspellingen, zal daarmee naar verwachting ook een beter beheer van bereden situaties mogelijk worden. Factoren zoals de beschikbaarheid van nutriënten en de aanwezigheid van een strooisellaag die van belang lijken in de genoemde oorzaak-gevolgrelaties, zijn in principe manipuleerbaar in het heidebeheer.
Het bedoelde onderzoek zou nauw moeten aansluiten bij lopend onderzoek aan de R.U. Utrecht en onderzoek dat is gestart op het RIN, waarbij relaties tussen het nutriëntenaanbod en de soortensamenstelling van heidevegetaties worden bestudeerd. Door middel van modellen wordt getracht de effecten van een veranderende in- en output van nutriënten te voorspellen.

Een tweede aanbeveling behelst voortzetting van het experimenteel berijdings- en betredingsonderzoek, en invoering van herhaalde berijding in dat onderzoek.
De berijdings- en betredingsexperimenten zijn als veldproeven onder relatief goed geconditio-

neerde omstandigheden uitgevoerd. De waarnemingen die tot nu toe zijn gedaan, d.w.z. tot 3½ jaar na de actie, behelzen voornamelijk de (korte-termijn-)effecten van mechanische beschadiging. Alleen in de moslaag van de heidevelden en in de kruidlaag van de stuifzandvegetatie zijn 'lange-termijn-effecten' gevonden, d.w.z. effecten waarvan mag worden aangenomen dat ze het gevolg zijn van veranderingen in de bodem. Verwacht wordt dat dergelijke lange-termijn-effecten zich nog zullen uitbreiden in een deel van de sporen. Het is daarom van veel belang de waarnemingen in de bestaande proefvelden te vervolgen. Toekomstige opnamen van de sporen geven ook meer inzicht in de regeneratie van de vegetatie na de mechanische beschadiging.
Daarnaast wordt het van belang geacht te onderzoeken of de trends die gevonden zijn in de sporen op het Uddeler Buurtveld en de Arnhemse Heide zich voortzetten, of dat herstel optreedt. Indien een heide- of stuifzandterrein eventueel wordt bestemd voor rijoefeningen, zal dat in de praktijk betekenen dat elke plaats met tussenpozen wordt bereden. Daarom is het nuttig ook proeven te doen met herhaalde berijding, analoog aan de uitgevoerde betredingsproeven.

Uit het betredingsonderzoek is gebleken dat weinig intensieve, maar regelmatig herhaalde betreding invloed heeft op heide- en stuifzandvegetaties. In de praktijk is de betredingsintensiteit en -frequentie in bossen veelal hoger dan die in heide. Daarom wordt aanbevolen ook betredingsonderzoek te doen in bossen. Dergelijk onderzoek zou in combinatie moeten gebeuren met een kwantificering van de militaire en recreatieve loopactiviteiten in bossen op militaire terreinen.

f. Wat is het effect van diverse typen voertuigen bij het doorrijden van een heidevegetatie op de flora?

Antwoord: Een representatieve maat voor berijdingseffecten op korte termijn is dikwijls de rolweerstand van een bepaalde wieluitrusting. In concreto betekent dit vooral dat de grootte van de berijdingseffecten samenhangt met de bodemdruk van de wielen. Het voordeel van brede banden en een lage bandspanning (= geringe effecten) wordt echter gedeeltelijk tenietgedaan door een groter contactvlak.
De bodemdruk onder rupsvoertuigen is moeilijk te voorspellen. Deze is vaak (veel) groter dan berekend op basis van voertuig, gewicht en rupsoppervlakte, getuige de diepe, eenmalige sporen op een deel van het Uddeler Buurtveld (rapport 11). Overigens is weinig verschil geconstateerd tussen de berijdingseffecten van een zwaar wielvoertuig (beladen viertonner) en een zwaar rupsvoertuig (Leopard-1), mits rechtuit gereden werd. Zie ook de conclusies k en l in paragraaf 5.4. van dit rapport. In verband met effecten op lange termijn is de aanbeveling voor nader onderzoek van belang zoals vermeld onder de vorige vraag.

2. Milieu-effecten van terreininrichting

a. Wat is het gevolg van het aanleggen van een banenstelsel (spitten) op de bodem?

Antwoord: Ter plaatse van een zandbaan is de tevoren aanwezige bodemopbouw, tot een diepte waarop gespit is, verstoord. De oorspronkelijke bodemopbouw was het resultaat van geologische en bodemkundige processen, soms ook van antropogene activiteiten. Alle desbetreffende kenmerken hebben waarde voor het natuurbehoud. Verstoring van vooral de geologische bodemopbouw heeft een permanent karakter.

