

WAARNEMINGEN AAN NACHTELIJKE VERPLAATSINGEN
VAN WATERVOGELS MET BEHULP VAN RADAR

A.J.Beintema, T.A.Renssen, G.Speek, R.J.van der Wal

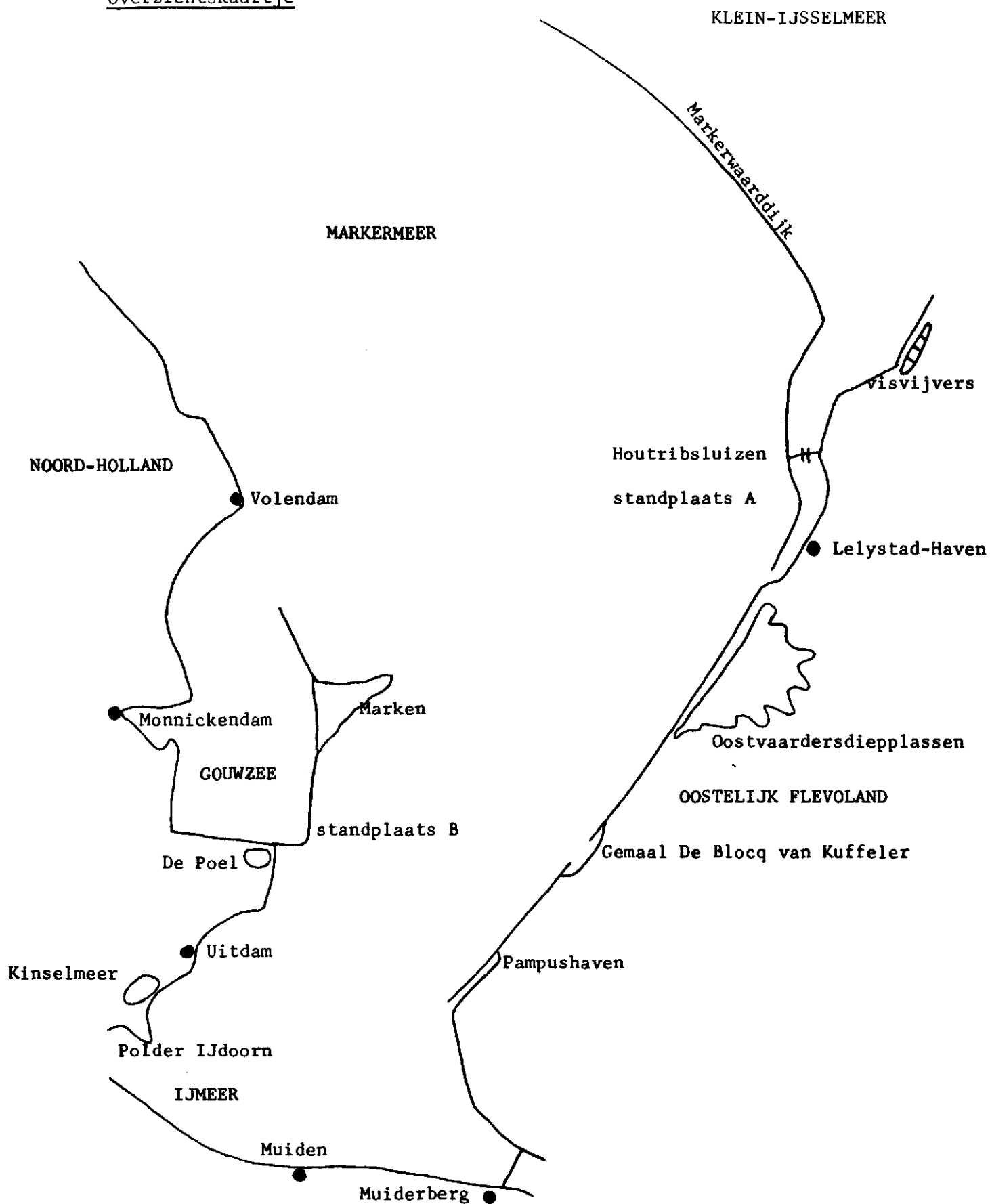
257705

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Leersum

1978

Overneming van gegevens is alleen
toegestaan na overleg met de auteur

Overzichtskaartje



1. Inleiding

In onze kennis omtrent het doen en laten van watervogels vormt hun nachtelijke activiteit een lacune. Bij een aantal soorten is bekend, dat ze overdag actief zijn in hun voedselgebieden en dat zij 's nachts elders, geconcentreerd slapen op vaste slaappleatsen. Het omgekeerde in tijd en plaats blijkt echter eveneens voor te komen, maar hierover is veel minder bekend.

De laatste jaren is het in toenemende mate duidelijk geworden dat vooral kuifeend en tafeleend 's nachts actief foerageren, in gebieden die vrij ver verwijderd kunnen zijn van de plaatsen waar ze overdag in grote concentraties liggen te rusten.

Voor het IJsselmeergebied kan een beter inzicht in de nachtelijke verplaatsingen van watervogels grote konsekwenties hebben voor uitspraken over de betekenis van het IJsselmeer voor deze vogels.

De tot nu toe veel gehoorde veronderstelling dat kuif- en tafeleenden in hoofdzaak de randen van het meer gebruiken, zou bijvoorbeeld onjuist kunnen zijn. Het is heel wel denkbaar dat deze eenden overdag in grote concentraties langs de oevers liggen te rusten en dat zij 's nachts op grote afstand van de kust verspreid foerageren.

Omdat de vogels de rustplaatsen pas na het invallen van de duisternis verlaten en vóór het licht wordt weer terug zijn, is het moeilijk om waarnemingen te doen aan deze verplaatsingen.

Waarnemingen bij volle maan en waarnemingen met behulp van infraroodkijkers zijn tot nu toe hoogst onbevredigend gebleven, mede omdat de vogels grote afstanden lijken af te leggen.

Om de verplaatsingen over grotere afstanden te kunnen blijven volgen, werd gebruik gemaakt van de radarapparatuur van het Vogeltrekstation Arnhem. Op het scherm waren verschillende bereiken instelbaar, tot maximaal 25 km. Daarbij was weliswaar de Noordhollandse kust te zien, maar de vogelescho's zijn dan klein en doorgaans toch niet zo ver te zien. Bij kortere bereiken bleken de eenden op het scherm zeer goed te zien te zijn, in hoofdzaak tot ca 5 km afstand. De meeste echo's verdwenen dan vermoedelijk omdat de vaak zeer laag vliegende vogels achter de horizon verdwenen. Redelijke aantallen bleven zichtbaar tot ca 10 km, daarbuiten werd slechts incidenteel een groep waargenomen. Dit kunnen bijvoorbeeld groepen vrij hoog vliegende ganzen geweest zijn. Na wat experimenteren werden de meeste waarnemingen verricht met het 5-km-bereik. De vogelescho's zijn in eerste instantie te herkennen aan hun verplaatsingssnelheid. Deze bedroeg in alle gevallen ca 60-80 km per uur. De stippen

op het scherm worden maar zelden door een enkele vogel veroorzaakt; meestal vertegenwoordigt een goed zichtbare vlek een vrij grote, vrij dichte groep. De grootte ervan is dan niet te schatten. Ook is het niet mogelijk soorten te herkennen, maar hier brengen (zolang er nog licht is) zichtcontroles soms uitsluitel.

Van 18 tot 28 januari 1977 werden de waarnemingen verricht vanaf een parkeerplaats bij de Houtribsluizen, van 28 januari tot 2 februari 1977 vanaf de parkeerplaats aan het begin van de dijk naar Marken.

Veel dank is verschuldigd aan het Vogeltrekstation te Arnhem, dat ons belangeloos de radarapparatuur ter beschikking stelde.

De Dienst Zuiderzeewerken verleende toestemming de standplaats bij de Houtribsluizen te gebruiken en heeft ons daar van stroom voorzien. Voorts mochten wij van hen directe hulp ontvangen, toen zich enige malen technische moeilijkheden voordeden, waarvoor onze dank.

2. Chronologisch verslag van de waarnemingen

A. STANDPLAATS HOUTRIBSLUIZEN

18 januari

Geen goede waarnemingen kunnen verkrijgen.

19 januari

Voor het eerst werden bewegingen van vogels herkend. Om 7.30 uur ontstond een stroom stippen vanuit het Markermeer in oostelijke richting.

Overdag werden verder geen waarnemingen gedaan.

Van 15.30 uur tot 16.15 uur was duidelijke activiteit op 3 km ten NW van de sluis zichtbaar. Grote fronten vormden zich (tot 2 km breed, zeer ondiep); deze bewogen in ZZO richting en arriveerden tussen 16.20 uur en 16.40 uur bij Lelystad-Haven. Om 17.00 uur werd met zichtwaarnemingen vastgesteld dat zich hier op de slaappleats grote concentraties nonnen bevonden. Bovengenoemde bewegingen zouden als de nonnenslaaptrek geïnterpreteerd kunnen worden.

Tussen 15.30 uur en 16.00 uur maakten zich soms kleine groepjes los van de Markerwaarddijk; deze verplaatsen zich in westelijke richting. Tussen 16.00 uur en 17.40 uur was daar weinig beweging meer te zien.

Door waarnemingen buiten werd vastgesteld dat langs de dijk tot aan de bocht (hier begon een ijsveld; zie kaartjes) duizenden kuifeenden lagen.

Hier werd door een waarnemer gepost tot 17.40 uur; toen was het te donker om nog iets te zien; er werden geen verplaatsingen vastgesteld. Om 17.40 uur was echter op de radar te zien dat zich plotseling grote groepen losmaakten van de dijk. Deze verplaatsten zich in westelijke richtingen, om op afstanden van 2 tot 4 km van de dijk (3-6 km ten NO van de sluis) "op te lossen" (neerstrijken?).

Na 18.30 uur weinig activiteit.

Gedurende de nacht werd op het scherm automatisch om de 12,5 minuut gefotografeerd. Deze foto's wijzen erop dat er 's nachts zeer weinig verplaatsingen plaatsvinden.

20 januari

Om 7.40 uur was de eerste groep te zien. Deze verplaatste zich op 3 km afstand in het Markermeer in oostelijke richting. Van 7.45 uur tot 8.40 uur kwam er een gestage stroom van echo's uit het Markermeer in oostelijke richting; deze losten op bij de dijk. Na 8.40 uur begonnen plotseling grote groepen van de dijk over te steken in de richting van de visvijvers; dit duurde tot 8.50 uur. Er werden geen echo's gezien die uit Lelystad-Haven kwamen. Toch bleken later

de meeste nonnen (ruim 10.000) langs de Markerwaarddijk ten noorden van de sluizen te liggen foerageren. Mogelijk zijn ze de sluis te laag en te dichtbij gepasseerd.

Van 16.15 uur tot 16.30 uur arriveerden er groepen uit NW bij de nonnenslaapplaats in Lelystad-Haven. Om 16.43 uur kwam een grote groep vanuit de hoek bij het ijsveld in ZW richting aanvliegen, evenwijdig aan de dijk de radarpost passerend (Nonnenslaaptrek richting Oostvaardersdiep?).

Van 17.45 uur tot 18.20 uur stroomden echo's vanuit Lelystad-Haven naar het NW; deze losten op ca 1,5 km vanaf de dijk op. Een W-stroom vanaf de Markerwaarddijk was minder duidelijk.

Na 18.30 uur was er nauwelijks meer activiteit.

Nacht: als vorige; wel werd enige malen een tijdje waargenomen (21.30 uur, 22.30 uur, 1.00 uur en 1.20 uur).

21 januari

Om 7.24 uur werd de eerste activiteit gezien. Er kwamen groepjes uit het NW in het Markermeer op 6 km afstand oostwaarts aanvliegen. Om 8.30 uur ontstonden overal groepjes, die achter elkaar bij de bocht in de Markerwaarddijk arriveerden. Massale verplaatsingen naar het oosten hielden aan tot 8.50 uur.

Vanaf 8.40 uur werd ook massaal overgestoken naar de visvijvers. (Op het 10-km bereik was te zien dat veel groepjes op 8,5 km afstand ontstonden; dit betekent dat ze van achter de horizon komen en dus van veel verder kunnen komen).

Ondertussen vertrokken vanuit Lelystad-Haven groepen naar het NW tussen 7.30 uur en 7.40 uur (nonnen?). Na 8.30 uur trad groepsvorming op in het Markermeer, 5 km vanaf de sluis, tot 2 km vanaf de Markerwaarddijk. Om 9.00 uur bleken hier ruim 8000 nonnen te liggen. 's Middags lag hier niet één; wel verbleven er toen duizenden langs het Oostvaardersdiep.

Na 16.15 uur werd groepsvorming genoteerd op 6 km ten NW van de sluis, deze groepen verplaatsten zich naar het ZW (mogelijk de uit het oog verloren nonnen).

Van 16.25 uur tot 16.35 uur vonden massale verplaatsingen plaats vanaf het Oostvaardersdiep evenwijdig aan de dijk naar Lelystad-Haven.

Echo's stroomden de scheepvaartingang binnen. (Dit zou als nonnenslaaptrek kloppen met de overdag vastgestelde posities).

Om 16.30 uur werden grote groepen op 9 km afstand in het Markermeer zichtbaar, ongeveer aan de ijsrand (NNW) deze verplaatsten zich naar het NNO (geen idee welke soort). Vanaf 17.55 uur kwamen er groepen los van de Markerwaarddijk, deze stopten bij de ijsrand op 5-7 km afstand. Tot 18.10 uur gingen nog geregeld groepjes vanuit Lelystad-Haven en vanaf de Markerwaarddijk in westelijke

richting, tot ca 6 km vanaf de dijk. 's Nachts vonden geen bewegingen van betekenis plaats.

22 januari

Tussen 6.00 uur en 7.00 uur was niets te zien. Om 7.10 uur ontstond de eerste groep vlak ten W van de Markerwaarddijk; deze ging over de dijk naar het oosten, in de richting van de visvijvers. Na 7.25 uur waren er plotseling zeer veel echo's, en traden massale oostwaartse verplaatsingen op door het Markermeer, zichtbaar vanaf ca 8 km. Ook gingen ze weer massaal over de dijk in de richting van de visvijvers, tot 7.45 uur.

Om 8.15 uur gingen er groepen uit Lelystad-Haven naar het ZW; deze waren te volgen tot 6 km. (incidentele waarneming op het 25 km bereik:

7.25 uur: een grote groep passeert Markerwaarddijk in NNO richting, vlak onder Enkhuizen, afstand 15 km.

7.40 uur: een groep vanuit het NO arriveert aan de Markerwaarddijk op ca 15 km. Deze groepen moeten op enkele tientallen meters hoogte gevlogen hebben).

's Middags waren er vrijwel geen verplaatsingen te zien die verband zouden kunnen houden met nonnenslaaptrek. Zichtwaarnemingen bevestigen dat de nonnen deze nacht niet in Lelystad-Haven geslapen hebben, maar massaal in de Oostvaardersdiepplassen.

Om 17.20 uur kwamen de groepen van de Markerwaarddijk los en vlogen naar het noorden in de richting van het ijsveld. Om 18.30 uur ontstonden groepjes in het Markermeer op 4 km afstand, 2 km vanaf de dijk; deze gingen ook naar het noorden.

Vanaf 19.00 uur waren er massale verplaatsingen vanaf de visvijvers in W en NW richtingen; de vogels kruisten de dijk en volgden op 6 km afstand de ijsrand in NW richting, het beeld uit. Tussen 19.35 uur en 19.55 uur kwamen enkele groepen uit het NW in Lelystad-Haven binnen.

's Nachts om 23.30 uur werden 2 groepen geregistreerd in NW richting op 8 km afstand, en om 0.47 uur op 4,5 km afstand in het Markermeer (NW) een groep die zich naar het NO verplaatste.

23 januari

's Ochtends viel er zware regen; het hele beeld was één echo.

Van 16.55 uur tot 17.05 uur kwam er een groep uit het ZW langs het Oostvaardersdiep Lelystad-Haven binnen. Van 17.00 uur tot 17.25 uur waren lokale verplaatsingen binnen het Markermeer nabij de ijsrand te zien in NO richting; sommige groepen gingen de dijk over naar het oosten.

Van 18.00 uur tot 18.20 uur traden verplaatsingen op vanaf de Markerwaarddijk naar de visvijvers toe, in ZO richting. Ook waren er verplaatsingen naar het NW, vanuit de dijkbocht.

's Nachts was niets te zien. De beeldkwaliteit werd steeds slechter.

24 januari

Van 4.23 uur tot 7.34 uur was niets te zien.

Om 7.34 uur was er plotseling een massale oostwaartse trek vanaf 8 km in het Markermeer, de dijk over in de richting van de visvijvers. Dit duurde tot 7.50 uur, met nakomers tot 8.45 uur.

Tussen 7.40 uur en 8.15 uur vertrokken groepjes vanuit Lelystad-Haven naar het NW.

NB. Door directe waarnemingen werd vastgesteld dat in de afgelopen dagen overdag 10-15.000 kuifeenden verbleven op het IJsselmeer, vlak voor de visvijvers.

Verder werden geen waarnemingen meer bij de Houtribsluizen verricht, wegens resp. storing, storm en technische problemen.

28 januari

De radar werd verplaatst naar de dijk naar Marken.

B. STANDPLAATS MARKEN

29 januari

Er werden geen waarnemingen gedaan tijdens de ochtendtrek wegens harde wind. Van 17.30 uur tot 18.30 uur was een naar het NO gerichte trek vanaf de oostpunt van Marken en vanuit de noordelijke Gouwzee te zien.

Van 18.10 uur tot 18.20 uur vond vanuit de haven van Monnickendam trek naar het NO plaats. Om 18.10 uur was er trek naar het ZW vanaf de oostpunt van Marken tot zuidelijk van de radarpost.

Van 19.15 uur tot 19.30 uur werd zuidwaartse trek voor de ingang van Pampushaven vastgesteld.

30 januari

Van 7.00 uur tot 7.10 uur verplaatsten zich groepen langs het Oostvaardersdiep in ZW richting, tussen het gemaal De Blocq van Kuffeler en de Pampushaven.

Van 7.25 uur tot 8.40 uur kwamen er vanuit het NO groepen naar Marken en de noordelijke Gouwzee. Ook trokken er groepen vanaf een punt 3 km oostelijk naar de Noordhollandse kust en (8.30 uur) naar de Pampushaven.

NB. Op het 25-km bereik was om 7.40 uur duidelijk te zien dat de grote massa van ver weg uit het NO kwam, in zuidelijke richtingen trekkend.

Om 8.50 uur gingen enkele groepjes van de Polder IJdoorn naar het NNO.

Na 9.00 uur was het hele ZW-IJsselmeer stampvol echo's, waarschijnlijk overwegend van meeuwen.

Om 16.35 uur kwam er vanuit het oosten trek die op het Kinselmeer gericht was. Voor de Pampushaven ontstond een zeer grote echo (zichtcontrole: nonnen en meeuwen).

Van 16.55 uur tot 17.05 uur was oostwaarts gerichte trek vanaf Uitdam te zien. Ook waren er verplaatsingen vanuit het ZO, in de richting van de radarpost.

Om 17.05 uur was trek vanaf Uitdam te zien naar het O en het NO.

Van 18.00 uur tot 19.20 uur ging een variërende hoeveelheid echo's naar het NO, vanuit de Gouwzee, de "Poel" (waar overdag alleen kuifeenden en smienten aanwezig waren) en van de omgeving van het Kinselmeer. Van 20.00 uur tot 20.15 uur waren nog weer naar het NO trekkende groepen te zien. In deze periode (tussen 18.00 uur en 19.00 uur) kwamen af en toe een echo uit het IJmeer in de richting Kinselmeer.

31 januari

Om 7.20 uur waren er zeer veel echo's, vooral ten N van Marken en voor Volendam. Van 7.25 uur tot 8.25 uur was er steeds Z, W en ZW trek langs Marken de Gouwzee in en langs Uitdam (naar het westen afbuigend). Af en toe gingen er echo's vanaf Uitdam naar het O (brilduikers of nonnen?). Bij zichtcontrole bleken er reeds duizenden kuifeenden op de Gouwzee te zijn.

Tussen 8.30 uur en 9.30 uur hield de trek vanuit het N en NO naar het Z en het ZW aan, maar minder massaal.

Wegens concentratie op de Gouwzee werd niet naar trek bij de Pampushaven gekeken.

Om 16.20 uur waren er als gebruikelijk veel echo's. Tussen 16.30 uur en 16.55 uur werden langs de kust bij Uitdam twee tegengestelde trekrichtingen vastgesteld: a. vanuit de kust naar het O, later naar het NO, b. vanuit het NO en het O naar de kust toe (NB eventuele trek vanuit het ZO naar Uitdam is vanaf deze standplaats niet waar te nemen).

Van 16.45 uur tot 18.50 uur vond trek vanuit de Gouwzee naar het NO plaats.

Ook vanuit Pampushaven was trek in W en NO richtingen te zien, soms zeer dicht

langs het Oostvaardersdiep. Een enkele echo ging vanaf het gemaal de Blocq van Kuffeler naar het NO. Van 17.15 uur tot 17.25 uur kwamen er kleine echo's uit NO richting bij de Noordhollandse kust aan, ten Z van Uitdam.

1 februari

's Ochtends werden geen waarnemingen gedaan.

Om 17.40 uur was trek langs Uitdam naar het ZW te zien. Om 17.50 uur vond uit het NW en het ZW trek plaats naar de Pampushaven.

Van 18.30 uur tot 18.40 uur was er trek vanaf de Noordhollandse kust en vanuit de Gouwzee naar het NO te zien. (Om 18.25 uur werd de eerste trek vanuit de Pampushaven naar het NO gezien).

Van 18.50 uur tot 20.00 uur: storing.

Van 20.00 uur tot 20.45 uur vond er nog steeds trek naar het NO plaats vanaf de Noordhollandse kust, vanuit de Gouwzee en vanuit de Pampushaven.

's Nachts werden af en toe echo's gezien die van vogels zouden kunnen zijn.

Er werd gekeken van 23.45 uur tot 12.15 uur, van 3.05 uur tot 3.15 uur en van 6.30 uur tot 6.45 uur (2 feb.). Er was geen herkenbare trek.

2 februari

Van 7.35 uur tot 8.30 uur vond sterke trek uit het NO naar het ZW plaats.

Om 7.42 uur werd trek uit de Pampushaven naar het ZO gezien!

Om Marken heen verdween veel de Gouwzee in. Ook verdwenen er veel groepen onder Uitdam evenals in de Pampushaven.

Om 8.30 uur trad storing op.

Hierna werden geen waarnemingen meer gedaan, wegens te harde wind.

3. Samenvatting

Van 18 tot 24 januari 1977 werden radarwaarnemingen gedaan vanaf de Hout-
tribsluizen, van 29 januari tot 2 februari 1977 vanaf de dijk naar Marken.
De bedoeling was inzicht te krijgen in de nachtelijke verplaatsingen van
watervogels.