Zoals reeds eerder werd aangegeven, heeft de aanleg van een banenstelsel in geaccidenteerde heideterreinen ook invloed op de omgeving. Gebleken is dat regenwater daar gedeeltelijk oppervlakkig afstroomt naar lagere delen en dat dit afstromingspatroon kan veranderen na de aanleg van zandbanen.

Aanbevolen nader onderzoek:
Nader onderzoek is gewenst naar:

- de mate waarin de berging (= verdeling) van neerslag in zo'n terrein verandert als gevolg van de aanwezigheid van zandbanen. Door het opstellen van een model kan het effect van de zandbaanlokatie en van terreineigenschappen (graad en lengte van hellingen) worden berekend. Een nauwkeurig beeld van de neerslagberging is niet alleen nuttig omdat het waterpeil in veel vennen beïnvloed wordt door oppervlakkige toestroming van neerslag, maar uit recent onderzoek is ook gebleken dat het voortbestaan van de ondoorlatende lagen onder deze vennen afhankelijk kan zijn van een bepaalde minimum watertoevoer (Dekker e.a. 1986, zie literatuurlijst hoofdstuk 3).

- de relatie tussen neerslagberging en de vegetatie.
  Vennen zijn vaak plaatsen waar neerslag permanent of semipermanent stagneert, waardoor een zeer afwijkende vegetatie is ontstaan. Het is niet duidelijk in hoeverre de vegetatie afwijkt op plaatsen waar de aanvoer en/of stagnatie van neerslag minder extreem is. Hiervan zou een beter beeld verkregen kunnen worden door de berekeningen van een bergingsmodel voor een concrete situatie te koppelen aan een vegetatiekartering van hetzelfde gebied.

b. Wat is de invloed op flora, fauna en bodem bij het in gebruik nemen en inrichten van een nieuw oefenterrein?

Antwoord: Deze invloed is uiteraard sterk afhankelijk van het terrein zelf en zijn omgeving, de inrichting ervan alsmede de aard en intensiteit van het terreingebruik. In deze studie is aandacht besteed aan enkele algemene aspecten van terreininrichting en gebruik:

- het ruimtebeslag van infrastructurele voorzieningen (rapport 10);
- effecten van barrièrewerking als gevolg van zandbanen (rapport 6);
- hydrologische gevolgen van zandbanen in heideterreinen (rapport 8);
- effecten van rustverstoring op broedvogels in heideterreinen (rapport 12);
- effecten van berijding van heide- en stuifzandterreinen (rapporten 11, 13 en 15).

c. Hoe ontwikkelen de geamoveerde banen zich ten aanzien van bodem en flora (zie ook vraag 4)?

Antwoord: Hieraan is geen gedetailleerd onderzoek gedaan. Uit globale waarneming blijkt wel dat de tot nu gevolgde methode van amovering tot gevolg heeft dat vooral op haarpodzolgronden het ingezaaide schapegras binnen enkele jaren als dominante soort grotendeels wordt verdrongen door spontaan gevestigde struikheide. Vanuit overwegingen van natuurbeheer is het echter beter eerst na te gaan hoe de vegetatie zich ontwikkelt indien geen of weinig maatregelen zouden worden genomen op de overbodige wegen. Daartoe is de kieming en vestiging van plantesoorten uit heidemilieus beschreven in rapport 7, grotendeels op basis van een literatuurstudie en ervaringen met situaties die verwant zijn met amoveringen.
Omdat een volledig spontane vegetatieontwikkeling ook afhankelijk is van eventuele erosie, is in rapport 9 een overzicht gegeven van het erosiegevaar op militaire terreinen. Aangezien de variatie in vegetatieontwikkeling een belangrijk gegeven is - ook bij enigerlei vorm van kunstmatig ingrijpen - is tenslotte in rapport 14 onderzocht wat de bodemkundige oorzaken zijn van vegetatieverschillen op de bestaande geamoveerde zandbanen.

Aanbevolen nader onderzoek:
In dit rapport wordt ervoor gepleit overbodige wegen te amoveren door middel van een beheer waarbij deze wegen niet of slechts weinig worden bewerkt. Aanbevolen wordt een dergelijke maatregel in de praktijk te volgen om meer inzicht te krijgen in de overdraagbaarheid ervan naar andere situaties. In overleg met de terreinbeherende instantie zouden die methoden kunnen worden beproefd, waarvan verwacht wordt dat ze het best aansluiten bij de natuurbeheersdoelstellingen die ter plaatse prioriteit genieten.

d. Wat zijn de gevolgen van het spitten van banen voor de bestaande, langs deze banen aanwezige vegetatie?

Antwoord: Door de aanwezigheid van zandbanen kan bodemmateriaal inwaaien in naastgelegen vegetaties. De effecten daarvan zullen variëren van 'geen' effect (verandering) in stuifzandvegetaties tot vrij ingrijpende effecten in vegetaties van voedselarme vennen en natte heide. Hieraan is in deze studie geen nadere aandacht besteed, dan alleen enkele algemene opmerkingen in rapport 4.
Voorts kan het spitten van banen tot gevolg hebben dat ondoorlatende lagen worden doorbroken. In dat geval zal ook de naastgelegen vegetatie veranderen. Aan de gevolgen van verdroging is en wordt elders veel onderzoek gedaan. In deze studie zijn die gevolgen buiten beschouwing gebleven.
Tenslotte kan in geaccidenteerde terreinen de oppervlakkige afstroming van water onderbroken worden door zandbanen (rapport 8). In hoeverre dat effecten heeft op de vegetatie, is in deze studie niet nader onderzocht.

3. De gevolgen van het herinrichten van stuifzandgebieden

a. Wat zijn de gevolgen voor het karakter (d.w.z. flora en fauna) van een stuifzandgebied door het aanleggen van zandbanen geschikt voor wielvoertuigen?

Antwoord: Hiervoor wordt verwezen naar de antwoorden op de vragen 2.1 en 2.2. Voor een gedetailleerd antwoord is het onontbeerlijk te beschikken over inrichtingsplannen van concrete terreinen, alsmede over de plannen om de zandbanen geschikt te maken voor wielvoertuigen.

b. Wat zijn de gevolgen voor het karakter (d.w.z. flora en fauna) van een stuifzandgebied door het gebruik van rupsvoertuigen?

Antwoord: Verwacht wordt dat door vrij gebruik van een stuifzandgebied vrijwel geen vegetatie overblijft. Die verwachting is gebaseerd op:

- de geringe bedekking die de vegetatie 'van nature' heeft in een levend stuifzand;
- de grote gevoeligheid van enkele kenmerkende (groepen van) plantesoorten voor berijding, zoals mossen en korstmossen, die het overgrote aandeel hebben in de totale bedekking van de vegetatie, en die gedeeltelijk ook als 'kwartiermakers' opereren voor andere soorten (rapport 15).

De fauna, die ook in stuifzandgebieden sterk afhankelijk is van de aanwezigheid (d.w.z. aard en structuur) van de vegetatie, zal navenant reageren op het vrij rijden door rupsvoertuigen. In stuifzandvegetaties zijn ook enkele grassoorten vertegenwoordigd. Deze zijn beter bestand tegen berijding. In de eenmalige berijdingsexperimenten is zelfs uitbreiding geconstateerd van buntgras en schapegras. In de praktijk zullen deze grassen zich waarschijnlijk alleen kunnen handhaven c.q. uitbreiden op plaatsen waar slechts zeer weinig wordt gereden.

4. De evaluatie van de plantengroei op geamoveerde banen en herstelde terreingedeelten en tevens de terreingedeelten die niet meer bebost worden

a. Welke opeenvolging van vegetaties (plantesoorten) ontstaat er op de geamoveerde banen en de terreingedeelten die niet meer worden bebost?

Antwoord: De oudste amoveringen waarvan de methode kan worden gereconstrueerd, dateren van 1976/77 (Stakenberger Heide), 1978/79 (Ermelose Heide) en 1980/81 (Elspeetse Heide). De vegetatieontwikkeling in deze terreinen is globaal beschreven in rapport 14. Zie voorts het antwoord op vraag 2c.
Aan terreingedeelten die niet meer worden bebost, is hier geen onderzoek gedaan. Vanuit bestaande ervaringen is bekend dat na het kappen van bos in sommige gevallen een goede uitgangssituatie kan ontstaan voor waardevolle vegetaties. Gelet op de overwegende milieutypen op de militaire terreinen gaat het daarbij om vegetaties van stuifzanden (op duin- en vlakvaaggronden) en van heidevelden (op holt-, haar- en veldpodzolgronden). Of dergelijke vegetaties inderdaad ontstaan, hangt echter sterk af van de lokale situatie, i.c. de dikte van de strooisellaag, de ouderdom van het bos, de oppervlakte te creëren open terrein, begroeiing van aangrenzend terrein, eventuele veranderingen in de grondwaterstand e.d. Vaak zal het gewenst zijn de strooisellaag te verwijderen, wil men het ontstaan van monotone vlakten met pijpestrootje of bochtige smele vermijden. Op podzolgronden dient dat met grote omzichtigheid te gebeuren, omdat anders zeer langdurige 'storingseffecten' kunnen optreden.
Alvorens het bos te kappen, dient men het ontwikkelen van bovenbedoelde heide- en stuifzandvegetaties - en de risico's die daaraan zijn verbonden - uiteraard altijd af te wegen tegen de natuurwaarden van het bestaande bos.

b. Komt de gewenste begroeiing (heide) er uiteindelijk?