Gedetailleerde conclusies zijn vanzelfsprekend niet mogelijk, omdat men aan
de echo's noch de soorten, noch hun aantal kan bepalen. Hoogstens is onder-
scheid te maken tussen weinig, veel of massaal. Wel kunnen eenvoudig vlieg-
snelheden bepaald worden, deze bleken steeds ca 60 km per uur te bedragen,
hetgeen sterk op eendachtigen wijst. Verder konden geregeld voor vertrek of
na aankomst van groepen bij daglicht controles uitgevoerd worden om de soorten
te bepalen. Het bleek daarbij binnen het onderzochte gebied vrijwel uit-
sluitend om kuifeenden en nonnetjes te gaan.

Globaal genomen zijn er vier verkeersstromen te onderscheiden:

a. inkomend avondverkeer (kaart 1)

Vrijwel alleen gericht op de omgeving van het Kinselmeer, de Pampushaven en
Lelystad-Haven. Deze trek vindt vrij vroeg plaats, tussen 16.00 uur en 17.00
uur, nog bij daglicht. Dit lijkt goed overeen te stemmen met de slaaptrek
van nonnen en brilduikers.

b. uitgaand avondverkeer (kaart 2)

Dit vindt overwegend pas na zonsondergang plaats en houdt meestal aan tot
18.15 uur. De grootste aantallen komen van de Markerwaarddijk en van de vis-
vijvers (deze gaan in W en N richtingen en blijven waarschijnlijk binnen enkele
kilometers afstand ter weerszijden van de Markerwaarddijk), en vanuit de
Gouwzee, vanaf de IJmond en uit Pampushaven (deze groepen trekken ver door in
NO richting en blijven waarschijnlijk niet in de onmiddellijke nabijheid).
Deze verplaatsingen betreffen vermoedelijk kuif- en tafeleenden.

c. uitgaand ochtendverkeer (kaart 3)

Deze is slecht waarneembaar en is nooit massaal van karakter. De duidelijkste
bewegingen zijn te zien vanuit Lelystad-Haven en vanaf de omgeving van het
Kinselmeer. De trek vindt plaats tussen 7.30 uur en 9.00 uur. Volgens de ver-
onderstellingen betreft het hier weer in hoofdzaak de nonnetjes.

d. inkomend ochtendverkeer (kaart 4)

Deze trek vindt buitengewoon massaal plaats en vangt zeer plotseling aan, om
ca 7.30 uur en houdt aan tot 9.00 uur. Bij de Houtribsluizen is de trek voor-

namelijk naar het oosten gericht, vanuit het Markermeer, op de Markerwaard-dijk en vervolgens (soms na een korte pauze aldaar) op de kust bij de vis-vijvers. In het zuidelijk gebied is deze trek vooral gericht op de Gouwzee, de Noordhollandse kust ten zuiden van Marken en de Pampushaven.

Deze trek betreft vermoedelijk weer kuif- en tafeleenden.

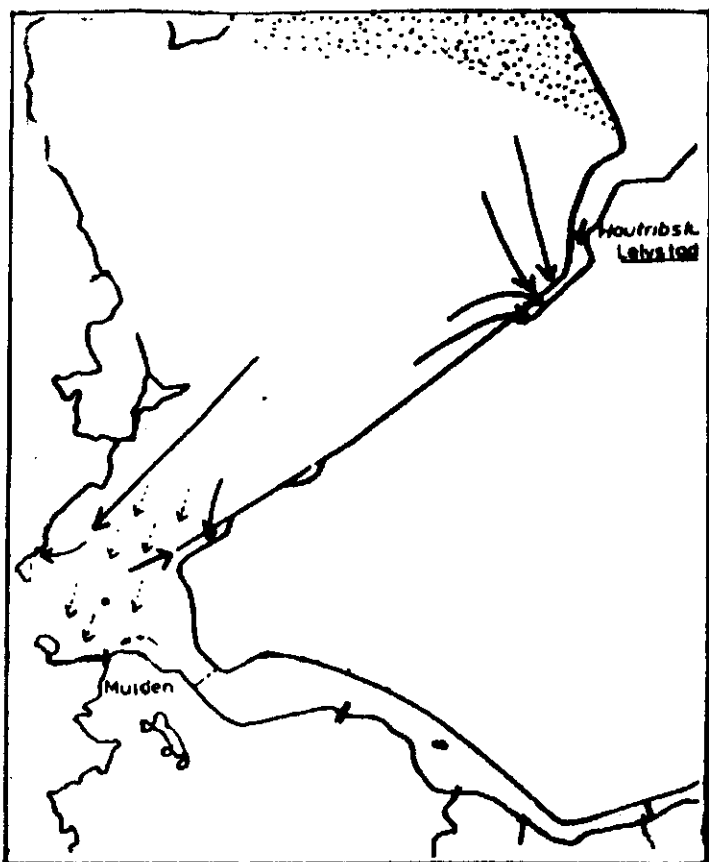
NB: a en c werd soms vertroebeld door grote hoeveelheden langzame echo's, die waarschijnlijk toegeschreven kunnen worden aan meeuwen slaaptrek, gericht op Diemen.

4. Conclusies

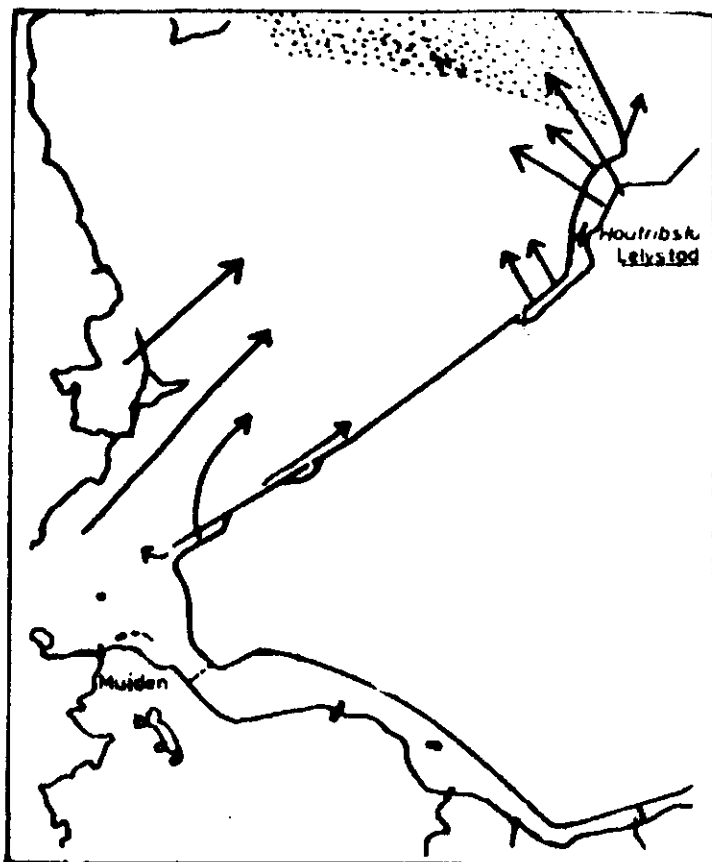
Bovenstaande waarnemingen maken het zeer waarschijnlijk dat de kuifeenden, die overdag langs de oevers van het Markermeer liggen, s'nachts midden op het open water foerageren. Het lijkt er daarbij op dat de vogels die in de omgeving van de Houtribsluizen liggen voornamelijk foerageren in het gebied ten westen van de dijk naar Enkhuizen, terwijl de vogels uit het zuidelijker deel veel verder vliegen.

Vanzelfsprekend zijn deze waarnemingen zeer fragmentarisch en zouden betere uitspraken mogelijk zijn als ook op het Klein IJsselmeer enkele waarnemingen gedaan zouden zijn.

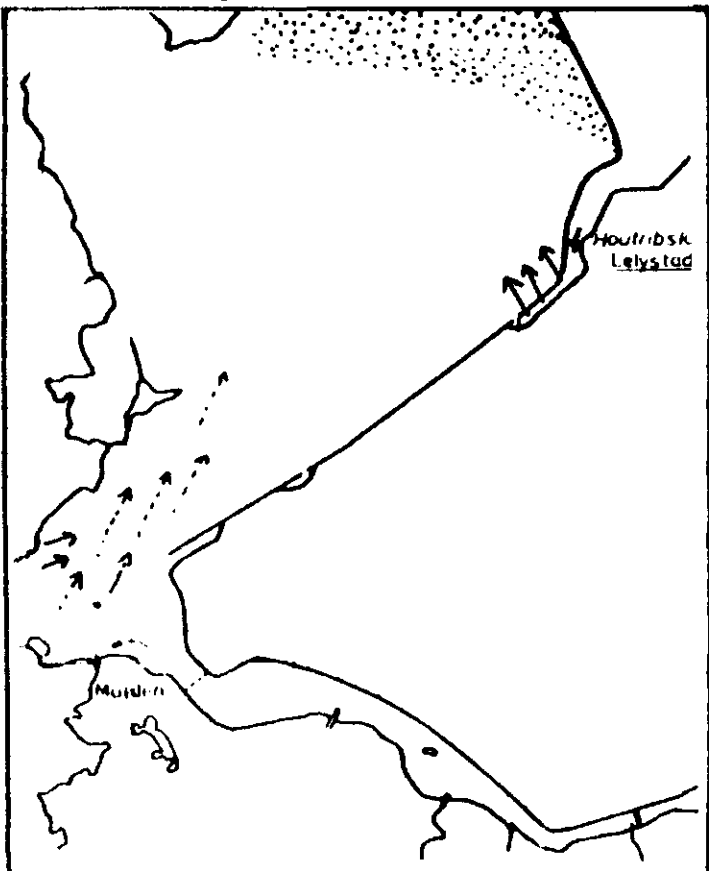
Kaart 1. Inkomend avondverkeer



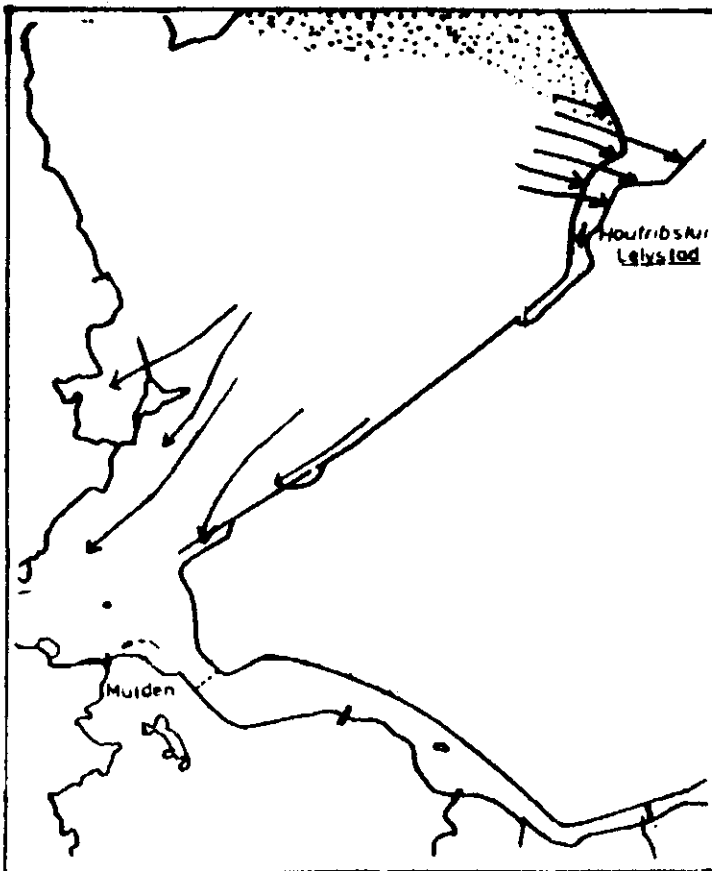
Kaart 2. Uitgaand avondverkeer



Kaart 3. Uitgaand ochtendverkeer



Kaart 4. Inkomend ochtendverkeer



gestippelde pijltjes: vermoedelijk meewenslaaptrek



Rapport 4

**ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN
VAN MILITAIRE OEFENINGEN OP
BODEM, VEGETATIE EN FAUNA**

**INGREEP-EFFECT RELATIES TUSSEN MILITAIRE
OEFENINGEN EN HET NATUURLIJK MILIEU**

J.A. Weinreich

164994

**RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
VESTIGING TEXEL**

**Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel
tel. 02226 - 343**

RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER, LEERSUM

Voorwoord	
Ten geleide	
1. Inleiding	1
2. Militaire terreinen	2
2.1 Oefenterreinen	2
2.1.1 Oefenterreinen voor de onderdeelvorming van gemechaniseerde eenheden	5
2.1.2 Oefenterreinen voor individuele opleidingen en onderdeelvorming van niet-gemechaniseerde eenheden	8
2.2 Schietterreinen	9
2.2.1 Schietterreinen voor hand- en vuistvuurwapens en andere lichte infanteriewapens; terreinen voor handgranaatwerpen	9
2.2.2 Schietkampen landmacht	11
3. Militair terreingebruik	12
3.1 Oefeningen op oefenterreinen	12
3.1.1 Algemeen	12
3.1.2 Individuele opleidingen en eenvoudige onderdeelvorming	15
3.1.3 Onderdeelvorming van gemechaniseerde eenheden	18
3.2 Oefeningen op schietterreinen en schietkampen	19
3.3 Inrichting van oefenterreinen	20
3.4 Inrichting van schietterreinen	22
4. Biotische en abiotische effecten van militair terreingebruik	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Militaire oefeningen	25
4.2.1 Betreding en berijding	25
4.2.1.1 Effecten van betreding en berijding op de bodem: inleiding	26
4.2.1.2 Directe effecten van betreding en berijding op de bodem: bodemverdichting	26
4.2.1.3 Directe effecten van betreding en berijding op de bodem: beschadiging bovenste bodemlagen	28
4.2.1.4 Indirecte effecten van betreding en berijding op de bodem: bodemerosie	30
4.2.1.5 Directe effecten van betreding en berijding op de vegetatie	30
4.2.1.6 Indirecte effecten van betreding en berijding op de vegetatie: gevolgen van bodembeïnvloeding	35
4.2.1.7 Indirecte effecten van betreding en berijding op de vegetatie: veranderingen in de soorten-samenstelling	38
4.2.1.8 Effecten op de bodemfauna	40
4.2.2 'Free-for-all' en intensieve berijding	41
4.2.3 Graven	43
4.2.4 Bivak	44
4.2.5 Geluid (lawaaï): explosie- en motorgeluid	47
4.2.6 Aanwezigheid in het terrein	51
4.2.7 Werking van projectielen, exclusief geluidseffecten	56

	blz.
4.3 Inrichting en beheer van militaire terreinen	57
4.3.1 Inleiding: militair-technische inrichtingseisen	57
4.3.2 Amovering	60
4.3.3 Overige inrichtingsaspecten m.n. ruimtebeslag	62
4.3.3.1 'free-for-all'	62
4.3.3.2 Zandbanen	63
4.3.4 Overig terreinbeheer	65
4.3.4.1 Inleiding	65
4.3.4.2 Heide	66
5. Samenvatting en conclusies	68
5.1 Inleiding	68
5.2 De categoriën militaire terreinen en de globale effecten van inrichting en beheer	68
5.2.1 Inleiding	68
5.2.2 Oefenterreinen	71
5.2.2.1 Inrichting van 'free-for-all', zandbanenstelsels en overige terreingedeelten	71
5.2.2.2 Gebruik van 'free-for-all', zandbanenstelsels en overige terreingedeelten	72
5.2.3 Schietterreinen en -kampen	72
5.2.3.1 Inrichting van schietterreinen	72
5.2.3.2 Gebruik van schietterreinen	73
5.3 De diverse soorten militaire oefeningen	73
5.4 Effecten op bodem, vegetatie en fauna	73
5.4.1 Effecten van betreding en berijding	73
5.4.2 Effecten van graven	74
5.4.3 Effecten van bivak	74
5.4.4 Effecten van geluid (lawaaï)	74
5.4.5 Effecten van aanwezigheid in het terrein	74
5.4.6 Effecten van explosieven, afgezien van het geluid	75
5.4.7 Effecten van amovering	75
5.5 Enige suggesties voor onderzoek	75
6. Literatuurlijst	76
Appendix 1	85
Appendix 2	86

Ten geleide

In het kader van het defensiebeleid met betrekking tot gebruik van beheer van militaire oefenterreinen heeft het Ministerie van Defensie in 1979 aan de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO) kenbaar gemaakt wetenschappelijk onderzoek te willen laten verrichten naar de effecten van het militair terreingebruik op natuur en milieu en naar de mogelijkheden van multifunctioneel gebruik van militaire oefenterreinen. Uit de daaropvolgende contacten tussen het Ministerie van Defensie en de NRLO is de participatie van dit Ministerie in de NRLO voortgekomen, waardoor de onderzoekswensen terecht kunnen komen bij die onderzoekinstellingen waar de deskundigheid aanwezig is.

De eerste opdracht die in 1980 door tussenkomst van de Hoofdgroep Defensie Onderzoek TNO bij de NRLO is geplaatst, betreft een onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. Als randvoorwaarden voor het onderzoek gelden de door het Ministerie van Defensie opgestelde vragenlijst (zie rapport 1), de definitieve lijst van betrokken militaire terreinen en de aard en intensiteit van het terreingebruik (zie rapport 3). Daarnaast is het Structuurschema Militaire Terreinen (SMT) mede richtinggevend. De resultaten van deze studie worden van betekenis geacht voor beheer en inrichting van oefenterreinen, alsmede voor een verdere onderbouwing van de verschillende functies die er in het kader van het Structuurschema Militaire Terreinen aan worden toegedacht. In verband met het beschikbare budget en de meerjarige onderzoeksperiode moest een zodanige selectie van terreinen en onderzoeksvraagstukken worden gemaakt dat een zo gunstig mogelijke overdraagbaarheid van de resultaten mag worden verwacht. Dit houdt in dat sommige terreintypen en activiteiten niet binnen deze opdracht aan de orde zullen komen, evenals bepaalde ecosystemen, zoals die van estuariene en mariene milieus. De studie wordt verdeeld in verschillende fasen. Studiefase I omvat de probleemstelling, een inventarisatie van de bodemgesteldheid en vegetatie van de militaire oefen- en schietterreinen en een uitgewerkt voorstel voor een vervolgonderzoek (fase II).

Bij deze eerste opdracht, die tenminste vier achtereenvolgende jaren zal duren, zijn verschillende onderzoekinstellingen en disciplines betrokken.

Ir. F.C. Zuidema,
Secretaris Afdeling Land-
inrichting en Natuur- en
Landschapsbeheer NRLO

In de eerste fase van het onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna werden de volgende rapporten vervaardigd:

- rapport 1 : Wiertz, J. 1980. Achtergrond, probleemstelling en voorgestelde globale studieopzet, met een uitgewerkt voorstel voor studiefase I. RIN, Leersum.
- rapport 2 : Vrielink, J.G. & J.C. Pape 1981. Globale beschrijving van de bodemgesteldheid van een aantal militaire terreinen. Stiboka, Wageningen.
- rapport 3 : Beijer, H.M. & L.M.F. Husson 1981. Globale beschrijving van het biotisch milieu, de cultuurhistorie en het militair gebruik van een aantal militaire terreinen. RIN, Leersum.
- rapport 4 : Weinreich, J.A. 1981. Ingreep-effect relaties tussen militaire oefeningen en het natuurlijk milieu. RIN, Leersum.
- rapport 5 : Beijer, H.M. 1981. Onderzoekvoorstellen. RIN/Stiboka/IMAG/NRLO, Leersum/Wageningen.

De samenstelling van de projectgroep is vermeld in appendix 1.

Naar bovenvermelde reeks van rapporten kan als volgt worden verwezen (b.v. rapport 1):

Wiertz, J. 1981. Onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. 1. Achtergrond, probleemstelling en voorgestelde globale studieopzet, met een uitgewerkt voorstel voor studiefase I. RIN, Leersum. 8p. + bijl.

I INLEIDING

Als onderdeel van de eerste studiefase van het onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna wordt in dit rapport een overzicht gegeven van de effecten, voorzover bekend, van militaire activiteiten (in vreedetijd) op het natuurlijk milieu. Samen met de rapporten 2 en 3, waarin een overzicht is gegeven van de bodemkundige, respectievelijk biotische hoedanigheden, oudheidkundige waarden en het militair gebruik van de in beschouwing genomen terreinen, is dit rapport tevens een voorbereiding op de tweede studiefase van het onderzoek.

Doel van dit rapport is aan de hand van 'ingreep'-beschrijvingen een overzicht te geven van de te verwachten effecten op het natuurlijk milieu. Deze effecten dienen gezien te worden in het licht van de doelstellingen van het natuurbehoud. Randvoorwaarden van het onderzoek zijn nader aangeduid in het Ten geleide. Het onderzoek is daarmee globaal beperkt tot de terreinen die gelegen zijn op de zandgronden in met name het oosten en zuiden van het land, en tot de oefeningen die hierop worden gehouden.

In het eerste deel van dit rapport (hoofdstuk 2 en 3) zijn de verschillende typen militaire terreinen en de daar uitgevoerde oefeningen beschreven. De gegevens hiervoor werden vooral verzameld door middel van:

- gesprekken met verschillende militaire vertegenwoordigers, met name van het Bureau Cultuurtechniek van de Directie Gebouwen, Werken en Terreinen (DGWT) en van het Provinciale Militaire Commandant (PMC) te Arnhem.
- het in maart van dit jaar verschenen beleidsvoornemen inzake de militaire terreinen, zoals dat is neergelegd in het Structuurschema.
- een enquête welke door het RIN werd gehouden onder de PMC's. Doel van deze enquête was het verzamelen van gegevens over de inhoud en frequentie van oefeningen per terrein. De formulieren zijn op dit moment nog slechts voor een deel geretourneerd, terwijl ook onvolledige invullingen voorkwamen. Volledige verwerking van de enquêteresultaten heeft dan ook nog niet plaatsgevonden. Overigens is een deel van de enquête uitgewerkt in rapport 3 door de militaire gebruiksdruk per terrein te beschrijven in termen van aantal militairen, rups- en wielvoertuigen per maand in het jaar 1980 (zie echter ook dit rapport fig. 3.1). Ook is daarin de recreatiedruk geschat en het aantal recreanten per zaterdag. Deze gegevens zijn daar vervolgens gebruikt om een globale klassenindeling te kunnen maken van de gebruiksdruk der terreinen.
- de tekst van deze hoofdstukken is tenslotte van commentaar voorzien door het Ministerie van Defensie; deze opmerkingen zijn in de definitieve tekst verwerkt.