Antwoord: In de paragrafen 7.3 en 7.4 van dit rapport wordt aangegeven dat de keuze van de gewenste begroeiing afhankelijk is van de nagestreefde natuurbeheers- of andere doelstellingen. De tot nu toe gevolgde methode van amovering is voornamelijk gericht op het herstel van het oude reliëf en landschap, terwijl ook erosie bijna overal wordt voorkomen.
In het natuurbeheer wordt echter ook grote waarde gehecht aan de begrippen natuurlijkheid, eigenheid en verscheidenheid. Met het oog daarop wordt in de genoemde paragrafen de wenselijkheid uitgesproken van amoveringsmethoden, waarbij weinig of geen cultuurmaatregelen worden genomen.

c. Is de huidige inzaai met schapegras de beste manier om deze uiteindelijke begroeiing te bewerkstelligen?

Antwoord: Schapegras treedt van nature vaak op als pioniersoort in zandverstuivingen en kan aan de randen daarvan massaal voorkomen. Als zodanig 'past' de soort ecologisch waarschijnlijk goed op te amoveren zandbanen. Bovendien lijkt schapegras - waar dit is ingezaaid - weinig concurrentie uit te oefenen op struikheide en andere soorten en mogelijk zelfs de vestiging van heide te versnellen (rapport 14). De dominante rol van het ingezaaide schapegras wordt dan ook meestal na enkele jaren - vooral op de haarpodzolgronden - overgenomen door struikheide. Toch kan men reserves hebben ten opzichte van de inzaai van schapegras. De natuurlijkheid van de vegetatie die ontstaat is kleiner dan wanneer men volstaat met weinig of geen cultuurmaatregelen. Door de inzaai en door de voorbereidende grondbewerking kan ook een deel van de natuurlijke en karakteristieke (door eerdere antropogene invloed ontstane) verschillen in de vegetatie verloren gaan.

Daarentegen wordt verwacht dat bij een beheer van 'niets doen' een grotere verscheidenheid van organismen en levensgemeenschappen ontstaat op de verlaten zandbanen. Deze verscheidenheid heeft sterke relaties met bestaande ecosystemen van heide- en stuifzandterreinen (zie ook paragraaf 7.3 in dit rapport).

d. Is inzaaien met heide effectief?

Antwoord: Aangenomen mag worden dat de natuurlijke verbreiding van heidezaad in heideterreinen zo groot is dat het vestigingsproces van heide en andere plantesoorten ten hoogste enkele jaren wordt versneld door inzaaien. Bij afwezigheid van b.v. bepaalde mycorrhiza's heeft het inzaaien van heide zelfs geen effect (zie ook rapport 7).

e. Is de bodembewerking bij de te amoveren banen de juiste?

Antwoord: Door bodembewerking kan de oorspronkelijke bodemopbouw worden verstoord. Dat is nadelig uit een oogpunt van natuurbehoud. Ook de vegetatie kan soms ongunstig reageren op bodembewerking. Terwille van het herstel van reliëf en ter vergemakkelijking van toekomstige beheersmaatregelen (maaien) kan men overwegen de reeds gestoorde terreindelen te egaliseren.

Bijlage 1

Lijst van gebruikte afkortingen

ASK	Artillerieschietkamp
BOT	Bataljonsoefenterrein
COT	Compagniesoefenterrein
CSK	Cavalerieschietkamp
EOT	Eenheidsoefenterrein
IMAG	Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
ISK	Infanterieschietkamp
NRLO	Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek
OOT	Overig oefenterrein
RIN	Rijksinstituut voor Natuurbeheer
SMT	Structuurschema Militaire Terreinen
Stiboka	Stichting voor Bodemkartering