De effecten van militaire oefeningen worden in hoofdstuk 4 uitgebreid beschreven in de vorm van ingreep-effectrelaties of, wanneer kwantitatieve effectbeschrijvingen beschikbaar waren, als dosis-effectrelaties. Wanneer onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om uitspraken te doen over de mogelijk belangrijke effecten van een deelaspect van militaire oefeningen, komt dit aspect in principe in aanmerking voor nader onderzoek (zie deelrapport 5: Onderzoekvoorstellen).

Hoofdstuk 5 geeft tenslotte een samenvattend overzicht van de conclusies die t.a.v. het militaire terreingebruik getrokken kunnen worden uit deze literatuurstudie.

N.B. Voor dit rapport zijn diverse figuren overgenomen uit de literatuur. De bijbehorende tekst is zoveel mogelijk vertaald, d.w.z. in gevallen waarin de tekst niet of moeilijk te vertalen was, is volstaan met de originele tekst.

2. MILITAIRE TERREINEN

Bij het Ministerie van Defensie zijn verschillende typen terreinen in gebruik. Deze typen variëren in hun militaire bestemming, en daarmee ook in hun totale ruimtebeslag. In dit hoofdstuk wordt een globale indeling van de militaire terreinen gegeven, met daarbij een beschrijving van de aard van hun gebruik. Voor een overzichtsschema wordt verwezen naar fig. 2.1. De gepresenteerde gegevens zijn voor het merendeel ontleend aan het structuurschema Militaire Terreinen (SMT) dat voorjaar 1981 is verschenen.

Terreinen met een militaire bestemming (Gelderblom 1981: ca. 42.000 ha) kunnen hier naar hun gebruik in drie grote groepen worden verdeeld:

1. oefenterreinen;
2. schietterreinen;
3. overige terreinen: een nogal heterogene groep, waarin worden begrepen vliegbases en -kampen, vlootbases, kazernes en logistieke terreinen (munitiecomplexen, mobilisatiecomplexen), werkplaatsen, materieelopslag, militair verbindingsstelsel, militair brandstofleidingnet.

De groep 'overige terreinen' blijft verder in dit rapport geheel buiten beschouwing, evenals oefen- en schietterreinen van luchtmacht en marine, merendeels in de kuststrook en op zee gelegen (zie: Ten geleide).

2.1 Oefenterreinen

Oefenterreinen zijn gedefinieerd als terreinen die zo doelmatig mogelijk zijn ingericht voor de opleiding te velde van het militaire personeel, dus voor het in de praktijk beoefenen van de meest voorkomende gevechtsmethoden. Volgens het SMT gaat de voorkeur uit naar oefenterreinen die vergelijkbaar zijn met het terrein van het operatiegebied, zoals dat in oorlogstijd te verwachten is.

Vroeger beperkte het ruimtegebrek zich tot vestingwerken en kazernes, die veelal in de stad gelegen waren. Tegen het eind van de vorige eeuw werd het voor de landmacht in verband met het toenemende ruimtebeslag noodzakelijk de kazernes buiten de steden te situeren. Hierbij werd voor het vestigen van een garnizoen in een plattelandsgemeente als voorwaarde gesteld dat zgn. 'woeste gronden' beschikbaar werden gesteld om te voorzien in de voor deze kazernes bestaande behoefte aan oefenterrein. De oefeningen werden veelal te voet gehouden. In de jaren zestig werd het legerkorps sterk gemechaniseerd, waardoor de eisen die aan de oefenterreinen werden gesteld veranderden. De huidige oefenterreinen, voor het grootste gedeelte in gebruik bij de landmacht, zijn hiervoor slechts zeer ten dele ingericht gezien de doelstellingen zoals deze worden geformuleerd in het SMT. Ook luchtmacht en marine oefenen er op beperkte schaal. De huidige verdeling van de oppervlakten oefenterreinen per provincie is weergegeven in fig. 2.2.

Oefenterreinen kunnen worden onderverdeeld in twee categorieën:

- oefenterreinen voor onderdeel Vorming van gemechaniseerde eenheden;
- oefenterreinen voor individuele opleidingen en onderdeel Vorming van niet-gemechaniseerde eenheden

Onder gemechaniseerde eenheden worden begrepen de gevechtseenheden van het legerkorps. Ze zijn onder te verdelen in manoeuvre-eenheden (pantserinfanterie-, pantserantitank-, tank- en verkenningseenheden), vuursteun-eenheden (veldartillerie) en een deel van de gevechtssteunende eenheden van het legerkorps (pantsergenie- en gemechaniseerde luchtdoelartillerie-eenheden). Deze eenheden zijn in staat een gevecht beweeglijk en gecoördineerd te voeren over een grote breedte en diepte. Ze zijn daartoe uitgerust met gepantserde wiel- en rupsvoertuigen. Juist door deze eenheden worden bijzondere eisen aan de oefenterreinen gesteld t.a.v. de inrichting, de oppervlakte en de lengte/breedteverhouding.

Niet-gemechaniseerde eenheden zijn alle overige eenheden, zowel behorend tot het legerkorps als tot de nationale sector¹⁾²⁾. Van het legerkorps valt hierbij te denken aan het nog niet genoemde deel van de gevechtssteunende eenheden (verbindingsdienst-, genie-, commando-eenheden, eenheden lichte vliegtuigen) en de verzorgende eenheden (technische dienst, intendantie, geneeskundige eenheden, aan- en afvoertroepen).

<u>Provincie</u>	<u>Oefenterreinen in ha</u>	<u>%</u>
Groningen	1.535 ^{*)}	6,6
Friesland	-	-
Drenthe	2.836	12,3
Overijssel	82	0,4
Gelderland	8.134	35,3
Utrecht	1.720	7,4
N-Holland	815	3,5
Z-Holland	250	1,1
Zeeland	-	-
N-Brabant	7.017	30,4
Limburg	684	3,0
Totaal	23.073	100

Figuur 2.2. Verdeling van de huidige oppervlakte oefenterrein per provincie (naar SMT 1981).

*) inclusief oefenterrein in de Marnewaard (Lauwersmeer)

- 1) In tegenstelling tot wat de naamgeving suggereert zijn dus beide typen eenheden grotendeels gemechaniseerd.
- 2) Het legerkorps heeft tot taak een vak binnen de oostelijke begrenzing van het NAVO-gebied te verdedigen in geval van oorlog, i.c. de Noordduitse Laagvlakte. De nationale sector is in zo'n geval belast met de verdediging van het Nederlandse grondgebied.

2.1.1 Oefenterreinen voor de onderdeelvorming van gemechaniseerde eenheden

Met onderdeelvorming wordt bedoeld het oefenen van een eenheid van pelotonsgrootte of groter in de uitvoering van zijn taken. Deze vorming zal altijd in teamverband geschieden en zich hoofdzakelijk richten op een optreden te velde. De gemechaniseerde eenheden oefenen met hun pantserwiel- en pantserrupsvoertuigen voornamelijk op pelotons- en compagniesniveau (de globale samenstelling van de diverse legeronderdelen is gegeven in figuur 2.3).

Een oefenterrein voor manoeuvre-eenheden zou in hoofdzaak uit drie terreinelementen moeten bestaan volgens het SMT:

- a. enige beboste terreingedeelten voor o.a. verzamelen, uitgangsstellingen en bivak van de oefenende eenheden;
- b. een hierop aansluitend zandbanenstelsel: parallelle banen met dwarsverbindingen. De aangelegde banen komen uit op een free-for-all gedeelte en zijn ca. 8 m breed;
- c. een free-for-all terrein: dit is het gebied waarop een aanval feitelijk is gericht. In principe is het een open terrein eventueel voorzien van verspreide begroeiing. De oefenende eenheden zijn hier niet gehouden aan enig paden- en banenstelsel. Ingravingen, zowel van man als voertuig, zijn in principe toegestaan.

De gewenste oppervlakteverhouding van de drie elementen is volgens het SMT 1:1:1.

Voor oefeningen op compagniesniveau moet het terrein, een compagnies-oefenterrein (COT) minimaal 1000 ha groot zijn ¹⁾. Op het ogenblik wordt in Nederland voor compagniesoefeningen de Oirschotsche Heide gebruikt; een nieuw COT is o.a. gepland in de Marnewaard (Lauwersmeer). De totale behoefte in Nederland wordt in het SMT gesteld op 7 COT'en.

Voor oefeningen op bataljonsniveau is een gebied van tenminste 3000 ha vereist. Een dergelijk oefenterrein (BOT) is gepland in een droog te leggen Markerwaard. Op bataljonsniveau en in groter verband wordt momenteel geoefend in de Bondsrepubliek Duitsland.

Voor oefeningen op pelotonsniveau worden terreinen gebruikt met een oppervlakte van minimaal 250 ha ¹⁾. Deze 11 zgn. eenheidsoefenterreinen (EOT) in Nederland zijn momenteel (samen 5084 ha):

FO 8 ²⁾	Oirschotsche Heide	1244 ha (in gebruik als 3 EOT'en)
BO 2	Haveite-West	445 ha (in gebruik als 2 EOT'en)
GO 3	Boshoven Weerterheide	1110 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)
MO 4	Leusderheide	861 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)
CO 3	Beekhuizerzand	500 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)
CO 2	Ermelosche Heide	394 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)
CO 6	Stakenberger Heide	295 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)
DO 1	Stroesche Zand	235 ha (een gedeelte in gebruik als 1 EOT)

1) Voor een argumentatie hiervoor zie 3.1.3.

2) De nummers verwijzen naar de militaire terreinnummering.

In het SMT wordt de totale behoefte in Nederland op 15 EOT'en gesteld. Aangezien een COT ook EOT- of OOT-functies¹⁾ kan vervullen is het volgende combinatiemodel (9900 ha) in het SMT voorgesteld:

<u>COT + schietterrein</u>	<u>EOT</u>
Marnewaard	Havelte-West (2x)
<u>COT + EOT + OOT</u>	<u>EOT + OOT</u>
Havelte-Midden	Anlo
Ermelo-Noord ²⁾	Stakenberger Heide
Ginkelse Heide	Stroesche Zand
Leusderheide	Grote Veld
Oirschot-I	Arnhemse Heide
Weerterheide (excl. Boshoverheide)	Oirschot-II
	Witterveld

De terreinen voor gemechaniseerde eenheden moeten het hele jaar door gebruikt kunnen worden, en worden mede hierom door middel van cultuurtechnische maatregelen geschikt gemaakt en gehouden (zie hoofdstuk 3).

1) OOT = Overig OefenTerrein

2) Samenstelsel van de huidige oefenterreinen Ermelosche Heide, Beekhuizerzand, Sparrendaal en Vm. Interneringskamp.

A. Enkelvoudige verbanden

1. Infanterie¹⁾:

- 1.1 groep: : $\pm$ 10 man, 1 pantservoertuig, o.l.v. een sergeant;
- 1.2 peloton : $\pm$ 40 man (3-4 groepen), 4 pantservoertuigen, o.l.v. een vaandrig of een luitenant;
- 1.3 compagnie : $\pm$ 140 man, $\pm$ 14 pantservoertuigen en enkele wielvoertuigen (3 pelotons), o.l.v. een kapitein;
- 1.4 bataljon : $\pm$ 600-800 man (3-4 compagnieën) $\pm$ 60 pantservoertuigen en vele wielvoertuigen, o.l.v. een luitenant-kolonel;

2. Cavalerie²⁾:

- 2.1 eskadron : vergelijkbaar met compagnie bij de infanterie, maar minder mensen; 17 tanks en enige wielvoertuigen, o.l.v. een ritmeester;

3. Artillerie³⁾:

- 3.1 batterij : vergelijkbaar met compagnie bij de infanterie. Bestaat uit 6 stukken geschut met $\pm$ 60 man;
- 3.2 afdeling : vergelijkbaar met een bataljon bij de infanterie. Bestaat uit 3-4 batterijen;

B. Samengestelde verbanden

4. Grote eenheden:

- 4.1 brigade : bestaat óf uit 2 pantserinfanteriebataljons, 1 tankbataljon met veldartillerie en genie (pantserinfanteriebrigade); óf uit 2 tankbataljons en 1 pantserinfanteriebataljon (pantserbrigade). Omvat 3000-4000 militairen;
- 4.2 divisie : geen vaste samenstelling, doch te formeren uit enkele brigades, steunende en verzorgende eenheden;

C. Formaties

- 5. Het legerkorps : bestaat in Nederland uit 3 divisies.

Figuur 2.3. Omvang verschillende legeronderdelen (naar mededelingen Leger-voorlichtingsdienst).

- 1) infanterie: het 'voetvolk', verplaatsing vooral in pantservoertuigen.
- 2) cavalerie : vroeger verplaatsing te paard, nu met gepantserde rupsvoertuigen.
- 3) artillerie: geschut.

2.1.2 Oefenterreinen voor individuele opleidingen en onderdeelvorming van niet-gemechaniseerde eenheden.

Iedere militair wordt opgeleid in de elementaire vaardigheden welke hem in staat stelt op het gevechtsweld te vechten en te overleven. Voorbeelden van dit individuele werk zijn het zich leren verplaatsen door het terrein in gevechtssomstandigheden, het beoefenen van camouflagetechnieken, het beoefenen van elementaire vaardigheden als o.m. posten en wachten te velde, leren terreinrijden met voertuigen, het leren inrichten en verblijven in een bivak, etc.

De onderdeelvorming van niet-gemechaniseerde eenheden betreft het beoefenen van de functie van die eenheden te velde. Het betreft b.v. het inrichten van aanvullingsplaatsen verdeelplaatsen door bevoorradings-eenheden, het inrichten van geneeskundige centra- en commandoposten. Bij al dit soort oefeningen wordt een scala aan voertuigtypen ingezet. In vele gevallen kan worden volstaan met het gebruik van het reeds bestaande banen- en padenstelsel. Gezien de grote verscheidenheid aan militaire activiteiten moet op een aantal OOT'en zeer specifiek terreingebruik, bv. ingravingen, mogelijk zijn. Op OOT'en wordt het hele jaar door geoefend.

In maart 1977 waren er in Nederland 83 OOT'en met een totale oppervlakte van ca. 18.000 ha. De huidige oppervlakte¹⁾ aan OOT'en en de geschatte behoefte (afgezien van de mogelijkheid dat EOT'en en COT'en functies van OOT'en kunnen overnemen) is volgens het SMT als volgt:

<u>Landsdeel</u>	<u>Huidige opp. OOT'en</u>	<u>Behoefte aan OOT'en</u>	<u>Behoefte aan OOT'en na aftrek van het OOT- medegebruik van COT'en en EOT'en</u>
West (Noord Holland, Zuid-Holland Zeeland)	1.065 ha	1.300 ha	913 ha
Noord (Groningen, Friesland, Drente)	4.371 ha	1.350 ha	35 ha
Midden (Overijssel, Gelderland, Utrecht)	9.936 ha	5.625 ha	2.877 ha
Zuid (Noord-Brabant, Limburg)	7.701 ha	4.370 ha	3.030 ha
Totaal	23.073 ha	12.645 ha	6.855 ha

-
- 1) behoefte aan OOT'en is geschat in oppervlakte;
 behoefte aan COT'en en EOT'en is steeds geschat in aantallen.

2.2 Schietterreinen

De schietterreinen kunnen naar de aard van het gebruik worden ingedeeld in vier categorieën:

- A schietterreinen voor hand- en vuistvuurwapens en andere lichte infanteriewapens; terreinen voor handgranaatwerpen;
- B schietkampen: de schietterreinen voor de zwaardere wapensystemen van de landmacht;
- C schietgebieden voor beproeving: de schietgebieden voor keuring, controle, vergelijkende proeven en evaluatie van wapens en munitie;
- D overige schietterreinen.

In elk schietterrein zijn meestal drie terreinelementen te onderscheiden:

- schietopstellingsplaats,
- doelgebied,
- onveilige zone.

In de verdere beschouwingen worden slechts de categorieën A en B betrokken, voor zover het schietterreinen van de landmacht betreft. Categorie A kan nog nader worden onderverdeeld (zie 2.2.1).

2.2.1 Schietterreinen voor hand- en vuistvuurwapens en andere lichte infanteriewapens; terreinen voor handgranaatwerpen.

Deze categorie kan worden onderverdeeld in handgranaatbanen en schietbanen voor hand- en vuistvuurwapens. Van deze laatste zijn er 4 soorten, naar gelang de uitvoering van de schietbaan:

- Vrije schietbanen: voorzieningen om de grootte van het onveilige gebied te beperken ontbreken geheel. De grootte van het onveilige gebied is altijd gebaseerd op de maximale drachten van de te gebruiken wapens, munitiesoorten en kalibers. Het onveilige gebied is, afhankelijk van het aantal vuurpunten, minimaal 475 ha groot.
- Poortbanen: een stelsel van poorten verhindert een rechtstreeks schot buiten de baan. Het buiten de baan treden van ricochetschoten kan echter door deze poorten niet worden voorkomen. Derhalve is voor het opvangen van ricochetschoten een onveilig gebied nodig. De grootte van het onveilige gebied is ook hierbij afhankelijk van de te gebruiken wapens, munitiesoorten en kalibers. Het onveilige gebied is, afhankelijk van het aantal vuurpunten, minimaal 78 ha groot.
- Schermenschietbanen: de banen worden aan de zijkanten begrensd door twee wallen (of muren) en aan het einde door een overkapte kogelvanger. Dwars op de baan zijn - van wal tot wal - verticale betonnen schermen aangebracht, die over de gehele baanlengte zijn verdeeld. De onderlinge afstand en de afmetingen van de schermen zijn zodanig, dat zowel een rechtstreeks schot als een ricochet niet buiten de baan kan treden. Er is dus geen onveilig gebied. Op een schermenschietbaan kan uitsluitend worden geschoten met hand- en vuistvuurwapens.
- Gesloten schietbanen: geheel ingebouwde banen, b.v. pistoolschietbanen in kelders e.d. Deze banen kennen uiteraard geen onveilig gebied. Ze worden verder niet in beschouwing genomen.

Het beleid is er, gezien hun omvangrijke ruimtebeslag, op gericht de onveilige zones van schietbanen te beperken. Vrije schietbanen en poortbanen worden hiertoe omgebouwd tot schermenschietbanen. Het regionale schietterrein in Oirschot en een aantal rayonschietterreinen zijn reeds omgebouwd. De regionale schietterreinen in de Harskamp (ISK) worden niet omgebouwd omdat de onveilige zones hiervan binnen die van het schietkamp vallen; de onveilige zone van het regionale schietterrein in Witten is in de beleidsvisie opgenomen als EOT, zodat ombouw tot schermenbanen hiervan afhankelijk is gesteld. De resterende nog om te bouwen schietbanen zijn: Harderwijk, Wezep, Gorsselse Heide, Arnhemse Heide en de Leusderheide. Een belangrijk gevolg van deze ombouw is het verdwijnen van de voorheen onveilige zones. De geluidsbelasting wordt door de ombouw tevens beperkt; op een afstand van 125 m daalt deze van 77 dB(A) tot 62 dB(A) (SMT 1981).

De schietbanen kunnen op oefenterreinen of bij kazernes liggen. Een aantal schietterreinen (zie hieronder) zijn hiervan onafhankelijk gesitueerd. De schietbanen worden het hele jaar door en voornamelijk overdag gebruikt. Er wordt geoefend met pistoolmitrailleur, geweer, lichte mitrailleur en pistool.

Naar omvang van het terrein, de lengte en de aard van de schietbanen is er ook een verdeling mogelijk in rayonschietterreinen, regionale schietterreinen en twee terreinen voor gevechtsschietopleiding in organiek verband. De 22 rayonschietterreinen die bedoeld zijn voor elementaire opleiding zijn voorzien van banen van 25 m en 100 m lang. Soms is er een baan van 200 m lengte aanwezig. De vier regionale schietterreinen, die tevens de functie van rayonschietterreinen vervullen, zijn bovendien voorzien van banen van 200 m en 300 m lengte; ze zijn bedoeld voor een verdere individuele opleiding. Regionale schietterreinen zijn:

(AS 11) Witten : 430 ha
(FS 4) Oirschot : (op het oefenterrein gelegen)
(DS 2) Harskamp : (2x) + 2.800 ha.

In de Harskamp kan bovendien de gevechtsschietopleiding in organiek verband worden beoefend en er kan worden geschoten met antitankwapens en andere infanteriewapens. Een dergelijk terrein is ook gepland in het nog te realiseren schietterrein in de Kollumerwaard. De Kollumerwaard en de Marnewaard blijven verder buiten beschouwing (zie Ten geleide).

De handgranaatbanen zijn cirkelvormige terreinen met een doorsnede van 600 m. Er zijn er momenteel 14:

(AS 11) Witten	(CS 13) Gorsselsche Heide
(BS 2) Havelte-West	(DS 5) Arnhemse Heide
(AS 12) Anloo ¹⁾	(DS 10) Heumensoord
(CS 7) Wezep	(DS 9) Langenboom ¹⁾
(CS 3) Harderwijk	(ES 9) Ossendrecht
(DS 2) Harskamp	(GS 3) Kruispeel en Achterbroek
(MS 2) Leusderheide	(GS 6) Roermond ¹⁾
(FS 4) Oirschot ²⁾	(-) Crayelheide ²⁾

De terreinen voor het werpen van handgranaten zijn het gehele jaar door in gebruik.

1) Het beleid is gericht op 'op te heffen'.

2) Het beleid is gericht op 'nieuw te realiseren'.

2.2.2 Schietkampen landmacht

De landmacht beschikt in Nederland over vier schietkampen:

ASK-Oldebroek, 4.905 ha;

ISK-Harskamp, 2.793 ha;

LuASK Falga en LuASK Botgat 2 x 35 = 70 ha oppervlakte te land;

CSK-Vlieland, ca. 150 ha oppervlakte te land.

Op het Artillerie Schietkamp (ASK) te Oldebroek wordt geoefend met wapens en wapensystemen van de artillerie en met de zwaardere infanteriewapens, voor zover deze niet terecht kunnen op het ISK. Ook worden er elementaire richtschietoefeningen door de artillerie gehouden. Incidenteel wordt 's avonds geoefend; in het weekeinde meestal niet. Oefeningen met de zwaarste artilleriewapens worden in het buitenland gehouden (Duitsland). Boven het schietkamp is een onveilige zone van 5.000 m (tot max. 11.000 m) hoog.

Op het Infanterie Schietkamp (ISK) wordt geoefend met zware infanteriewapens. Verder zijn er schietbanen en faciliteiten voor het beoefenen van huis- en straatgevechten. Er wordt ook 's avonds, 's nachts en in het weekeinde geoefend, zij het in mindere mate dan overdag. Boven de schietkamp is een onveilige zone van 1.700 m hoog.

Op de luchtdoelartillerieschietkampen (LuASK) Falga en Botgat wordt geoefend met luchtdoelgeschut. De onveilige zones liggen boven zee en overlappen elkaar grotendeels en die van andere terreinen (Zeefront Den Helder van de marine; schietterreinen Petten van marine en landmacht).

Voor de luchtdoelartillerieschietkampen geldt een onveilige zone van resp. 33.000 en 24.000 ha welke de vorm heeft van een cirkelsegment van ca 120° en een diepte van 21 km. De onveilige zone boven de terreinen is 10.000 m. Mogelijk overlappen ze de vogeltrekroutes. De terreinen zijn het hele jaar door slechts overdag op werkdagen in gebruik. In de zomerperiode is het gebruik, ter wille van de recreatie, verminderd. In het verdere rapport wordt het LuASK buiten beschouwing gelaten (zie Ten geleide).

Op het Cavalerieschietkamp (CSK) op de Vliehors (Vlieland) worden elementaire schietoefeningen met tankgeschut gehouden. De onveilige zone ligt boven de Waddenzee en is ca. 10.500 ha groot (diepte 12 km) en ca. 12.500 m hoog. In verband met natuurwetenschappelijke en recreatieve belangen wordt uitsluitend geschoten in de periode van 1 september tot 1 april. In het SMT wordt uitbreiding van deze periode onvermijdelijk geacht indien tot verdere diensttijdverkorting wordt besloten. Oefeningen met tankgeschut op een gevorderd niveau van opleiding worden op NAVO-oefenterreinen in het buitenland gehouden. In het verdere rapport blijft het CSK buiten beschouwing (zie Ten geleide).

3. MILITAIR TERREINGEBRUIK

In hoofdstuk 2 is al opgemerkt dat niet alle terreinen qua aard en intensiteit van de oefeningen op dezelfde wijze worden gebruikt. Dit heeft, zoals eveneens reeds beschreven, gevolgen voor de militair wenselijke inrichting van de terreinen.

Onderscheiden zijn:

- Oefenterreinen: in gebruik bij vooral infanterie-, artillerie- en cavalerie-eenheden voor zover bij het gemotoriseerd en te voet oefenen niet wordt geschoten. Ook wordt er door relatief meer gespecialiseerde eenheden (b.v. Genie, Natres, Mariniers, etc.) geoefend.
- oefenterreinen voor gemechaniseerde eenheden: EOT, COT, BOT.
- oefenterreinen voor niet-gemechaniseerde eenheden: OOT.
- Schietterreinen: in gebruik bij de artillerie, cavalerie en infanterie. Er wordt met scherpe minitie geschoten.

Wanneer de militaire activiteiten het toelaten wordt een multifunctioneel terreingebruik nagestreefd. De militaire oefenfaciliteiten worden ook o.a. gebruikt door niet-militaire groepen zoals M.E., rijks- en gemeentepolitie, brandweer, BB, etc. Ook vinden er diverse recreatieve activiteiten plaats, o.a. avondvierdaagse, tulpenrally, motorcross, modelvliegerij, zenden via 27-Mc en zweefvliegen; zij het voor een aantal van de genoemde categorieën niet steeds met de vereiste toestemming. Tevens worden in het terreinbeheer doelstellingen van bosbouw en natuurbehoud nagestreefd voor zover deze niet in conflict zijn met het militaire gebruik.

Onderstaande gegevens zijn verzameld bij de Provinciale Militaire Commandanten (PMC), die o.m. belast zijn met de uitgifte van en de controle op het gebruik van de terreinen voor aangevraagde oefeningen.

De PMC's hebben een vragenlijst ingevuld over onder andere aard en frequentie van de oefeningen op de bij het onderzoek betrokken terreinen. Daarnaast zijn aparte gesprekken gevoerd met diverse militaire vertegenwoordigers. De aan ons op dit ogenblik bekende oefeningen worden hieronder kort omschreven. Een vollediger overzicht ontbreekt op dit ogenblik, omdat de gevraagde informatie nog niet van alle aangeschreven Defensie-instanties is ontvangen en de door de PMC's verstrekte informatie soms onvolledig bleek te zijn. Interpretatiemogelijkheden voor een typering en klassering van terreinen op grond van daar gehouden oefeningen ontbreken daartoe.

Bij elke oefening is genoemd welke effecten er in ecologisch opzicht van verwacht kunnen worden. Deze effecten worden nader uitgewerkt in hoofdstuk 4.

3.1 Oefeningen op oefenterreinen

3.1.1 Algemeen

Oefenen van nieuw aangekomen personeel geschiedt aanvankelijk (ca. 4 maanden) in groeps- en pelotonsverband. De oefeningen in deze periode en in deze omvang zijn bedoeld om het personeel vertrouwd te maken met de vereisten van de elementaire vaardigheden van het militaire optreden, zoals o.m. de mogelijkheden die een terrein kan bieden voor het militaire

nr.	terrein	oppervlakte (ha)	aantal maanden in 1980 niet gebruikt	voor 1980 opgegeven gebruikintensiteit			gebruikintensiteit, per 100 ha, per dag		
				deelne- mers	wielvoertuigen	rupsvoertuigen	deelne- mers	wielvoertuigen	rupsvoertuigen
A01	Appelbergen	35,4	10-11	± 30	-	-	0,4	-	-
2	Oudemolen	22,1	10-11	± 35	-	-	0,9	-	-
4	Ragelhuizen	25,3	-	5,706	503	6	90,0	5,5	0,07
6	Balldreiveld	367,0	-	9,310	732	36	7,0	0,4	0,03
7	Anlo	237,9	-	5,665	729	24	9,5	0,8	0,03
B01	Havelte-Oost	1.287,0	-	29,739	3.461	28	4,7	0,5	0,01
2	Havelte-West	± 445	-	-	-	489	-	-	0,30
4	Wechelerveld	33,0	-	3,290	354	79	39,9	2,5	0,65
5	De Bantink	34,0	3	1,590	205	-	12,5	1,7	-
C01	Ermeuse Heide	394,0	-	53,118	4.741	588	50,5	3,5	0,35
3	Beekruiterzand	± 500	-	49,281	4.448	787	24,5	2,2	0,40
5	Van Insteringskamp	83,8	-	-	-	-	-	-	-
7	Stakenberg	397,0	-	52,858	4.631	663	218,0	13,1	1,82
10	Speulderbos	587,2	-	21,628	4.867	1.162	114,7	3,8	1,88
11	Weperveld	587,2	-	41,831	6.818	-	19,6	3,1	0,01
12	Elpeelse Heide	71,5	-	16,451	6,369	-	28,6	1,6	-
13	Kleine Kolonie	148,0	-	15,090	4,491	-	27,9	9,0	0,01
14	Elpeelse Heide 1)	448,0	-	8,220	2,656	-	28,8	8,1	0,01
16	Westindse Heide	142,0	-	27,564	5,898	83	16,8	3,6	0,05
18	Groote Veld	158,7	-	23,436	4,385	-	66,0	8,5	0,03
D01	Stroosse Zand	235,6	12	17,150	2,771	172	13,3	2,0	-
2	Loobos	780,1	-	33,188	3,334	469	38,5	3,9	0,66
3	Ederheide	722,0	-	-	-	-	-	-	-
4	Ginkelse Heide	365,0	-	96,009	14,132	668	24,2	3,6	0,17
5	Arnhemse Heide	262,0	-	21,537	2,933	169	90,8	12,4	1,38
6	Rozendaalse Veld	580,0	-	12,630	558	-	6,3	0,3	-
7	Galgenberg	10,0	-	2,673	209	-	71,9	5,7	-
8	Mariëbosch	3,5	-	-	-	-	-	-	-
10	Heunensoord	92,3	-	42,994	772	-	181,5	2,3	-
11	Kootwijkse Zand	729,0	12	-	-	-	-	-	-
E01	Gadtenkamp Breda	22,1	-	1,680	-	-	20,9	0,7	-
2	Vreggelse Heide	134,4	-	8,150	1,007	6	18,0	1,8	0,01
3	Boswachterij Dorst	984,2	2	2,240	237	-	0,6	0,1	-
5	De Vijf Eiken	97,5	2	860	137	-	2,6	0,3	-
9	Calderse Heide	350,2	-	7,236	96	66	27,1	1,5	0,23
11	Wolvenzicht	195,0	4	2,230	1,132	-	3,4	0,2	-
12	Ruchpense Heide	450,1	-	16,785	2,190	7	10,2	1,3	0,01
13	Wesenschel	430,9	-	25,435	2,770	-	11,0	1,7	0,00
14	Wesenschel Heide	68,6	-	2,770	716	-	10,9	2,8	-
F01	Loonse en Drunense Duinen	1.400,0	-	19,655	1,040	-	3,8	0,2	-
2	Fort Grèveceur	± 35	-	2,400	60	36	18,8	0,5	0,28
3	Enselense Gat	11,5	-	3,000	360	480	71,5	8,6	10,48
4	Lunetten	20,7	-	1,080	384	132	14,3	5,1	1,75
5	Helvoirt	72,0	6	645	58	-	2,5	0,2	-
6	Langenboom	62,0	1	2,935	450	16	13,0	2,0	0,07
7	Reekse Heide	79,0	-	-	-	-	-	-	-
8	Dirschotte Heide	1.244,0	-	33,090	3,298	1.024	7,3	0,7	0,22
9	Vughtse Heide	± 130	-	6,585	99	-	13,9	0,2	-
G01	Groote Heide	106,8	-	4,795	152	-	12,5	0,4	-
3	Boshoven- en Weertse Heide	1.109,8	-	7,040	358	-	1,7	0,1	-
4	Beegderheide	174,3	-	5,600	675	-	8,8	1,1	-
5	Meickerheide	46,5	9	1,50	6	-	0,9	0,0	-
H014	Laren-Bussum	519,1	-	2,139	-	-	1,1	-	-
M02	De Soesterberg	72,7	-	1,800	157	-	8,8	0,6	-
3	Dude Kamp	60,2	-	5,181	202	-	23,6	0,9	-
4	Leusderheide	861,2	-	10,931	951	1,346	3,5	0,3	0,45
5	De Treek	424,1	4	3,225	67	-	2,1	0,0	-
8	Vlasakkers	265,5	-	-	2,088	2,996	-	2,2	3,08

Fig. 3.1 Overzicht van de gebruikintensiteit in 1980 in de bij het onderzoek betrokken militaire oefenterreinen. De gegevens hiervoor zijn verzameld door middel van een enquête onder de PMC's
 M.N.: 1) de cijfers voor de Elpeelse Heide (C013) hebben betrekking op 1979, omdat dit terrein in 1980 wegens renovatie werkzaamheden gedeeltelijk buiten gebruik was.
 2) wanneer geen gegevens over een terrein bekend waren is dit in de tabel aangeduid met een punt; : gebruikintensiteit nul is ter wille van de overzichtelijkheid aangeduid met: -.

en terzijde gelegd; daarna zand eruit en hierop weer de plag gelegd (camouflage van de zandbult). Na gebruik in omgekeerde volgorde. Effecten treden op als gevolg van betreding en vooral door verstoring van het bodemprofiel en de vegetatie ter plekke.

Opmerking: Het graven van schuttersputten en andere kuilen is verboden in de directe omgeving van cultuurhistorische monumenten. Deze zijn in het veld en op de oefenkaarten aangegeven.

n.b.c. oefening:

Omschrijving: Beoefenen van procedures en praktische handelingen zoals gasmaskergebruik, materiaalontsmetting e.d., opdat in oorlogstijd een grote vaardigheid bestaat in het functioneren na inzet van nucleaire, biologische en chemische strijdmiddelen. Effecten bij oefeningen in het terrein zijn vooral betreding in het hele terrein en aanwezigheid van mensen en materieel.

Verbindingsoefening:

Omschrijving: parkeren van het voertuig langs de kant van de weg. Door middel van het uitzetten van een antenne of uitleggen van een lijn, verbinding maken via radio of telefoon tussen voertuigen of personeel.

Omvang: 10-80 deelnemers met 4-50 voertuigen, meest wielvoertuigen.

Duur van de oefening: tot 24 uur.

Effecten treden op als gevolg van betreding in het hele terrein en berijding op wegen en banen en de aanwezigheid van mensen en materieel.

Bivak:

Omschrijving:

- verspreid opstellen van tenten in vaak licht beboste terreingedeelten;
- verspreid opstellen van de voertuigen;
- latrines graven: 80 cm diep, 20-30 cm breed (uitz. DO 1, Stroese zand, waar betonnen beerputten aanwezig zijn), omhuiven met een tent en voorzien van papier en schop;
- koken in het veld.

Omvang: variabel van 40-200 deelnemers met 4-35 voertuigen.

Duur: enkele dagen tot ca. 1½ week; vooral bij langere duur gekoppeld aan andere oefeningen: zie o.m. vorkoefening.

Bijzonderheden: voorkomend op de meeste terreinen (zie deelrapport 3: beschrijving gebruiksdruk per terrein).

In vele gevallen mag bivak niet op een willekeurige plaats in het terrein worden geoefend. Er zijn voor bivakoefeningen vaste terreingedeelten aangegeven op de standaardoefenkaarten en op de kaartjes met voorschriften waarvan elke oefenende eenheid op de hoogte moet zijn.

De gebruiksdruk is mede afhankelijk van het aantal bivakplaatsen op het terrein. De beschikbare en voorgeschreven bivakplaatsen blijken in Gelderland volgens de gegevens van de PMC gedurende gemiddeld $\pm$ 25% van de tijd in gebruik te zijn.

Effecten treden op door het geconcentreerde en intensieve gebruik gedurende 24 uur per dag als gevolg van betreding, berijding, aanwezigheid, lawaai, plaatselijke graafactiviteiten en door eutrofiëring van de bodem.

Richtoefening:

Omschrijving: oefening waarbij met de wapensystemen van één of meer voertuigen gericht wordt op voertuigen die op een andere baan rijden; ter oefening van het juist richten. Effecten treden op door betreding en berijding op wegen en banen en als gevolg van aanwezigheid in het terrein.

Mijnen leggen:

Omschrijving: oefening op wegen en paden die slechts extensief gebruikt worden voor overige doeleinden en op free-for-all terreinen. Oefenmijnen worden in de bodem (weg) ingegraven en weer opgespoord. Duur van de oefening 1 dag tussen 9 en 17 uur. Effecten treden op door betreding en berijding op wegen en banen, bodemverstoring en aanwezigheid van mensen en materieel. Wanneer de oefening in het terrein wordt gehouden, treden tevens directe effecten op t.a.v. de vegetatie.

Rijvaardigheidsoefeningen:

Omschrijving: oefening in het rijden met wiel- of rupsvoertuigen op wegen, paden, banen en free-for-all terreinen op oefenterreinen waar dit is toegestaan (zie standaardoefenkaarten en voorschriften PMC). Doel is vertrouwd te raken met de voertuigeigenschappen en de omstandigheden ter plaatse (overdag en 's nachts; op verharde en onverharde wegen). Effecten treden op door de vrij intensieve berijding van wegen, banen en free-for-all gedeelten.

Opmerking: in een aantal terreinen zijn vaste circuits voor rijvaardigheidsoefeningen: MO2 (Soesterberg), GO3 (Boshover en Weerterheide), EO2 (Cadettenkamp Breda), EO13 (Ossendrecht), EO14 (Woensdrecht), GO4 (Beegderheide).

Stelling nemen:

Omschrijving: het plaatsen van stukken geschut in het terrein (veelal in daarvoor aangewezen vakken) waarbij de voorbereidingen voor het afschieten van granaten wordt geoefend. In de schietkampen ASK en LuASK wordt daadwerkelijk geschoten; in de ASK o.m. op afgedankte tanks en stapels autowrakken.

Omvang: ca. 80 man, 6 stukken geschut, enige wielvoertuigen. Effecten treden op als gevolg van het geconcentreerde en intensieve gebruik ter plaatse. Effecten zijn gelegen in betreding, berijding, aanwezigheid van mensen en materieel en lawaai.

Kaartlezen:

Omschrijving: oefening in het veld; er wordt voornamelijk geoefend met voertuigen op de wegen, paden en banen ter verbetering van de topografische vaardigheden. Ook oefening te voet en dan ook in de overige terreingedeelten. Effecten treden op door berijding van vnl. de wegen en door betreding in het gehele terrein en menselijke aanwezigheid.

Voertuigexercitie:

Omschrijving: het oefenen van in- en uitstijgen bij stilstaande en rijdende wiel- en rupsvoertuigen; meestal op zandbanen en free-for-all gedeelten. Effecten treden op door berijding en betreding van m.n. wegen, banen en free-for-all gedeelten.

Eenvoudige onderdeel Vorming

Genoemd zijn hieronder enige voorbeelden van onderdeel Vorming van niet-gemechaniseerde eenheden en van eenvoudige onderdeel Vorming van gemechaniseerde eenheden waarin aan het begin van de militaire opleiding worden geoefend.

Oefening 'Pleisterplaats':

Omschrijving: EHBO-oefening, waarbij gewonden geschinkt worden, naar een veldhospitaal worden afgevoerd en daarna eventueel verder vervoerd met ziekenauto's of helicopters. Effecten treden op door berijding van wegen en banen, betreding van ook het overige terrein en, met name bij het gebruik van helicopters, de produktie van lawaai.

Gevechtsexercitie:

Omschrijving: over wegen e.d. optrekken vanuit een verzamelgebied, waar tot dat ogenblik is afgewacht, in een bepaalde gevechtsformatie via verschillende wegen of zandbanen. Het doel ligt meestal op een free-for-all terrein, waar dan tactische bewegingen met voertuigen en personeel worden gemaakt en men dus niet gebonden moet zijn aan een bestaand padenpatroon.

De oefening kan meermalen achtereenvolgens worden uitgevoerd. Effecten treden op als gevolg van berijding van wegen, banen en free-for-all gedeelten, betreding van alle terreingedeelten, aanwezigheid in het terrein, de produktie van lawaai en graafactiviteiten. Duidelijk is dat hierbij alle terreingedeelten beïnvloed worden.

'Gom'-, 'goem'-, 'vork'-, 'a.v.'- en 'veldoefening':

Omschrijving: een oefening te velde gericht op terreingewinning, materiaalgewinning, conditieverbetering. Wordt beoefend door zojuist opgekomen soldaten. Er komen enkelvoudige oefeningen in voor, b.v. bivak, schuttersputten graven, kaartlezen, terreinlopen, camouflage, ongezien in terrein verplaatsen, waarnemen.

Duur: ca. 14 dagen.

Effecten treden op als gevolg van berijding van vnl. wegen en banen, betreding van het gehele terrein, aanwezigheid, graafactiviteiten, lawaai- produktie en de effecten zoals deze genoemd zijn onder bivak.

3.1.3 Onderdeel Vorming van gemechaniseerde eenheden

De gevechtseenheden moeten in staat zijn tot het voeren van het aanvallend, verdedigend en verdragend gevecht en daarnaast het uitvoeren van gevechtshandelingen in overgangsfasen (doorschrijding, aflossing ed.). Iedere eenheid moet de volgens tactische regels hiertoe noodzakelijke verplaatsingen kunnen uitvoeren, de voorgeschreven formaties kunnen betrekken en de juiste opstellingen kunnen innemen. De oefeningen worden veelal uitgevoerd in compagniesverband of groter.

Het aanvallend gevecht begint meestal vanuit een verzamelgebied/uitgangstelling gelegen in de beboste terreingedeelten, waar eventueel ook bivak is gehouden. Van hieruit wordt het aanvalsdoel volgens bepaalde tactische

regels benaderd. In het geval er gebruik gemaakt wordt van wiel- en/of rupsvoertuigen, gebeurt dit aanvankelijk over het banenstelsel en vervolgens in een free-for-all terreingedeelte, waar vrij gemanoeuvreed kan worden, afhankelijk van de doelstellingen en eisen van de actie. Wanneer het peloton verliezen heeft geleden, trekt het zich terug of het graaft zich in en wordt het, in geval een compagniesoefening, afgelost door een nieuw peloton. Bij het manoeuvreren wordt gebruik gemaakt van de natuurlijke dekkingsmogelijkheden in het terrein.

In geval van verdediging graaft de eenheid zich in of stelt zich gedekt op, waarbij alleen het geschut uit de dekking mag steken. In geval van een verdragend gevecht worden de eerder genoemde wijzen van optreden gecombineerd.

Zoals gezegd maken manoeuvre-eenheden in 2/3 van het oefenterrein slechts gebruik van banen, wegen en paden. In het resterende 1/3 gedeelte, het free-for-all gedeelte, geldt deze beperking niet. Bij oefeningen te voet wordt ook gebruik gemaakt van de overige terreingedeelten buiten de wegen.

Ecologische effecten treden als gevolg van de oefeningen op door berijding van vnl. wegen, banen en free-for-all terreingedeelten, betreding van het gehele terrein, aanwezigheid in het terrein, lawaaiproduktie. De effecten zijn deels geconcentreerd in de uitgangsstellingen en de bivakgedeelten.

Uit het voorgaande volgt overigens de berekening voor de grootte van een EOT en een COT voor resp. pelotons- en compagniesoefeningen. De actiebreedten zijn 500 m (4-5 voertuigen met 50-100 tussenruimte) resp. 1500 m -2000 m (een compagnie bestaat, zie fig. 2.3, uit 3-4 pelotons; incl. versterking); de actiediepte van een peloton is 1,5-2 km; van een compagnie 4,5-5,5 km. De terreinoppervlakten voor oefeningen moeten dan, inclusief de nog niet ingecalculerde manoeuvreerruimte, resp. (breedte x lengte) 250 ha (0,8 x 3 km) en 1000 ha (2 x 5 km) groot zijn (Westerhuis 1981). Overigens is er in het recente verleden op aanzienlijk kleinere oppervlakten geoefend: zo zijn er o.m. bataljonsoefeningen gehouden op Oirschot en op Ossendrecht (PMC - Noord-Brabant).

3.2 Oefeningen op schietterreinen en schietkampen

Schietterreinen

Op schietterreinen wordt geschoten met diverse handvuurwapens als geweer, pistool, mitrailleur en pistoolmitrailleur. Ook wordt er geoefend in het gebruik van handgranaten. De elementaire schietopleiding vindt plaats op de rayonschietbanen. Daarna volgt de individuele schietopleiding op de regionale schietbanen en tenslotte de schietopleiding in organiek verband op de terreingedeelten die hiervoor op de ISK-Harskamp zijn gelegen (zie voor uitgebreide beschrijving hiervan hoofdstuk 2). De oefening houdt op de twee eerstgenoemde typen schietbanen in het afvuren van het desbetreffende wapen vanaf een vaste opstelplaats. Gericht wordt op schietschijven op enige afstand (geweer: 100-300 m; pistool: 25 m). Op een gevechtsschietbaan (oefening in organiek verband) wordt het doel vanuit de beweging benaderd zodat er dus geen vaste opstelplaatsen zijn van waaruit gevraagd wordt.