Bijlage 2

Samenstelling van de projectgroep

ing. W.B.M. Arts	- Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
ing. J.F. Bannink*)	- Stichting voor Bodemkartering
mr. J.H. Bergsma (van jan. tot aug. 1984)	- Sectie Landbouwkundig Onderzoek TNO
ir. H.M. Beije	- Rijksinstituut voor Natuurbeheer
mr. dr. J.C.E. van den Brandhof (na aug. 1984)	- Sectie Landbouwkundig Onderzoek TNO
ir. W.H. Diemont	- Rijksinstituut voor Natuurbeheer
mw. C.G. Korteweg (tot jan. 1984)	- Sectie Landbouwkundig Onderzoek TNO
ir. J. Lambermont (tot sept. 1983)	- Ministerie van Defensie, Directie Gebouwen, Werken en Terreinen
ir. K.R. van Lynden (na maart 1984)	- Stichting voor Bodemkartering
ir. J.C. Pape (tot maart 1984)	- Stichting voor Bodemkartering
ir. U.D. Perdok	- Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
drs. J. Wiertz	- Rijksinstituut voor Natuurbeheer
ir. P.A.M. van Winden (na aug. 1984)	- Ministerie van Defensie, Directie Gebouwen, Werken en Terreinen
ir. A.L.J. Wijnhoven	- Rijksinstituut voor Natuurbeheer (projectcoördinator)
ir. F.C. Zuidema	- Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (voorzitter)
ir. T. Zwart	- Ministerie van Defensie, Directie Gebouwen, Werken en Terreinen

*) Overleden op 27 augustus 1985

Bijlage 3

Rapporten die zijn verschenen in het kader van dit onderzoek

Rapport 1: Wiertz, J. 1980. Achtergrond, probleemstelling en voorgestelde studieopzet, met een uitgewerkt voorstel voor studiefase I.
RIN, Leersum. 13 p.

Rapport 2: Vrielink, J.G. & J.C. Pape 1981. Globale omschrijving van de bodemgesteldheid van een aantal militaire terreinen.
Stiboka, Wageningen. 301 p.

Rapport 3: Beije, H.M. & L.M.F. Husson 1981. Globale beschrijving van het biotische milieu, de cultuurhistorie en het militair gebruik van een aantal militaire terreinen.
RIN, Leersum. 221 p.

Rapport 4: Weinreich, J.A. 1981. Ingreep-effectrelaties tussen militaire oefeningen en het natuurlijk milieu.
RIN, Leersum. 89 p.

Rapport 5: Beije, H.M. 1981. Onderzoekvoorstellen.
RIN/Stiboka/IMAG, Leersum/Wageningen. 42 p.

Rapport 6: Beije, H.M. 1982. Isolatie-effecten als gevolg van wegen en zandbanen.
RIN, Leersum. 35 p.

Rapport 7: Beije, H.M. 1982. Kieming en vestiging van plantesooren uit heidemilieus.
RIN, Leersum. 48 p.

Rapport 8: Dekker, L.W. & J.H.M. Wösten 1983. Hydrologische gevolgen van het losmaken van humuspodzol-B-horizonten op de Elspeetse Heide en in het Rozendaalse Veld.
Stiboka, Wageningen. 57 p.

Rapport 9: Bannink, J.F. & K.R. van Lynden 1986. Erosiegevaar op militaire oefenterreinen.
Stiboka, Wageningen. 32 p.

Rapport 10: Beije, H.M. 1983. Ruimtebeslag en inrichtingspatroon van voorzieningen binnen enkele heideterreinen.
RIN, Leersum. 54 p.

Rapport 11: Beije, H.M. & J.G. Vrielink 1983. Effecten van berijding na 10-20 jaar op bodem en vegetatie van het Uddeler Buurtveld en de Arnhemse Heide.
RIN/Stiboka, Leersum/Wageningen. 102 p.

Rapport 12: Thissen, J.B.M. 1983. De invloed van militair gebruik op de broedvogelstand van heideterreinen op de Veluwe.
RIN, Leersum 57 p.

Rapport 13: Beije, H.M. & J.G. Vrielink 1984. Effecten van berijding op bodem en vegetatie van de Stakenberger Heide.
RIN/Stiboka, Leersum/Wageningen. 70 p.

Rapport 14: Beije, H.M. & J.G. Vrielink 1986. Verschillen in bodem en vegetatie binnen geamoveerde zandbanen op de Stakenberger en de Ermelose Heide.
RIN/Stiboka, Leersum/Wageningen. 41 p.

Rapport 15: Beije, H.M. & J.G. Vrielink 1986. Effecten van experimentele berijding en betreding in vier verschillende terreinen.
RIN/Stiboka, Leersum/Wageningen. ca. 64 p.

Rapport 16: Beije, H.M. 1986. Samenvattend rapport.
RIN, Leersum. 94 p.

Naar bovenvermelde rapporten kan als volgt worden verwezen (b.v. rapport 16):

Beije, H.M. 1986. Onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. 16. Samenvattend rapport.
RIN. Leersum. 94 p.