Schietkampen

Op schietkampen wordt geoefend met de zwaardere wapensystemen van de verschillende legeronderdelen als boordwapen van de diverse voertuigen (zware mitrailleurs, kanonnen) en het veldgeschut van de artillerie. Sinds de algehele mechanisering en de opkomst van door rupsen aangedreven voertuigen (sinds de jaren zestig) wordt het getrokken veldgeschut op één wielas vervangen door zelfvoortbewegend geschut op rupsbanden. Er wordt met, meestal, scherpe munitie geschoten op stilstaande en/of bewegende doelen (schietschijven, afgedankte tanks, autowrakken, etc.).

Effecten als gevolg van schietoefeningen treden op door berijding van wegen, banen en de opstelplaatsen, betreding van een gedeelte van het terrein, aanwezigheid in een gedeelte van het terrein, grote lawaaiproductie en de effecten als gevolg van het inslaan en exploderen van projectielen.

3.3 Inrichting van oefenterreinen

Tot voor kort werden oefenterreinen nauwelijks speciaal ingericht voor militair gebruik. Ten gevolge van de toegenomen mechanisering, de eruit voortvloeiende terreinbeschadigingen en de noodzaak om gedurende het gehele jaar te kunnen oefenen op een beperkt aantal terreinen zijn of worden een aantal terreinen momenteel heringericht voor militair gebruik. In het SMT is het voornemen bekend gemaakt tot het inrichten van COT'en en EOT'en. In deze terreinen komen drie aparte gedeelten voor:

- a. een bebost deel (verzamelgebied, uitgangsstellingen, bivak), ca. 1/3 gedeelte; geen speciale inrichting.
- b. een hierop aansluitend zandbanenstelsel, dat ca. 1/3 gedeelte van het terrein beslaat. Hierbij worden de voortaan te gebruiken wegen geschikt gemaakt en gehouden voor permanente begaanbaarheid voor militaire voertuigen in alle jaargetijden. Hiertoe worden door middel van diepploegen en eventueel verplaatsen van grondmateriaal binnen het terrein eventuele waterstagnerende lagen gebroken en verwijderd en wordt humushoudend materiaal verwijderd zodat water onder alle omstandigheden snel kan wegzakken in de ondergrond. De nieuwe banen zijn veelal breder dan de oude wegen (resp. 8 m en 5 m breed; de nieuw aan te leggen rondbaan wordt breder nl. 12-20 m; e.e.a. afhankelijk van de bodemgesteldheid). De niet meer benodigde wegen worden, voor zover ze niet worden gehandhaafd uit andere motieven, geamoveerd (verwijderd), hetgeen tot nu toe steeds vergezeld is gegaan van cultuurtechnische maatregelen (ploegen, eggen, inzaaien), waarbij na enige jaren op sommige plaatsen ogenschijnlijk geen verschil meer met de omgeving (meestal heide) is te zien (zie ook 4.3.2.2.).
- c. een free-off-all gedeelte waarin de voertuigen vrijheid van manoeuvreren hebben. Dit gedeelte beslaat eveneens ca. 1/3 gedeelte van het oefenterrein en is op dezelfde wijze ingericht als de zandbanen, maar wordt vervolgens eventueel bemest en ingezaaid met schapegras (*Festuca ovina*).

Volgens de voorgestelde lokatiekeuzen van EOT'en en COT'en (zie 2.1.1; totale oppervlakte EOT en COT is ca. 9900 ha) moet er ca. 3300 ha ingericht zijn of worden voor free-for-all en nog eens 3300 ha moet of is reeds voorzien van een banenstelsel, wat 505 km of 396 ha banen betekent; de banendichtheid in de drie terreinen die reeds geheel (voor 100%) als banenstelsel zijn ingericht, is zowel voor als na de herinrichting weer gegeven in figuur 3.3.

	oorspronkelijke situatie	situatie na herinrichting	toename (+), of afname (-) in percentages t.o.v.:	
			de oorspronkelijke situatie	de totale terreinoppervlakte
Ermelose Heide, 394 ha				
banendichtheid: lengte ~ km/100 ha	25,2	16,6	-33,9	-8,5
oppervlakte- ha/100 ha	12,6	9,1	-23,6	-3,0
oppervlakte geroerde bodem ~ ha/100 ha	16,6	18,7	+12,6	+2,1
Elspeetse Heide, 449 ha				
banendichtheid: lengte ~ km/100 ha	24,0	15,7	-34,4	-8,2
oppervlakte- ha/100 ha	12,0	8,4	-29,6	-3,5
oppervlakte geroerde bodem ~ ha/100 ha	17,9	19,4	+ 8,5	+1,5
Stakenberger Heide, 295 ha				
banendichtheid: lengte ~ km/100 ha	22,7	13,5	-40,4	-9,2
oppervlakte- ha/100 ha	11,4	7,4	-34,9	-4,0
oppervlakte geroerde bodem ~ ha/100 ha	15,8	17,5	+10,8	+1,7

Fig. 3.3. Verandering in banendichtheid en oppervlakte geroerde bodem bij de herinrichting van drie oefenterreinen
(Bron: Ministerie van Defensie).

Op de genoemde terreinen is ten gevolge van de herinrichting de totale weglengte bekort; er is echter een deel van de banen aangelegd op voorheen ongeroerde bodem. Dit betreft hier terreinen met relatief veel wegen, zodat in andere terreinen de totale weglengte soms aanzienlijk kan toenemen. Overigens zal de gebruiksintensiteit (zie deelrapport 3) waarschijnlijk gaan toenemen omdat, bij een minstens gelijkblijvende oefenbehoefte, het totale areaal militaire terreinen met 6200 ha vermindert (ca. 15%). Momenteel zijn er reeds free-for-all terreinen in de oefenterreinen Havelte-West, Leusderheide, Stroese Zand, Beekhuizerzand, Oirschot en de Weerterheide (oppervlakten zijn ons onbekend). Banenstelsels zijn reeds aangelegd op de Stakenbergerheide, Elspeetsche Heide en de Ermelosche Heide: totaal ca. 1140 ha. Plannen hiertoe bestaan voor de Ederheide.

Voor het overige worden de oefenterreinen nauwelijks ingericht. Wel zijn op het Stroese zand (DO 1) vaste latrines (betonnen beerput) aangebracht; het terrein wordt vooral voor bivak gebruikt.

Ecologische effecten treden m.n. op als gevolg van de directe vegetatie- en bodembeïnvloeding. De vegetatie wordt in een gedeelte van het oefenterrein vrijwel geheel verwijderd terwijl de bodemopbouw in die terreingedeelten geheel wordt gewijzigd. De resterende oorspronkelijke vegetatie in deze gedeelten zal hierdoor eveneens beïnvloed worden. Daarnaast treden tijdelijke effecten op die voortvloeien uit het uitvoeren van werkzaamheden: betreding, berijding, lawaaiproduktie door m.n. het materieel en aanwezigheid van mensen. Op de te amoveren wegen treden bovendien effecten op als gevolg van het toevoegen van een overmaat aan zaden van vnl. schapegras.

3.4 Inrichting van schietterreinen

De inrichting van schietterreinen kan betreffen:

- het aanbrengen van een overkapping van waaruit steeds onder droge omstandigheden geschoten kan worden;
- eventuele aanleg van verharde opstelplaatsen voor het geschut;
- installatie van vaste en bewegende schietschijven (via kabels), of doelen in de vorm van oud materiaal (b.v. tankkarkassen);
- de bouw van kogelvangers achter de schietschijven (3-8 m hoge zandheuvels);
- de bouw van hoge zandwallen terzijde van de schietbaan als afgrenzing en beveiliging (voor en tegen) aangrenzende terreinen;
- bouw van betonnen schermen boven de schietbaan ter verkleining van de onveilige zone;
- egalisatie van de terreingedeelten tussen schietplaats en de doelen. Deze gedeelten worden daarna soms bedekt met netten en ingezaaid met grassen (*Festuca ovina*) om verstuiwing tegen te gaan;
- de aanleg van zandbanen in het schietterrein vooral ten behoeve van het schietend materieel en rond het terrein vooral mede ten behoeve van de brandweer;
- de aanleg van brandputten en -vijvers in en aan de rand van het terrein;
- de aanleg van brandstroken langs en soms door het terrein. Dit kunnen regelmatig gefraiste en geploegde zandstroken zijn (breedte in de Harskamp: 100-150 m, 2x per jaar gefraisd) of stroken vrij van enige boomgroei (ASK: 100 m breed).

De effecten die optreden komen mutatis mutandis voor een groot deel overeen met die genoemd onder de inrichting van oefenterreinen (3.3).



Foto 3.2 Recent geamoveerde weg. Na grondbewerking is er schapegras (*Festuca ovina*) ingezaaid en is de voormalige weg met palen afgezet.



Foto 3.3 Stellingplaats van luchtafweergeschut. De vegetatie is duidelijk door de betreding en berijding beïnvloed. Normaal gesproken zijn deze opstelplaatsen beperkt tot enkele vaste locaties.

4. BIOTISCHE EN ABIOTISCHE EFFECTEN VAN MILITAIR TERREINGEBRUIK

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de effecten beschreven die het militaire terrein-gebruik tot gevolg kan hebben.

In de literatuur is gezocht naar studies betreffende de directe relatie tussen het militaire terrein-gebruik en het natuurlijk milieu. Dergelijke studies (Halla 1980; Schober 1975; Van Eerden & Smit 1979) blijken zeer schaars te zijn en overigens veelal van een voor ons doel te grootschalige opzet. Daarom is ook literatuur over min of meer verwante invloeden op de natuurlijke waarden zoals recreatie-invloeden doorgezocht op relevante gegevens. Als bronnen voor het achterhalen van relevante literatuur zijn gebruikt:

1. RIN-archief en -kaartstelsel;
2. de computer van uitgeverij PUDOC: de computer geeft de gevraagde informatie uit een groot aantal internationale referatentijdschriften. Geraadpleegd zijn de gegevensbestanden:
 - BIOSIS (bevat vooral veel Amerikaanse en Engelse referenties; vgl. Biological Abstracts);
 - PASCAL (bevat veel Franstalige en vrij veel Europese referenties; Er is een zekere overlap met het BIOSIS-bestand);
 - NTIS (bevat o.a. gegevens over Amerikaanse EPA rapporten (EPA = Environmental Policy Act, vgl. MER);
3. Literatuurreferenties in reeds bekende en relevante artikelen (sneeuw-baleffect);
4. SCI (Science Citation Index): een referatentijdschrift waarin o.a. kan worden nagezocht in welke artikelen een bepaalde literatuurreferentie na zijn verschijnen werd geciteerd;
5. Suggesties n.a.v. gesprekken met derden.

Als ingangen in de gegevensbestanden 1 en 2 zijn gekozen diverse trefwoorden die samengevat kunnen worden onder de rubrieken:

- militair
- recreatie
- verstoring
- ecologie
- bodem/vegetatie/fauna.

In de beschrijvingen aan de hand van de verzamelde literatuur is vooral aandacht besteed aan de beïnvloeding van belangrijke ecosysteemprocessen en van de natuurlijke waarden. Belangrijke criteria uit natuurbehoudsoogpunt zijn hiervoor onder andere: voedingsstoffenniveau, water- en luchthuishouding en diversiteit. Daarnaast zeldzaamheid, gaafheid, vervangbaarheid en diversiteit. Daarnaast worden als criteria wel genoemd: representativiteit en het wetenschappelijke en educatieve belang (zie o.a. Gonggrijp 1978).

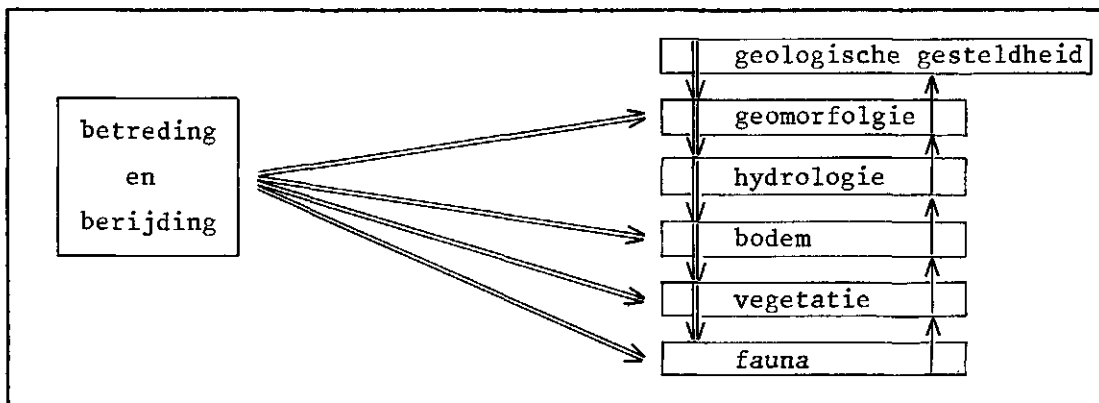
4.2 Militaire oefeningen

Zoals in hoofdstuk 3 is omschreven kunnen door militaire oefeningen voornamelijk effecten verwacht worden ten gevolge van betreding, berijding, graafoactiviteiten, geluid, aanwezigheid, werking van projectielen. Op bivakterreinen treedt voor een deel van de effecten een concentratie op.

4.2.1 Betreding en berijding

In fig. 3.1 is de gemiddelde gebruiksdruk in 1980 op de in het onderzoek betrokken oefenterreinen weergegeven. Helaas is niet bekend welke afstanden een gemiddelde militair in terrein aflegt, zodat niet precies de berijding- en de betredingsfrequentie per m^2 heide te berekenen is. Toch geeft de tabel een indruk van de variatie in de betreding van het terrein als geheel en in de berijding van vooral de banen.

Betreding en berijding zijn van invloed op de biotische en de abiotische hoedanigheden van de terreinen. Te onderscheiden zijn steeds een directe en indirecte invloed (o.a. Bates 1935; Liddle 1975a; Kellomäki & Saastamoinen 1975; Littel 1974; Duffey 1974, 1975). In de verschillende studies naar de effecten van betreden en berijden zijn deze niet steeds duidelijk onderscheiden. Onderstaand schema geeft, ter bepaling van de gedachten, een zeer globaal overzicht van de invloedsrelaties die betreden en berijden hebben ten aanzien van de biotische en abiotische hoedanigheden.



Figuur 4.1. Globaal overzicht van de invloedssfeer van de ingreep 'betreding en berijding'.

N.B. dubbele lijn: directe invloed.

enkele lijn: onderlinge beïnvloeding van de onderscheiden en hiërarchisch gerangschikte kaders.

dikke lijn: sterkere beïnvloeding van dunne lijn (zie voor een grondiger uitwerking van rangorde en onderlinge verhouding van de invloeden o.a. Van Leeuwen 1973; Van der Marel 1977, 1978; Bakker e.a. 1979).

4.2.1.1 Effecten van betreding en berijding op de bodem: inleiding

Betreding en berijding hebben voor de bodem meestal tot gevolg dat door neerwaartse druk het poriënvolume wordt verkleind (de 'bulk density' wordt groter) en dat door slip (langskrachten) en zijwaartse druk (dwarskrachten) de bovenlaag wordt beschadigd.

4.2.1.2 Directe effecten van betreding en berijding op de bodem: bodemverdichting

Algemeen

Door neerwaartse druk en door trillingen treedt er een dichtere pakking van de bodemdeeltjes op, waardoor met name het aandeel van de grote poriën afneemt. Door de afname van het poriënvolume neemt de 'bulk density' logaritmisch toe (De Haan & Wind 1966; SCW-werkgroep F7 1980; Iverson e.a. 1981): de relatie tussen de twee factoren als volgt worden weergegeven:

$$P = \frac{100}{\rho_d} - C, \text{ waarin } p = \text{poriënvolume}; \rho_d = \text{'bulk density' (volumegewicht);}$$

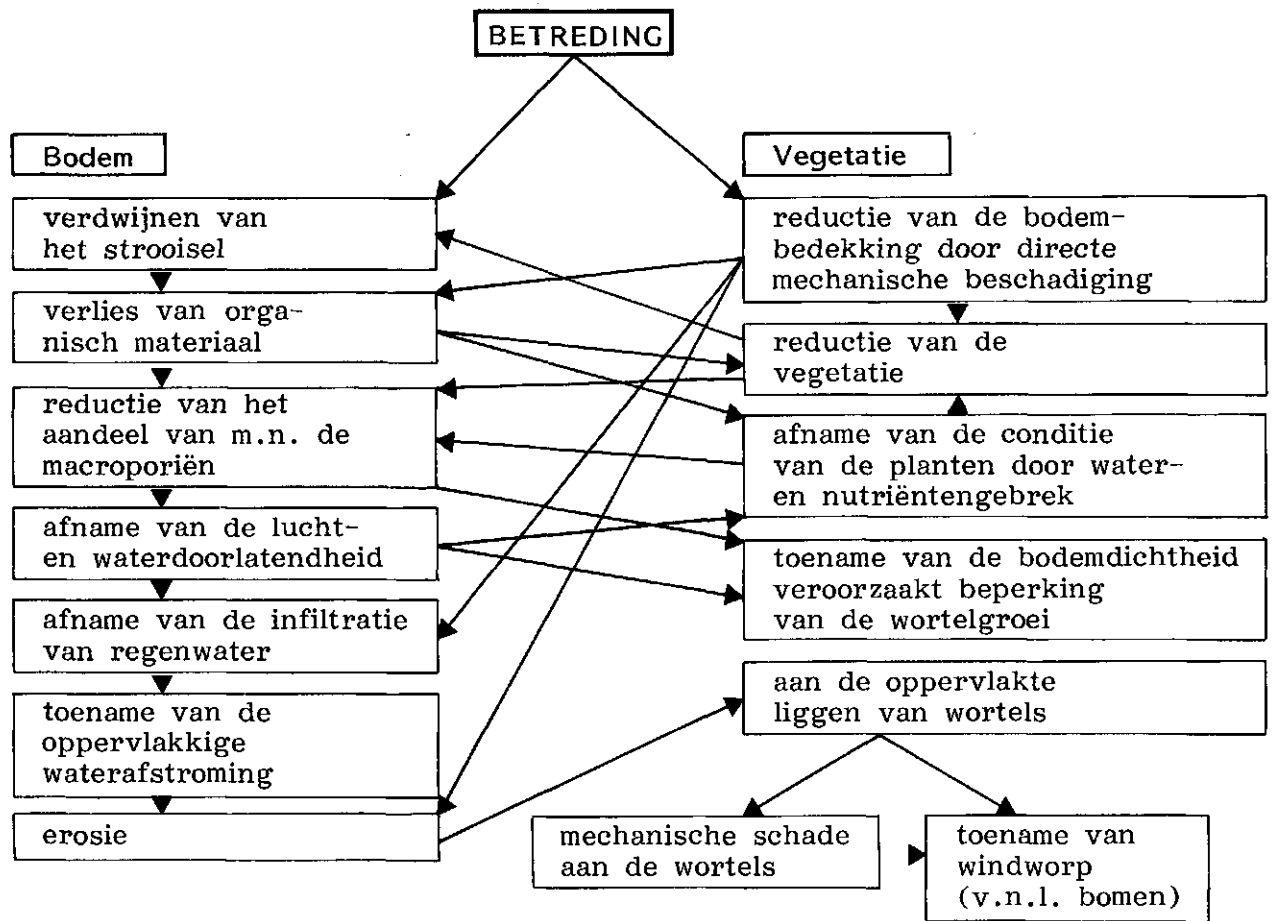
C = constante. Doordat het poriënvolume afneemt daalt het maaiveld, en worden de water- en luchthuishouding in de bodem beïnvloed. Het effect op de waterhuishouding uit zich in de verminderde waterdoorlatendheid, en daarmee in een oppervlakkige waterafstroming indien de neerslagintensiteit groter is dan de verticale verzadigde waterdoorlatendheid. en in een vermindering van het luchttransport door de poriën. Liddle & Greig-Smith (1975a) vonden in duinzand een lineair verband tussen het aantal passages, (te voet en met een auto) en de verandering in bulk-density, y.
($y = 0,096x + 0,99$ resp. $y = 0,086x + 0,91$; y in g.cm^{-3}).

Intensieve betreding en berijding kunnen tot gevolg hebben dat de onderlinge samenhang tussen de bodemdeeltjes in de bovenste bodemlagen juist kleiner wordt, waardoor bij afwezigheid of vernietiging van de vegetatie verstuiving kan gaan optreden (o.a. Liddle & Graig-Smith 1975a; Quinn e.a. 1980; Van der Werf 1967). De effecten van betreding en intensieve berijding zoals in recreatieterreinen en op militaire terreinen vrijwel beperkt tot de bivakterreinen, zandpaden en stellinggebieden, kunnen worden samengevat in fig. 4.2.

Omvang van bodemverdichting

Op de omvang van het effect zijn van invloed:

- de 'bulk density' van de bodem: wanneer de bulk density reeds vrij hoog is, zal ook door trillingen nauwelijks nog verdere verdichting optreden (b.v. veldpodzolgronden).
- het humus- en lutumgehalte: naarmate zand meer humus bevat, wordt het bij toenemende belasting sterker verdicht. Zanden met weinig humus (tot ca. 4 gew. %) laten zich door statische belasting weinig verdichten; echter wel door trillingen. Venige gronden hebben echter de neiging om na de verdichting 'terug te veren' (Arts e.a. 1981). Ook het lutumgehalte kan (min of meer vergelijkbaar met het humusgehalte) de omvang van de verdichting beïnvloeden (Beuving 1979; SCW-werkgroep F7 1980). Bij een even grote bulk density zijn gronden met minder humus beter waterdoorlatend dan humusrijkere gronden (De Haan & Wind 1966).



Figuur 4.2. Relatieschema voor de invloed van betreding op bodem en vegetatie (naar Manning 1979).

- het vochtgehalte: de gevoeligheid van een bodem voor verdichting is afhankelijk van het vochtgehalte. Er is een vochtgehalte waarbij een maximaal effect optreedt; daarboven en daaronder is het effect kleiner. In dekzand is, met name wanneer het organisch-stofgehalte laag is, de invloed van het vochtgehalte minder (Beuving 1979): organische stof bindt 3x zoveel water in vergelijking met lutum (De Glopper 1980).
- de korrelgrootteverdeling van het materiaal: zie humus- en lutumgehalte (SCW-werkgroep F7 1980).
- korrelvorm en -oppervlakteruwheid: deze bepalen de rolbaarheid van de zandkorrel en daarmee het 'gemak' van de verdichting (SCW-werkgroep F7 1980).
- de ontstaanswijze: opgestoven hoogten hebben een losse pakking; uitgestoven laagten een vaste pakking.

Naast deze materiaalparameters zijn er nog van invloed de voertuigparameters (SCW-werkgroep F7 1980):

- frequentie (een of meer malen berijden);
- amplitude (van de trillingen);
- massa;
- versnelling (b.v. remmen, optrekken e.d.).

Hiervan is de frequentie een zeer belangrijke factor. Luchtbanden oefenen een grotere druk op de bodem uit dan rupsbanden. Onder rupsbanden kan plaatselijk echter ook een grote druk worden uitgeoefend indien terreinoneffenheden onder de rupsband 'geplet' worden. Voor de diepte waarover verdichting optreedt, wordt als vuistregel gehanteerd dat dit de helft van de breedte van het drukkend oppervlak is. Houben (1972) en De Haan & Wind (1966) vonden echter ook op grotere diepten een sterke bodemverdichting na werkzaamheden met rupsbulldozers:

Houben (1972): leemarm stuifzandprofiel op een veldpodzol. Bij een herontginning in 1950 is het perceel o.m. tot ca. 1,1 m diepte doorgespit. In 1967 is er een pijpleiding doorheen gelegd. Ter plekke van de pijpleiding is in 1969 een deel van het tracé tot 1,1 m diepte gespit. Vergeleken zijn in 1971 de drie hieruit ontstane situaties. De indringingsweerstand is gemeten met een penetrometer voorzien van een conus met 1 cm oppervlakte en een tophoek van 60° . De gemeten indringingsweerstand waren voor de verschillende diepten als volgt (in kg/cm^2):

- a. proefplek buiten de werkstrook;
direct onder de bouwvoor: 25-32; 0,7 m: ± 16 ; 1,1 m: $\pm 40 \text{ kg/cm}^2$
- b. proefvlak op de werkstrook:
direct onder de bouwvoor: 27-37; 0,6 m: ± 45 ; 1,1 m: $\pm 40 \text{ kg/cm}^2$
- c. proefplek op de werkstrook na twee jaar te voren spitten:
direct onder de bouwvoor: 10-18; dieper in het profiel: $\leq 10 \text{ kg/cm}^2$

In alle gevallen is de indringingsweerstand van de vaste ondergrond (beginnd dieper dan ca. 1,5 m meer dan 50 kg/cm^2).

De Haan en Wind (1966): veenkoloniale zandgronden. Onderzocht zijn situaties die na dieploegen bereiden zijn met een Caterpillar D6. (De waarden zijn omgerekend naar de waarden van een penetrometer, voorzien van een conus met een tophoek van 60° en een oppervlakte van 1 cm^2 ; e.e.a. zoals aangegeven door Beuing (1981).)

- a. onbereiden situatie. Het losse materiaal heeft een indringingsweerstand van $2,2 \text{ kg/cm}^2$;
- b. na 1x berijden: tot 25 cm diepte $8,6 \text{ kg/cm}^2$; dieper $4,3 \text{ kg/cm}^2$;
- c. na 3x berijden: tot 40 cm diepte $17,3 \text{ kg/cm}^2$; dieper $10,1 \text{ kg/cm}^2$;
- d. na 6x berijden: tot 55 cm diepte $24,5 \text{ kg/cm}^2$; dieper $10,1 \text{ kg/cm}^2$.

Ook Reaves en Cooper (1960) vonden een bodemverdichting tot 113 cm diep als gevolg van berijding met tractoren.

Rupsbanden hebben de eigenschap dat ze door hun starheid de trillingen van motoren goed geleiden en overbrengen op de bodem; verdichting ontstaat dan als gevolg van het mee gaan resoneren van de bodemdeeltjes (SCW-werkgroep F7 1980). Dit in tegenstelling tot luchtbanden die trillingen beter dempen.

4.2.1.3 Directe effecten van betreding en berijding op de bodem: beschadiging bovenste bodemlagen

Betreding en met name berijding kunnen naast verdichting ook een beschadiging van de bovenste bodemlagen veroorzaken gecombineerd met beschadiging van de vegetatie. Te denken valt hierbij aan:

- insporing door druk en slip van aangedreven wielen, waarbij door wiel-slip (versnelling en vertraging) de vegetatie en het bodemoppervlak 'weggeveegd' worden (zie b.v. Aide Memoire 1964) en versmering van de daarna aan de oppervlakte komende bodemlagen optreedt;

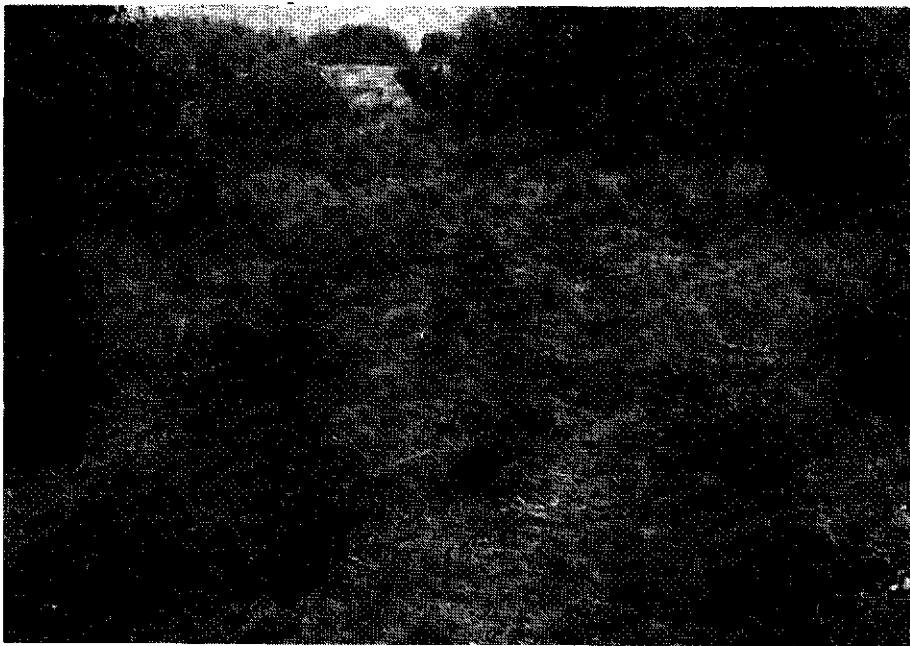


Foto 4.1 Berijding in vochtige en natte gebieden veroorzaakt spoorvorming, menging van de bovenste bodemlagen en beïnvloedt de vegetatie.

- de situatie waarin bochten met voertuigen (rupsvoertuigen: schranken) gemaakt worden (Aide Memoire 1964);
- de werking van hak en teen in geval van betreding (Quinn e.a. 1980);
- inslijten van wegen door wind- en watererosie (c.q. beschadiging van waterstagnerende lagen). Een venige of humusrijke grond is gemakkelijk te beschadigen, i.c. 'versmeer- of inspoorbaar', m.n. onder natte omstandigheden. Een dunne, humusarme bovengrond (A1) in zand (vaaggronden) is eveneens te beschadigen, i.c. lostrappen, m.n. onder droge omstandigheden.

4.2.1.4 Indirecte effecten van betreding en berijding op de bodem: bodemerosie

Bodemerosie kan optreden als gevolg van wind- en waterwerking.

Doordat de samenstellende bodemdeeltjes hun onderlinge samenhang verliezen bij m.n. intensieve betreding en berijding kan erosie door windwerking optreden: stuiven. Factoren die van invloed zijn op de winderosie zijn (Knottnerus 1964; DHV 1981):

- a. Meteorologische factoren: windsnelheid, neerslag, relatieve vochtigheid, temperatuur en straling, De grond gaat bijna niet verstuiven bij een zuigspanning tot 3,5, als het regent of als de relatieve vochtigheid groter is dan 80-85%.
- b. Bodemkundige factoren:
 - vochtigheidsgraad van de bodem;
 - dichtheid van de grond;
 - korrelgrootteverdeling (geen verstuiving wanneer het oppervlak voor meer dan 50-55% bestaat uit aggregaatjes van meer dan 1-2 mm en aangekitte korrels van 2-3 mm);
 - bindingskrachten tussen de bodemdeeltjes onderling (ontstaan in of door klei, vocht, humus, ijzer- en/of aluminiumverbindingen en andere zouten).
- c. Biotische factoren, zoals o.m. de bedekkingsgraad van de vegetatie en bodembewerking door graaactiviteiten van verschillende dieren.

Erosie door water treedt op doordat als gevolg van de verminderde waterdoorlatendheid overtollig water oppervlakkig gaat afstromen. In combinatie met beschadiging of vernietiging van het plantendek en op hellingen kan hierdoor aanzienlijke schade optreden, te meer daar het proces zichzelf versterkt (Schober 1975; Halla 1980; Iverson e.a. 1981). De omvang hiervan is o.a. afhankelijk van hellingspercentage, hellingslengte, hellingvorm (concaaf, convex) en korrelgrootteverdeling in de bodem (Schober 1975).

4.2.1.5 Directe effecten van betreding en berijding

Inleiding

De vegetatie wordt beïnvloed doordat de individuele planten beschadigd worden door betreden en berijden en doordat de plaatselijke milieuomstandigheden veranderen door de beïnvloeding. Mechanische beschadiging doet een beroep op de fysiologische capaciteiten van de plant. Door milieuverandering gecombineerd met de fysische beschadigingen van individuen

wordt de vegetatie beïnvloed. Gemeten kenmerken van de vegetatie zijn: hoogte, bedekking, biomassa, fenologie, soortensamenstelling; ze worden hieronder nader uitgewerkt.

Mechanische beschadiging van Calluna-planten (struikheide)

Uit onderzoek van Smith (1978) bleek dat Calluna-planten een zekere tolerantie voor betreding hebben door de aanwezigheid van verhoutte weefsels. Wanneer echter schade aan de plant wordt toegebracht (afgerukte bladeren, beschadigde schors, afgerukte takken) heeft dit een water-stress tot gevolg, die de conditie, het voortbestaan (momenteel in onderzoek: Zeilinga, R.U. Utrecht) en de netto primaire produktie van de plant nadelig beïnvloeden. Ook wordt mogelijk de fotosynthese-capaciteit geringer waardoor de (haar-) wortelproduktie in het voorjaar achterblijft (Berdowski 1981). De omvang van het effect hangt af van de omgevingsfactoren op dat ogenblik (w.o. verdamping). Regeneratie kan optreden door het vormen van nieuwe takken aan de basis (tussen beschadiging en wortels) en is min of meer te vergelijken met regeneratie na b.v. maaien (o.a. Bayfield 1979), begrazen en branden (Mohamed & Gimingham 1970).

Invloed op heiden en andere vegetaties

Aan de effecten van betreding op heide- en heideachtige vegetaties, zoals deze in Nederland voorkomen is nog weinig tot geen onderzoek verricht. Wel zijn er gegevens met betrekking tot andere vegetatietypen en milieus, nl.: bergheiden (Bayfield 1971, 1979), duinen (Van der Werf, 1967, 1972; Liddle 1973; Littel 1974; Liddle en Greig-Smith 1975; Boomsma & Van der Ploeg 1976), kalkgraslanden (Chappell e.a. 1971; Streeter 1971) en bossen (Falinski 1975; Kellomäki & Saastamoinen 1975; Nylund e.a. 1979). Overzichten van de literatuur worden o.a. gegeven door Triep (1976), Liddle (1975a), Speight (1973) en Van Berkel (1981).

Een maat voor de tolerantie van vegetaties voor betreding is o.m. het aantal malen betreding of berijding dat nodig is voor een reductie van de biomassa tot 50% van de biomassa in een ongestoorde situatie (Liddle 1973, 1975b). Naast biomassa kunnen hiervoor ook andere vegetatiekenmerken worden ingevuld. In veel experimenten bleek er een goede relatie te bestaan tussen het aantal passages en de verandering van de genoemde vegetatiekenmerken, maar varieerde de respons van de vegetatie naar gelang o.m. de samenstelling en bodemtype.

- primaire produktie

Gebleken is dat de betredingstolerantie toeneemt naarmate de primaire produktie van de vegetatie groter wordt (zie fig. 4.3). De primaire produktie wordt eerst als gevolg van toenemende betreding enigszins verhoogd maar neemt bij verdere toeneming daarna af (Brooks 1966; Goldsmith 1974; Liddle 1975b; Blom 1979).

Met name zijn mos-, korstmos- en dwergstruikvegetaties weinig tolerant voor betreden, alsmede vegetaties op natte bodems (Liddle 1975b; Nylund e.a. 1979; Kellomäki & Saastamoinen 1975).

De betredingstolerantie van een soort blijkt in verschillende min of meer gelijksoortige habitats, b.v. Calluna in verschillende heidetypen, vrijwel gelijk te blijven (Bayfield 1979; Kellomäki & Saastamoinen 1975). In een voor de soort minder optimaal milieu kan de gevoeligheid van betreding groter zijn. Zo blijken grasvegetaties onder beschaduwing gevoeliger dan in open situaties. De betredingstolerantie is in de winter kleiner dan in de zomer (Bayfield 1979; Harrison 1981; Liddle 1975a).

- De waterhuishouding in de bodem is veranderd. In het algemeen neemt de wisseling tussen nat en droog van een verdicht profiel toe. Het water blijft langer staan, en een keer uitgedroogd wordt de bodem niet snel weer vochtig wegens de verminderde infiltratiesnelheid. Het milieu wordt hierdoor extremer. Het water van de verdichte zone stroomt oppervlakkig af naar de zone ernaast en beïnvloedt de situatie daar doordat er meer water verwerkt moet worden. Het gevolg is mogelijk dat de bodem daar door de waterwerking ook gaat verdichten (Van Leeuwen, mond. med. 1981). Door de afname van de grote poriën en een toename van de kleine poriën vermindert de doorlatendheid en de diffusie.



Foto 4.2 Regenwater zakt minder snel weg op verdichte bodems van cultuurtechnisch niet op de moderne manier bewerkte en onderhouden wegen. Verbreding van wegen is een van de effecten.

- De luchthuishouding in de bodem wordt bemoeilijkt. Met water verzadigde kleine poriën raken het water moeilijker kwijt dan grote poriën. Hierdoor wordt de diffusie van lucht in de bodem bemoeilijkt, waardoor in de bodem een relatieve zuurstofarmoede kan ontstaan. Zuurstofarmoede kan leiden tot een grotere oplosbaarheid van fosfaat. Onder natte omstandigheden is er meer fosfaat beschikbaar en is de fosfaatopname door de planten groter (Immerzeel 1977). Onbekend is of dergelijke processen in de praktijk inderdaad van invloed zijn en tot uiting komen in de vegetatie. De norm voor de landbouw is dat 10-15% van het volume van doorlopende poriën met lucht gevuld moet zijn voor een goede luchtvoorziening van de vegetatie

(Houben 1972). Verschillende plantesoorten stellen omtrent de luchthuishouding verschillende eisen (voor de landbouw: Boekel 1963, 1966).

- Het (micro)reliëf van de bodem is veranderd door de maaiveldverlaging. Zo zijn bijvoorbeeld de hessenwegen, handelswegen uit de middeleeuwen, nu m.n. op de lagere en vochtiger terreindelen nog goed in het terreinreliëf te herkennen. De Smidt (1954) meldt b.v. het voorkomen van dubbele rijen berkenopslag in de heide na berijding met tanks. Ook kunnen regelmatig dubbele rijen vergraste heide, of juist opslag van heide, worden gezien in dergelijke gevallen (eigen waarneming). Een en ander kan wijzen op bijvoorbeeld gunstiger kiemingsomstandigheden ter plekke (Liddle & Moore 1974).



Foto 4.3 Vergrassing in berijdingssporen
(pijpestrootje, *Molinia caerulea*).

- De humusdelen in de bovenste bodemlagen fragmenteren onder invloed van mechanische effecten. Ze kunnen daarna wegwaaien of juist vermengd worden met de overige bodemdeeltjes. Ook kan er een hogere mineralisatie van de organische stof optreden als gevolg van verdichting. Natuurlijk herstel van chemische bodemkenmerken (zoals organische stofgehalte) en vegetatie tot het niveau dat bereikt zou zijn, wanneer er geen beïnvloeding was opgetreden, duurt zeer lang: in de duinen blijkt na vergraving gerekend te moeten worden met een tijdsverloop van minimaal een eeuw (Steenkamp e.a. 1981). Door combinaties van winderosie en mineralisatie kan een

versterkt effect optreden. Voor heide zijn nog geen gegevens bekend, maar wordt ook een lange regeneratieperiode verondersteld.

Quinn e.a. (1980) wijzen erop dat onder invloed van betreding reeds veranderingen in de meetbare bodemkenmerken optreden doordat ogenschijnlijk de vegetatie beïnvloed wordt. Dit gegeven stemt overeen met soortgelijke uitkomsten bij proeven van Duffey (1974, 1975) en Uetz (1979) (zie 4.2.3).

Gevolgen van winderosie voor de vegetatie

De gevolgen voor vegetaties van inwaaiend materiaal, vergelijkbaar met dat van de militaire oefenterreinen, zijn voor zover bekend nooit onderzocht. In het algemeen treedt er een extra toevoer van voedingsstoffen op als de toevoer per tijdseenheid tenminste niet te groot is. Wanneer het stuifmateriaal van een andere (chemische) samenstelling is dan dat waarin de vegetatie wortelt, kunnen overeenkomstige vegetatieveranderingen het gevolg zijn (zie b.v. Etherington 1978, voor kalkhoudende stof).

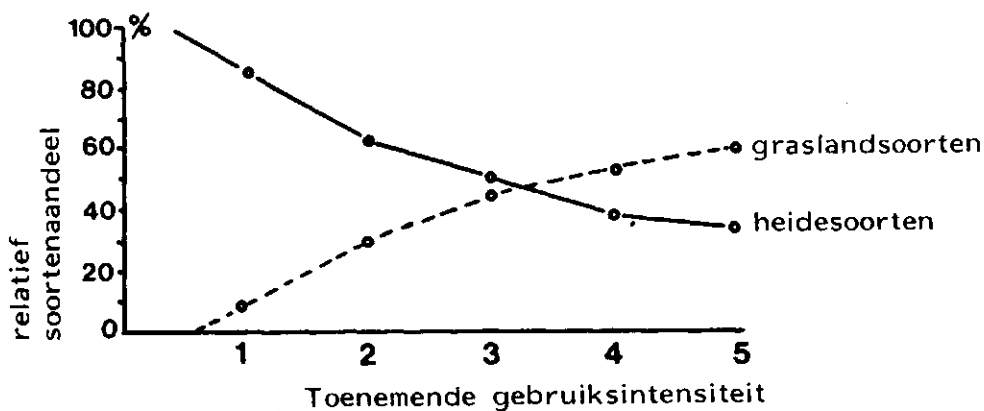
4.2.1.7 Indirecte effecten van betreding en berijding op de vegetatie: veranderingen in soortensamenstelling

Bij betreden of berijden kan de vegetatie zich aan deze omstandigheden aanpassen doordat de soorten zorgen voor een voortdurend snelle vermeerdering (compenseren van de fysische schade) of door groeivormaanpassingen (Liddle 1973; Littel 1974). Bepaalde plantesoorten kunnen hierbij sterk in het voordeel zijn of raken, zodat veranderingen in de vegetatiesamenstelling optreden (Bates 1935; Liddle 1975b; Liddle & Greig-Smith 1975; Boorman & Fuller 1977; Perring 1967; Van der Werf 1967, 1972).

Wanneer een soort die relatief weinig tolerant is voor betreding of berijding, minder gaat voorkomen of zelfs verdwijnt, kunnen door het vrijkomen van niches mogelijk andere soorten hiervan profiteren (Grubb 1977; Blom 1979; Triep 1976; Van der Ploeg & Van Wingerden 1975). Dit zou een vergroting van de soortenrijkdom kunnen betekenen; de waardering hiervan hangt echter o.a. ook nog af van de aard (zeldzaamheid, authenticiteit) van de verdwijnende en verschijnende soorten. Geselecteerd wordt er ook op betredingstolerantie van de kiemplanten (Blom 1979). Ook kan er groeivormselectie optreden. Planten met lage groeivormen (rozetten, dwergvormen, liggende planten e.d.), vegetatieve en generatieve voortplanting buiten het betredingsseizoen, vegetatieve voortplanting en met flexibele onderdelen zijn hierbij in het voordeel (Triep 1976; Liddle 1973, 1975a,b; Blom 1979).

Bij toenemende betreding verdwijnen dan de gevoelige, slecht regenererende soorten met ongunstige groeivormen (w.o. heide, lichenen) welke eerst worden vervangen door grasvegetaties en daarna door kale bodem (Liddle & Greig-Smith 1975; Liddle 1975a, 1975b), zie ook fig. 4.7.

Bij lichte vormen van betreding in heide kunnen diverse soorten in aantal en bedekking toenemen, zoals de soorten uit o.a. het *Violon caninae* (b.v. *Nardus stricta*, *Galium hercynicum*, *Antennaria dioica*, *Viola canina* var. *canina*, *Festuca ovina* ssp. *tenuifolia*, *Luzula multiflora* ssp. *congesta*, *Gentiana pneumonanthe*, *Pedicularis sylvatica*). Bij sterkere betreding nemen soorten als *Nardus stricta*, *Poa annua*, *Plantago major*, *Agrostis tenuis* en *Juncus squarrosus* in bedekking toe (Westhoff e.a. 1973).



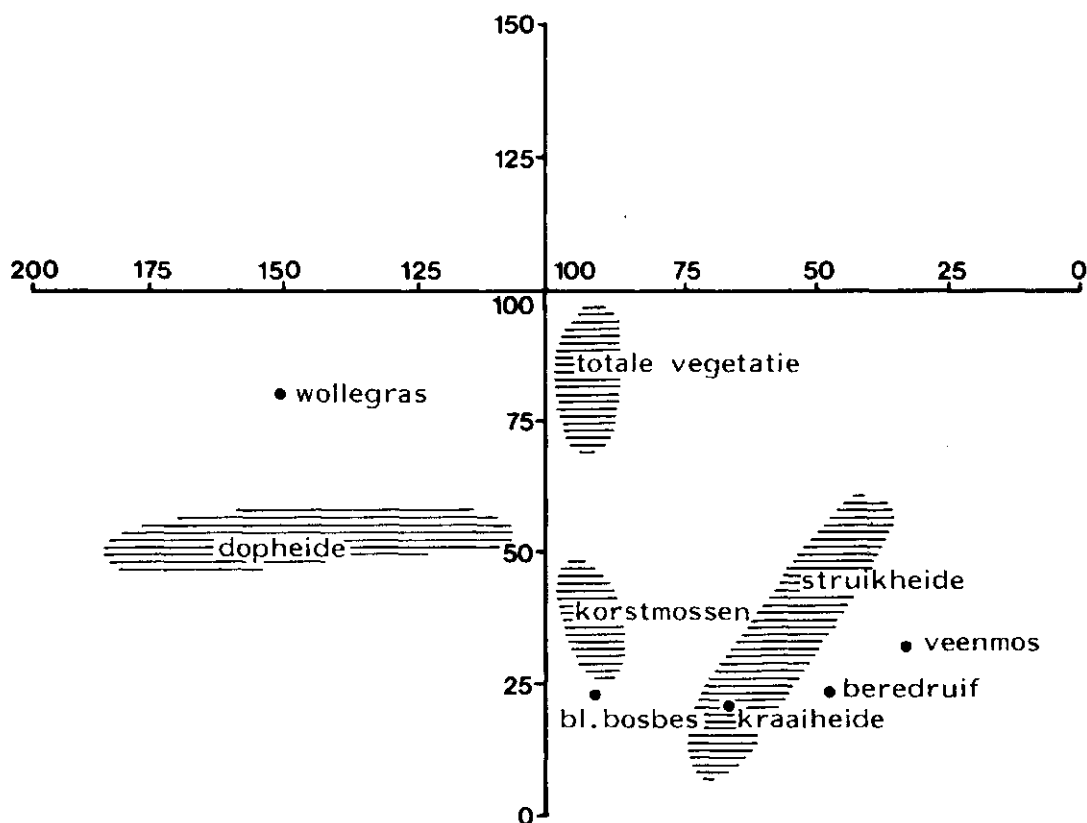
Figuur 4.7. Veranderingen in de soortensamenstelling van een kalkgrasland als gevolg van betreding door paarden (naar: Perring 1967). De cijfers 1 t/m 5 op de X-as geven de gebruiksiteit aan, uitgedrukt in het aantal paardekoersen dat er per jaar gehouden wordt. Intensiteit 1 refereert naar een maximum van 200 paarden per jaar; intensiteit 4 naar ca. 1350 paarden per jaar.

Spontane regeneratie

Bayfield en Harrison hebben enig onderzoek gedaan aan de regeneratie van o.a. heidevegetaties na beschadiging door betreden. Gebleken is dat beschadigingen aan Calluna-vegetaties pas na enige tijd duidelijk worden. Bayfield vond dat Calluna tot na de eerstvolgende winter afstierf. Regeneratie tot ongeveer de oorspronkelijke bedekking trad bij andere soorten en vegetaties vrij snel op (Harrison 1981: 6 weken) maar de heide-, lichenen- en Sphagnumvegetaties waren pas tot het oude bedekkingsniveau hersteld na ca. acht jaar of langer (Bayfield 1979; Boomsma & Van der Ploeg 1976; Harrison 1981) (zie fig. 4.8).

Bij berijdingsproeven op de Arnhemse Heide (DO 5/DS 6) in 1972/1973 was er na meermalige berijding met rups- en wielvoertuigen ook slechts een zeer langzame regeneratie: na 2 jaar slechts een bedekking van ca. 10%. Bij eenmalige berijding regeneerde de heide voor het oog vrij snel. Het betreft hier slechts oppervlakkige waarnemingen (Hageman z.j.).

Na een eenmalige oefening in 1964 op het Uddeler Buurtveld bleek tijdens een excursie in het voorjaar van 1981 op veel plaatsen nauwelijks verschil in de bedekking van Calluna. Mogelijk waren hier wel verschillen in soortensamenstelling op en naast de sporen. De maaivelddaling in de sporen (insporing) was nog duidelijk te zien. Voor kunstmatige regeneratie wordt verwezen naar de paragraaf 'amoveren' in 4.3.2.



Figuur 4.8. Relatieve bedekking aan levende plantdelen van individuele soorten en van de totale vegetatie op vier plaatsen in de Vairngorms (Schotland), resp. 1 en 8 jaar na betreding (naar Bayfield 1979).

4.2.1.8 Effecten op de bodemfauna

Er is nog slechts weinig onderzoek gedaan, met name kwantitatief, naar de gevolgen van betreding en berijding op de fauna. De beschikbare gegevens (zie fig. 4.9) wijzen echter wel min of meer in dezelfde richting. Een gedeelte van de literatuur betreft vergelijkingen tussen vegetaties met een verschillende hoogte als gevolg van o.a. wel/niet maaien; dit verschil komt gedeeltelijk overeen met de gevolgen van betreding.

Als factoren die van belang zijn voor het milieu van de bodemfauna worden genoemd (Eijsackers 1977):

- voedsel;
- poriënvolume en de variatie in poriëngrootte;
- vochtigheid;
- temperatuur (meestal worden temperaturen hoger dan 15-20°C gemeten).

Chemische eigenschappen zijn meestal niet direct van invloed. Wel is er kalk nodig voor de bouw van een uitwendig skelet. Regenwormen komen doorgaans niet voor in zure grond; daar zijn ze vervangen door entrycheeën. De invloed van betreding komt dan ook voor een groot deel tot uiting via wijziging van de bodemeigenschappen, na milieuveranderingen en via wijzigingen in de voedselsituatie (o.a. Bayfield 1979; Duffey 1975; Littel 1974; Boomsma & Van der Ploeg 1976; Van der Ploeg en Van Wingerden 1975).

De beschikbare gegevens suggereren dat bij toenemende betreding de omvang en de diversiteit van de bodemfauna (m.n. arthropoden) kleiner wordt. De meeste soorten nemen af in aantal; slechts enkele nemen steeds toe.

Duffey (1974, 1975) onderzocht één jaar lang experimenteel de evertebraatenfauna in strooisellagen (m.b.v. 'litter bags': strooisel in gaas) in relatie tot een betredingsintensiteit tot maximaal 10 maal per maand, wat in vergelijking met betredingsexperimenten met vegetatie (zie boven) erg laag is. Onder invloed van een betredingsintensiteit van 10x per maand gedurende 1 jaar nam als gevolg van het breken van de samenstellende delen het volume van het strooisel af met 81% (onbetreden: 55,1%), het volume van de luchtholten in het strooisel nam af tot 38% (onbetreden: 63%). Het aantal individuen van de onderzochte faunagroepen (vooral de macro-arthropoden van de Araneae, Coleoptera, Isopoda, Diplopoda, Mollusca) was bij 10x betreden per maand ca. 50% van de onbetreden situatie, het aantal soorten 46,5%. Enkele soorten komen meer in de betreden situatie voor; de meeste prefereren de onbetreden situatie. De veranderingen (positief en negatief) in de faunasamenstelling zijn gerelateerd aan, en mogelijk veroorzaakt door de veranderingen in het 'strooiselmilieu' (kleiner volume, minder luchtholten, fragmentatie van strooiseldelen, vermenging van grond en strooisel enz.).

Ook Uetz (1979) toonde een relatie aan tussen omvang en soortendiversiteit in de spinnenfauna van strooisellagen in loofbossen en factoren die gerelateerd zijn aan strooiseldiepte: prooihoeveelheid (eveneens gecorrigeerd met diverse strooiselkenmerken), temperatuurvariatie, temperatuurrange, strooiselvariatie en vochtigheidsfluctuaties. Ook anderen (zie fig. 4.9) vonden minder individuen en minder soorten in de betreden situatie dan in een onbetreden. Steeds zijn er slechts weinig soorten die positief reageren op betreding.

Daarnaast nam Littel (1974) waar dat betreding een verstorende werking had op de mesofauna: de activiteit van de dieren (de afstanden die werden gelopen) tijdens betreding was aanzienlijk groter dan anders.

4.2.2 Intensieve berijding en free-for-all

De effecten van intensieve berijding liggen deels in het verlengde van die van de extensievere vormen van berijding zoals hierboven (4.2.1) al beschreven. De omvang van de effecten gaat echter veel verder (zie b.v. Severinghaus e.a. 1980):

- de vegetatie verdwijnt, hier en daar resteren eventueel nog enkele struiken of bomen;
- in de bovenste bodemlagen gaat het onderlinge verband tussen de samenstellende bodemdeeltjes verloren, zodat deze bovenste bodemlagen i.p.v. vaster, juist losser worden. Hierdoor wordt verstuiwing mogelijk. De ondergrond kan verdicht blijven.
- door de genoemde milieuveranderingen wordt het terrein steeds minder geschikt voor de fauna door verlies van voedselbronnen, dekking en nestgelegenheid.

Concentratie van berijdingsactiviteiten treedt op in de free-for-all terreingedeelten (hoofdstukken 2 en 3) waarbij ook nog gegraven kan worden (ingraven van tanks b.v.).

Voor de effecten van aanleg van dergelijke terreinen en het ruimtebeslag ervan op de COT'en en EOT'en wordt verwezen naar 4.3.

auteur	ingreep	vegetatietype en streek	diergroepen
Van der Ploeg & Van Wingerden 1975	betreding	kwelders Schiermonnikoog	spinnen e.a. Arthropoda;m.u.v. Collembola en Acari
Bigot & Poinso-Balageur 1978	paardenbetreding	kwelders Camargue, Frankrijk	Invertebrata, m.n. Collembola
Aritajat e.a. 1977	tractorberijding 1-10 maal	cultuurgrond	m.n. Collembola
Chappell e.a. 1971	betreding en berijding	kalkgraslandvegetaties, Engeland	Invertebrata, m.u.v. Homoptera
Southwood & Van Emden 1967	gemaaid (5-15 cm hoog) en on-gemaaid	grasvegetaties Berkshire, Engeland	Invertebrata m.u.v. veel fytofage soorten (m.n. Homoptera en enkele Acari)
Newton & Thomas 1979	netreding	droge heide Staffordshire, Engeland	Collembola en m.n. Acari
Littel 1974	betreden, 2x per week, 5-50x betreden, zomer	grazige duinvegetaties, N.H.Duinreservaat	veel mesofauna- groepen incl. herbivoren
Bayfield 1979	betreding/pad	veen, Schotland	Molophilus ater (Diptera)
Boomsma & Van der Ploeg 1976	betreding	duinvegetaties N.H.Duinreservaat	veel mesofauna- groepen; alleen bij sterke betre- ding Lumbricidae
Morris 1967, 1968, 1969, 1971	wel/niet be-grazing (vegetatiehoogteverschillen)	kalkgraslanden Engeland	veel evertebraten- groepen m.u.v. Collembola en Acari
Duffey 1974, 1975	wel/niet be-treden van 'litter bags' tot 10x per maand betreden, 1 jaar lang	graslanden Engeland	veel evertebraten- groepen
Uetz 1979	betreden van experimentele strooisellagen	bossen	spinnen

Figuur 4.9. Overzicht van enige overige literatuur omtrent de relatie betreden vs. voorkomen diverse taxa van fauna.

De in te richten free-for-all terreinen verliezen hun oorspronkelijke vegetatie door de inrichtingswerkzaamheden, inzaai van een onnatuurlijke vegetatie en door eventuele bemesting. Free-for-all terreinen die niet ingericht zijn en minder intensief gebruikt gaan worden, kunnen via stuifzandpioniervegetaties en de storingsvarianten ervan weer opnieuw begroeid raken (b.v. Oirschot, FO 8: mozaïeken van vegetaties met *Calluna vulgaris*, *Molinia coerulea*, *Agrostis* sp.).

Verdere herstelmogelijkheden zijn behandeld in 4.2.1. en 4.3.2.

4.2.3 Graven

Op de militaire terreinen wordt gegraven ten behoeve van de inrichting (zie 4.3), het gebruik (ingraven tanks, manschappen) en het beheer (begraven van o.m. takken) van de terreinen.

bodem

Door graafactiviteiten worden de bodemlagen doorgespit wat van invloed kan zijn op enerzijds de hydrologische en bodemchemische kenmerken ter plekke en anderzijds de geogenetische, geomorfologische, pedogenetische en cultuurhistorische kenmerken.

Door verbreking van slecht doorlatende lagen en laagjes, b.v. in de B-horizont van podzolen, kan verdroging optreden. De omvang van het effect, dat b.v. in de directe omgeving van vennen of vochtige delen groot kan zijn (vgl. het 'lekprikken' van vennen als mogelijk gevolg van bodemonderzoek), is in zijn algemeenheid niet te bepalen en hangt o.m. af van topografische kenmerken als de ruimtelijke en de hoogteligging in het terrein.

Door het overhoop halen van de verschillende bodemlagen kan een t.a.v. de voedselrijkdom afwijkende grondsoort meer aan de oppervlakte komen. Voorbeelden zijn keileem en de inspoelingshorizont van een podzol. Door roering van de bodemlagen treedt meestal een verhoogde mineralisatie van de organische stof op. De waterhuishoudkundige en bodemchemische eigenschappen zijn vervolgens van invloed op de vegetatie en daarmee ook op de fauna (zie ook 4.2.1).

Regeneratie van de oude situatie duurt zeer lang, omdat de betrokken bodems veelal een ontwikkeling van enkele tot vele eeuwen hebben doorgemaakt. Herstel van bodemchemische kenmerken als het humusgehalte duurt b.v. in duinstreken meer dan een eeuw (Steenkamp e.a. 1981). Daarnaast wordt door vergraving de in de bodem opgeslagen cultuurhistorische informatie ter plekke aangetast.

vegetatie

De vegetatie wordt beïnvloed door graven 'sec' of als gevolg van de gewijzigde bodemkenmerken en waterhuishouding, die hierboven zijn beschreven. Daarnaast wordt de vegetatie beïnvloed door het wegsteken van plaggen t.b.v. de schuttersputjes e.d. Weliswaar worden deze weer teruggelegd na demping van de put, maar doordat de wortels voor een groot deel zijn afgestoken en de waterhuishouding direct onder de plag verstoord is, kan regeneratie van de vegetatie op de plag sterk bemoeilijkt worden. Overigens werden bij een terreinbezoek op de Arnhemse Heide vele putjes onafgedekt gevonden.

fauna

Op kleine schaal uitgevoerd kunnen plaatselijke vergravingen dienen als eiafzetplaatsen voor de zandhagedis. Van nature ontstaan deze plekken door de graafoctiviteiten van dieren als vossen en konijnen (Stumpel 1981).

Graven op free-for-all terreingedeelten

Graven op free-for-all gedeelten is na de inrichting hiervan (4.3.3.1) nauwelijks meer van invloed op natuurlijke bodem- en vegetatiekundige kenmerken, omdat deze dan reeds verloren zijn gegaan.

4.2.4 Bivak

De inhoud van het complexe begrip 'bivak' is reeds aan de orde gekomen in hoofdstuk 3. Voor een gedeelte van de effectenbeschrijving kan in het volgende worden verwezen naar andere, meer specifieke paragrafen (b.v. 4.2.1: Betreding en berijding, 4.2.3: Graven, 4.2.6: Aanwezigheid in het terrein).

Vrij intensief 'kamperen'

Door het vrij intensieve kamperen is er een aanzienlijke invloed op de bodem en op de vegetatie.

De bodem wordt beïnvloed door betreding en plaatselijke berijding (door parkeren van voertuigen), waardoor bodemverdichting, strooiselfragmentatie en mineralisering van de organische stof optreden. Afgeleide effecten hiervan zijn de verminderde groeimogelijkheden voor de vegetatie, het aan de oppervlakte komen van boomwortels, een gewijzigd kiemmilieu voor de zaden, verminderde differentiatie van de bodembewonende arthropodenfauna door de afname van de omvang en differentiatie van het 'strooiselmilieu' (zie 4.2.1: Betreding en berijding).

De vegetatie wordt beïnvloed, behalve door veranderingen in de bodem, door de mechanische effecten van betreding. Hierdoor hebben vooral de kruid- en lage struiklaag te lijden, zodat deze op den duur sterk veranderen (zie 4.2.1.7). Afgeleid zijn de effecten op de herbivore fauna, die o.m. ontstaan door het verminderde voedselaanbod, en de effecten op de fauna i.h.a. ten aanzien van broed- en dekkinggelegenheden, waarbij vooral de grondbewonende soorten kwetsbaar zijn.

Door de regelmatige aanwezigheid van groepen mensen gaat er een met name visuele en akoestische verstoring van het bivak uit (zie verder 4.2.6).

In Amerikaanse literatuur over het vrij intensieve kamperen worden dezelfde effecten genoemd (zie b.v. James e.a. 1979; LaPage 1967). James e.a. (1979) toonden een verminderde groei aan van de bladeren en stammen van de bomen (*Pinus banksiana*) in gebieden die gebruikt werden voor intensieve campingrecreatie (dit is in dit geval tot 300 'kampeerdersdagen' per jaar; de oppervlakten van de betrokken kampeerterreinen zijn helaas niet gegeven!).



Foto 4.4 Bivakterrein.

Eutrofiëring

De bemesting via de latrineputjes kan afhankelijk van de bewortelingsdiepte invloed hebben op de vegetatie ter plekke en, via waterstromingen in de bodem, ook op gebieden op enige afstand van het bivak.

In fig. 4.10 is een schatting gegeven van de bemestingsdruk in enkele bivakterreinen. Hierbij moet worden opgemerkt dat met name de vaste fecaliën tot op 80 cm diep (diepte latrines) begraven worden zodat de bemesting buiten de bewortelingsdiepte van een deel van de vegetatie plaatsvindt.

Invloed op de vegetatie ter plekke is er wanneer de bemesting plaatsvindt binnen het bereik van de wortels. Ongeveer 80% van de Nederlandse flora en eveneens ca. 80% van de in Nederland voorkomende vegetatietypen is gevoelig voor bemestingsvermeerdering, wat neerkomt op vervanging ervan door andere soorten en vegetatietypen (De Molenaar 1980).

De nieuw te verkrijgen vegetatietypen zijn in de regel minder waardevol dan de verdwenen typen. Het effect is echter minder goed te voorspellen dan het in eerste instantie lijkt door het gecombineerde voorkomen van bemesting en bodemverdichting.

Zoals eerder vermeld vonden James e.a. (1979) in terreinen met intensieve kampeerrecreatie juist een verminderde groei van de bomen (*Pinus banksiana*), wat geweten werd aan de verandering van de bodemfysische kenmerken (verhoogde bulk-densiteit, verminderd waterbergingsvermogen). Hetzelfde vonden Nylund e.a. (1979) in Finland.

Via de ondergrondse waterafstroming zouden meststoffen getransporteerd kunnen worden naar gebieden op enige afstand hetgeen daar soortgelijke gevolgen zou kunnen hebben als hierboven reeds aangehaald. Een verschil is echter dat de bivakplaatsen voor het grootste deel gelegen zijn in grovedennenbossen, en dat de plekken waar het geëutrofiëerde grondwater van

			$\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$	$\text{kgP} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$	$\text{kgP}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$
I. Bemestingstoevoeging in bivakken:					
Nr.	terrein	bivakoppervlakte (ha)			
A07	Anlo	23	0,3	0,1	0,2
E02	Vraggelse Heide	2	0,9	0,2	0,7
E06	Galderse Heide	5	1,1	0,2	0,9
E07	Rechte Heide	3	1,4	0,2	1,1
E011	Molenzicht	2	3,3	0,6	2,7
E012	Rucphense Heide	9	2,6	0,5	2,1
E013	Ossendrecht	4	7,9	1,4	6,3
E014	Woensdrecht	2	30,9	5,4	24,7
G01	Groote Heide	8	3,1	0,5	2,5
G03	Boshover- en Weerterheide	3	17,4	3,1	14,0
G04	Beegderheide	3	2,7	0,5	2,2
II. Natuurlijke bemestingstoevoeging:					
Huidige natuurlijke toevoeging aan het heidesysteem via regenwater (cijfers van station Witteveen; gemiddelde van 1956-1966).			10,1	1,1	4,7
III. Bemestingstoevoeging in de landbouw:					
Toevoeging aan het essysteem in het esdorpenlandschap tot in de vorige eeuw			122,4	7,6	34,8
Huidig toevoegingsniveau in de landbouw			+450	24,5-25,3	112-116

Figuur 4.10. Bemestingsniveau van enkele bivakterreinen, gerekend is met gemiddeld 3 dagen per bivak. Ter vergelijking zijn ook cijfers gegeven van de toevoeging aan het systeem in natuurlijke situaties in cultuurgonden (bronnen: De Molenaar 1980; De Smidt 1979; Bond e.a. 1974).

invloed is (kwelgebieden), voor een groot deel uit vegetaties bestaan die aanmerkelijk soortenrijker en gevoeliger zijn voor bemesting (Van Wirdum 1981).

Over de omvang van het effect is weinig te zeggen zonder meer gedetailleerde gegevens. Wanneer de boven beschreven effecten optreden, zijn herstel mogelijkheden beperkt tot nihil; ook is het nog de vraag of de oorspronkelijke situatie en vegetatie ter plekke te regenereren zijn.

4.2.5. Geluid (lawaai); explosie- en motorgeluid

Inleiding

Lawaai wordt met name geproduceerd door schietoefeningen, explosies en motoren van de diverse voertuigen (voor verontrusting door wandelaars e.d., zie 4.2.6). Lawaai kan betiteld worden als een hinderlijke vorm van geluid (Bouterse 1974) en is dus een subjectieve norm. Mensen en (mogelijk ook) dieren kunnen geluid als hinderlijk ervaren doordat:

- het een pijnlijke prikkel is (fysiologisch hinderlijk);
- het een signaal is van een gevaar, of er althans mee wordt geassocieerd;
- het geluid niet nodig is (herrie);
- het geluid niet omgevingseigen is.

In veel beschikbaar onderzoek is, al dan niet genoodzaakt, geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende wijzen waarop geluid wordt ervaren.

De geluidssterkte op enige afstand van de bron wordt o.a. bepaald door (Harrison 1978; Oosting 1980):

- geluidsproductie aan de bron;
- vorm (afmetingen) van de bron: puntbron (explosies) of lijnbron (weg-lawaai);
- afstand;
- luchtdemping;
- atmosferische invloeden, b.v. wind en temperatuur (gelaagdheid);
- bodemdemping;
- beplanting;
- afschermingen door b.v. reliëf.

Geluidssterkte kan o.a. worden uitgedrukt in N/m^2 (een lineaire schaal), dB (een logaritmische schaal), dB(A), en in dB(A, imp.)¹⁾. Voor luchtvaartverkeer is in Nederland een speciale eenheid ingevoerd, nl. de Kosteneenheid. Hierin is o.a. opgenomen de geluidsproductie en het aantal vliegbewegingen per jaar.

- 1) De relatie tussen de lineaire en de logaritmische grootheden kan als volgt worden weergegeven:

$$\text{geluidsdrukniveau (uitgedrukt in dB)} = 20 \log \frac{P}{P_0} \text{ dB}$$

waarin: P = actuele geluidsdruk in N/m^2 ;
 P_0 = referentiegeluidsdruk $2 \times 10^{-5} N/m^2$.

De logaritmische schaal kan gemodificeerd worden door een zgn. A-filter toe te passen, waardoor bepaalde frequenties zwaarder wegen dan andere. Hierdoor wordt een maat voor de hinderlijkheid verkregen (grootheid dB(A)). Voor dieren lijkt de A-weging niet zo van belang vanwege hun eventuele andere gevoeligheid voor bepaalde frequenties; de A-weging is aangepast aan de 'menselijke' hinderlijkheid. Het menselijk gehoororgaan registreert niet continue, maar per tijdsinterval van 35 ms; wanneer hiermee bij metingen ook rekening is gehouden, wordt de grootheid dB(A, imp) ingevoerd (Sanderse & Jippes 1974); Oosting 1980; Smoorenburg 1979).

De hinder van schietgeluid wordt beoordeeld via het begrip 'rating sound level', L_r , voor een 8-urige dagperiode.

Voor alle wapens geldt:

$$L_r = L_{kna1} (A, imp.) + 10 \log N - 42$$

waarin: L_{kna1} = geluidsniveau van de afzonderlijke knal, in dB(A, imp.)

N = aantal knallen per 8-urige dagperiode.

Voor zware vuurwapens geldt bovendien vanwege bijkomende hinderlijke effecten zoals rinkelende ruiten ten gevolge van de piekbelasting:

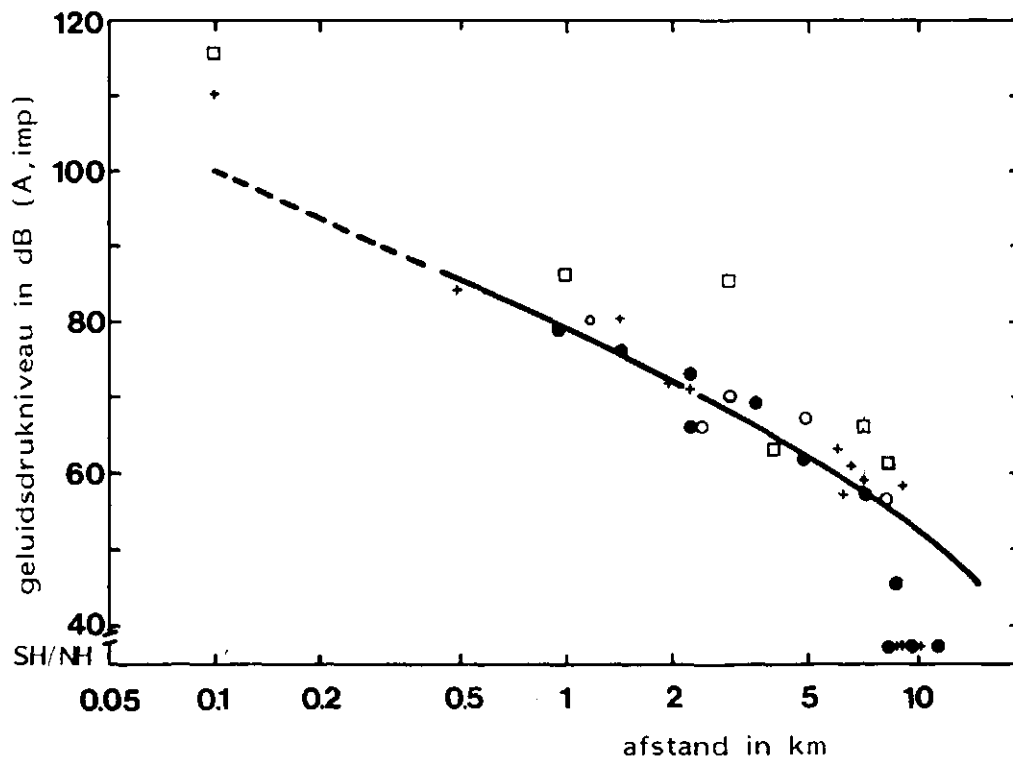
$$L_r = L_{\text{kna1}} (\text{lin, piek}) + 10 \log N - 82$$

waarin: $L_{\text{kna1}} (\text{lin, piek})$ = geluidsniveau van de afzonderlijke knal, ongewogen (= zonder filter) en de piekwaarde.

Ter vergelijking: als grenswaarde (overdag) voor stiltegebied wordt aangehouden 30 dB(A), landelijke omgeving 40 dB(A), rustige woonwijk met weinig verkeer 45 dB(A), drukke woonwijk met bedrijven 50-55 dB(A) (Wet Geluidshinder, Memorie van Toelichting, hoofdstuk IV).

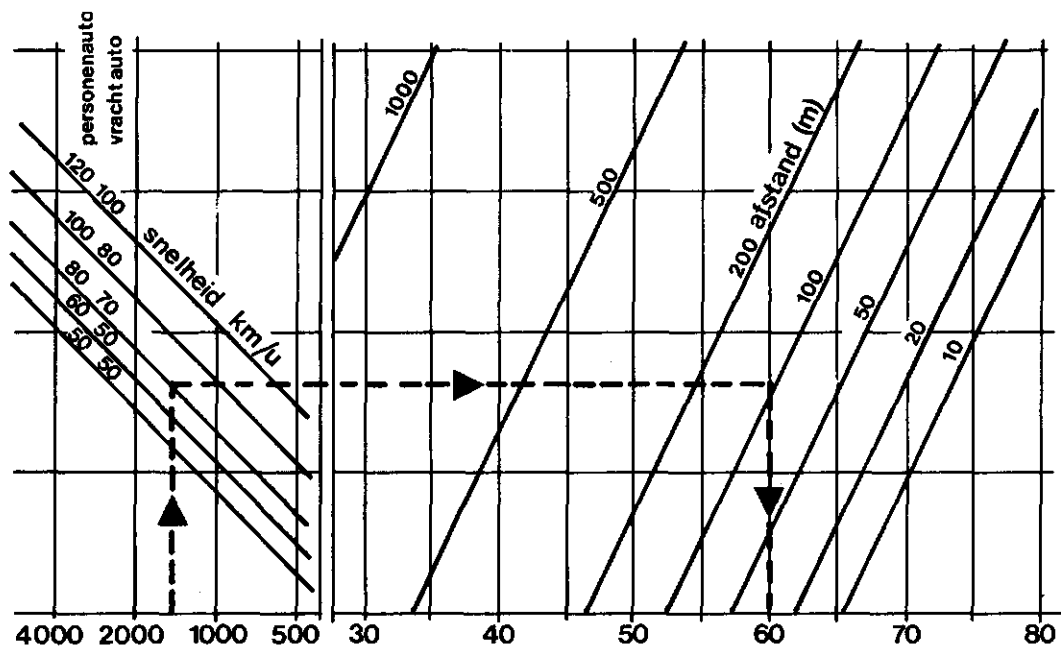
De te verwachten geluidsbelasting als gevolg van de geplande schietinrichtingen in het Lauwersmeer staat weergegeven in fig. 4.11.

De geluidsproduktie door wegverkeer op verharde wegen is, afhankelijk van verkeersintensiteit, verkeerssamenstelling en afstand tot de weg, weergegeven in fig. 4.12.



Figuur 4.11. Geluidsdrukkniveau in dB(A,imp) als functie van de afstand tot het vuurpunt voor slechts die meetposities die in het voormalige Lauwerszeegebied waren gelegen. Verklaring der symbolen: . en + 25 mm boordwapen, . in schietrichting, + tegengesteld aan schietrichting (gerekend over halve cirkels); 0 en TLV-84 'Carl Gustav', / in én tegengesteld aan schietrichting, dwars op schietrichting (gerekend over 90° segmenten). Ter hoogte van SH/NH langs de y-as staan enige meetpunten aangegeven op afstanden waarop geen geluidmetingen konden worden verricht maar slechts 'soms hoorbaar' of 'niet hoorbaar' werd genoteerd (naar: Smoorenburg 1979),

Over de relatie tussen geluid en natuurlijk milieu is slechts fragmentarisch informatie beschikbaar, die echter al wel een aantal malen is samengevat (b.v. Memphis State University 1971; EPA 1971; Bouterse 1974; Fletcher & Busnel 1978). Met name een geluidsproduktie door schieten en ontploffingen blijkt weinig onderzoek te zijn gedaan wat hier van belang is. Het onderzoek in landecosystemen heeft zich beperkt tot de avifauna en de grote zoogdieren. Hier kan enig onderzoek aan schietproeven worden aangehaald. Daarnaast zijn gegevens over het 'Sonic Boom'-onderzoek van belang. Bij beschrijvingen van effecten ten gevolge van vliegtuiglawaai kan echter ook sprake zijn van een visuele storing; men denke aan eventuele overeenkomsten met b.v. een overvliegende roofvogel.



verkeersintensiteit (vtg/u)
incl. 15% vrachtwagens
(beide rijbanen)

equivalent geluidsdruk niveau (dB(A)).
- 2m boven maaiveld
- bodem- en luchtdemping 3 dB(A)
per 100m.

Figuur 4.12. Geluidsproduktie door wegverkeer, afhankelijk van verkeersintensiteit en van de afstand tot de weg (bron: TPD-TNO, zie Sanders & Jippes 1974).

Reacties op geluidsproductie

Rooth, Timmerman & Tanis (1966) merken op dat buiten de broedkolonie lepelaars eerder opvliegen dan daarbinnen als reactie op proefschoten vanaf een nabijgelegen schietterrein (normaal gebruik hiervan: 2-3 dagen per week; 15 mei - 1 juni verminderd gebruik). Er werd op 1450 m en op 1850 m afstand geschoten met een luchtdoelkanon (175 mm) en met een AMX-tank. De reactie van de lepelaars verminderde na een aantal schoten. Er was geen directe ongunstige invloed aantoonbaar van het schieten op het nesten en op het verdere broedverloop van de kolonie.

Bouterse (1974) vatte de toen bekende literatuur samen: 'Naast lawaaiproductie spelen vaak ook andere factoren een rol, zoals b.v. luchtverplaatsingen, rondvliegende grond etc. Indirecte gevolgen zijn moeilijk te signaleren, zoals verschuiven van de biologische evenwichten¹⁾ of fysiologische veranderingen in het individuele dier. Verstoringen zijn ook het gemakkelijkst zichtbaar en wellicht het ernstigst wanneer grote concentraties vogels bijeen zijn.'

Van Eerden en Smit (1979) beschrijven het effect van de proefschietoefeningen (eerste en eenmalige) op het gedrag van watervogels in het Lauwersmeer. Het betrof in totaal 173 schoten met 25 mm boordwapens en met een Carl Gustav TLV²⁾ op 28-30 november en op 6-7 december 1978 onder rustige weersomstandigheden, afgevuurd vanaf twee punten in de Marnewaard en twee in de Kollumerwaard. De geluidsdrumniveaus, als functie van de afstand tot het antitankwapen, staan weergegeven in fig. 4.11. Op een afstand van 10 km werkten de knallen weinig verstorend. Dichterbij de vuurmonden (tot 8 km) vloog een groot deel van de aanwezige eenden op en was er een grote onrust onder de niet-opvliegende vogels. Gewenning na enkele schoten trad slechts bij een deel van de eenden op. Als indirecte reacties werden onrust en wegtrekken uit het gebied gesignaleerd, welke ten gevolg van een koude-inval echter niet geheel konden worden toegeschreven aan de schietproeven. Naast de reacties op het schietlawaaï zelf kunnen vogelconcentraties op de wieken gaan als reactie op de al opvliegende meer schrikachtige vogels, en ook is er een 'cumulatief' effect mogelijk door een verhoogde gevoeligheid voor andere storingen.

Van de grote schietterreinen ASK ('t Harde) en ISK (Harskamp) is bekend dat bij het begin van de oefeningen het grotere wild (edelhert, ree, wild zwijn) wegtrekt naar de randen van het terrein en weer terugkeert na beëindiging van de oefeningen (mond.med. Ir. Lambermont, DGWT, Min. van Defensie en plaatselijk zeer goed bekende militaire terreinopzichters).

Gewenning aan lawaai wordt zonder veel nadere informatie gemeld in diverse korte berichten (o.a. Van Orden 1960: kievit, spreeuw, veldleeuwerik, ekster, zwarte kraai; med. M. van der Voo 1969: kievit, meeuwen, kraaien, ekster).

In enkele korte berichten worden paniek- en vluchtreacties gemeld na eenmalige geluidsuitbarstingen (Collot d'Escury med. 1960: laagvliegende straaljagers vs. ganzen; E. van der Voo med. 1962: 'Sonic Boom' vs. kievit, grutto, scholekster).

1) wijzigingen in soortensamenstelling.

2) TLV = terugstootloze vuurmond (antitankwapen).

Wanneer vliegtuigen sneller dan het geluid vliegen, wordt een supersone knal, een 'Sonic Boom' geproduceerd. Onderzoek naar de effecten hiervan is voornamelijk gedaan aan huisdieren en mensen, en nauwelijks aan wilde dieren (Bouterse 1974; Fletcher & Busnel 1978; Bell 1972; Environmental Committee 1971; EPA 1971).

Gedomesticeerde zoogdieren lijken in het algemeen niet of nauwelijks te reageren op de Sonic Boom. Pluimvee lijkt wat gevoeliger te zijn. De gesignaleerde reacties van in het wild levende zoogdieren lopen uiteen van geen tot licht reageren. In het wild levende vogels reageren sterker tot zelfs het mislukken van het broedsel.

Als reacties op de Sonic Boom worden beschreven:

- schrikreactie (startle);
- onderbreken van de activiteiten;
- ergernis.

Samenvatting

Samenvattend blijkt het effect op geluidsproductie naar aard en intensiteit sterk uiteen te lopen afhankelijk van de factoren:

- geluidssterkte aan de bron en de afstand tot die bron;
- klimatologische omstandigheden;
- eerste of enkelvoudige geluidsproductie, of een herhaald geluid;
- geluidsproductie al dan niet gecombineerd/gevolgd door menselijke verschijning;
- terreinomstandigheden;
- de activiteiten van het dier op het moment van het geluid.

De directe en indirecte reacties variëren per soort en zelfs binnen de soort. Zoogdieren lijken minder gevoelig dan vogels. Groepen zijn gevoeliger dan solitaire individuen. Bij een zich herhalend geluid kan gewenning optreden. In alle gevallen blijft een verschuiving in de samenstelling van de fauna tot de mogelijkheden behoren, doordat rustgebieden of foerageerterreinen minder geschikt worden.

4.2.6 Aanwezigheid in het terrein

Inleiding

Menselijke aanwezigheid in het terrein is van invloed op de aanwezige diersoorten. Te onderscheiden zijn directe en indirecte effecten. Onder directe effecten (= verstoring) wordt o.a. verstaan de invloed op het gedrag bij bijvoorbeeld het voedselzoeken en de voortplanting. Onder indirecte invloeden worden o.m. veranderingen in vegetatiestructuur en -samenstelling verstaan waardoor veranderingen optreden in de broedgelegenheid, de samenstelling van het voedsel e.d. Deze effecten zijn pas van invloed op de populatie als via een verlaging van de reproductie het aantal zich voortplantende paren in het volgende jaar wordt beïnvloed. De effecten liggen voor de verschillende diergroepen niet gelijk. Verstoring kan het gevolg zijn van aanwezigheid (visuele verstoring) van de combinatie van geluid, waarna ook geluid op zichzelf al verstorend kan werken door de indicatorwaarde die er aan kan worden toegekend (akoestische verstoring). Algemene effectbeschrijvingen zijn echter vrij moeilijk te geven doordat:

- verstoring een zeer verschillend effect heeft op verschillende taxa en zelfs individuen;

- de omvang van onderzoekgegevens zeer beperkt is, met name wat betreft de langere-termijngegevens (gewinning);
- de effecten nog vaak beschreven zijn voor een combinatie van verstoringen invloeden (geluid, betreding, intensieve recreatie, etc.) waardoor exacte oorzaken van veranderingen niet steeds even duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn.

Hieronder worden daarom slechts enige vrij algemene opmerkingen gegeven over een aantal relevante taxa.

Vogels

De gevoeligheid van vogelsoorten voor verstoring hangt o.m. af van:

1. tolerantie voor verstoring (m.a.w. hoe groot is de vluchtafstand):
Deze kan voor de verschillende taxa sterk wisselen, maar is in open terreinen in het algemeen groter dan in gesloten landschappen ('de verstoorder is van grotere afstand zichtbaar').

Jungius & Hirsch (1979) vonden dat de toename van hartslagfrequentie van een aantal op de Galapagoseilanden broedende vogelsoorten gerelateerd was aan de afstand tot waarop de verstoorder (predator, mens) de vogel benaderde. De hartslag versnelde reeds wanneer er uiterlijk nog geen verstoringsskenmerken te zien waren. Als gevolgen van deze 'stress' door verstoring worden o.m. genoemd:

- intering op de voedselreserves in het lichaam;
- gedragsverstoringen (o.a. voeding van de jongen);
- verlies nestinhoud (na verlaten) door:
 - a. predatie
 - b. oververhitting of onderkoeling door weersomstandigheden (klimaat) en beschutting.

2. de aard van hun biotoop, te onderscheiden in:
 - 2.1 foerageergebied
 - 2.2 broedgebied

Hierbij is dan onderscheid te maken in o.a. grond-, struik-, kruinbroeders en -foerageerders. Zo is de gevoeligheid van groundbroeders o.a. gelegen in de vertrappingsmogelijkheid van de nesten. Bij struikbroeders kan het broedsel mislukken doordat de eieren uit de nesten vallen, doordat tegen de struiken wordt gestoten. Holebroeders zijn wat dit betreft vrij ongevoelig.

De gevoeligheid in het foerageergebied wordt vooral bepaald door de in het algemeen wat kleinere tolerantie voor verstoring en de verminderde mogelijkheid om voldoende voedsel op te nemen.

Veel verstoring heeft tot gevolg dat een soort in zijn reproductie- en overlevingsmogelijkheden té sterk wordt beknot, waardoor deze verdwijnt als broed- of foerageervogel. In het algemeen wordt aangenomen dat ten gevolge van menselijke beïnvloeding de soortendiversiteit kleiner wordt (o.a. Saris 1976; Robertson & Flood 1980).

Verstoring buiten het broedseizoen kan ook via beïnvloeding van de voedselreserves de populatie beïnvloeden. Verstoring van ruiende trekvogels op de foerageerterreinen in het waddengebied heeft b.v. een sterke directe invloed op de omvang van de voedselopname per dier (afhankelijk van beschikbare foerageertijd), terwijl de aanspraken op de voedselreserves juist in de ruitijd erg hoog zijn. Daardoor worden conditie en reproductievermogen in het volgende broedseizoen sterk beïnvloed (Zwarts 1972; Zeegers 1973). Ook van Schotse sneeuwhoenders

is bekend dat de conditie in augustus het reproductievermogen in het volgende seizoen bepaalt, zodat verstoring in deze tijd een sterke invloed kan hebben (Jenkins e.a. 1963).

- vogels van besloten landschappen

Rietberg (1978) geeft aan de hand van een literatuurstudie de toen bekende gegevens over gevoeligheid van een aantal roofvogels (buizerd, havik, wespendif, sperwer, boomvalk) voor verstoringen; hiervan is een deel van de volgende gegevens overgenomen (zie ook Van Os e.a. 1979). De roofvogeldichtheid wordt in hoofdzaak bepaald door de aanwezigheid van voedsel en van geschikte nestgelegenheid. Roofvogels staan aan het eind van een voedselketen, zodat bescherming van roofvogels dan ook tegelijkertijd de bescherming van de voedselketen moet inhouden.

Inzake de gevoeligheid voor verstoring van roofvogels zijn als belangrijke aspecten te noemen:

- a. Roofvogels hebben een bijzonder scherp gezichtsvermogen. Ze zijn sterk visueel en beperkt auditief ingesteld.
- b. De storingsgevoeligheid is het grootst tijdens de vestiging (verstoring van het eerste legsel hoeft de nakomelingschap niet te beïnvloeden, door herbouw elders) en in de broedtijd. Verschillende organisaties (SBB, diverse provinciale landschappen) voeren hun boswerkzaamheden dan ook uit in de periode van half juli tot eind februari. In het geval er toch gewerkt wordt, wordt een storingsvrije zone van minstens 300 m aanbevolen.
- c. De gevoeligheid voor verstoring verschilt per soort en er zijn grote individuele verschillen, met name bij havik en sperwer. De buizerd vlucht reeds van het nest bij vrij grote afstand (75 m) van de storingsbron tot het nest. Op meer dan 75 m van bospaden broeden significant meer buizerds en het broedresultaat is er beter (Waardenburg 1976). Om deze reden kan een wijdmazig padennet verstoring voorkomen. Wespendif, boomvalk en sperwer lijken redelijk broedvast te zijn in vergelijking met de buizerd.
- d. Een keer opgejaagd kan de vogel vaak vrij lang afwezig blijven. Er kan dan predatie van de nestinhoud door andere vogelsoorten (kraai, Vlaamse gaai) optreden, of de eieren koelen te sterk af.
- e. Waar mogelijk kan worden teruggevallen op broedgelegenheden in rustiger terreingedeelten (waar dan hogere broeddichtheden voorkomen); bij afwezigheid daarvan kunnen de totale aantallen worden beïnvloed. Storingsgevoelige gebieden (zoals in gebieden met verspreide bebouwing) worden eventueel gemeden en er worden geen prooien gevangen.
- f. Een zekere gewinning aan verstoring is mogelijk: in storingsarme gebieden is een grotere storingsgevoeligheid dan in storingsintensieve gebieden. Ook heeft b.v. woon-werkverkeer een minder verstorend effect dan recreatief verkeer (Waardenburg 1976).
- g. Het effect van de verstoring hangt o.m. af van het gedrag van de verstoorders en de dichtheden en verspreiding ervan. Vooral de dagen met de meeste verstoring (bij recreatie) zijn daarom van belang. Reeds vrij lage recreatie-intensiteiten (0,1 - 0,2 groepen per ha) kunnen een ernstig verstorend effect hebben.
- h. Buizerd, havik, wespendif, sperwer en boomvalk prefereren alle een afwisselend landschap met, afhankelijk van de soort, grotere en kleinere bosenheden erin. Als broedgebied wordt dan veelal een terreindeel uitgezocht met weinig storing en met een ongestoorde vluchtroute (bosranden e.d. zonder paden). De nesten worden in meestal oudere bomen gebouwd.

Conclusie: wellicht bepaalt verstoring door menselijk toedoen niet als hoofdfactor de vestiging, maar er gaat toch zeker een aantalsbeïnvloeden-de werking van uit.

Boom- en torenvalk laten zich in het algemeen tijdens het foerageren weinig storen door menselijke aanwezigheid (o.a. Gendebien & Mörzer Bruyns 1970).

Saris (1976) toonde aan dat een lage dichtheid aan grondbroeders (fitis, tjiftjaf, enz.) in bossen samenhangt met een hoge recreatiedruk. De beïnvloeding werd gedacht via de verstoring van de lagere vegetatielagen (kruid- en struiklagen) te verlopen.

- vogels van meer open landschappen

De korhoenderstand is de laatste 15 jaren sterk achteruitgegaan, waarvoor in het algemeen de factoren recreatie, biotoopverandering en hoge predatie (vos, havik) als oorzaken worden gesuggereerd. Wetenschappelijk zijn voor-nog geen van de drie genoemde mogelijk oorzaken overtuigende bewijzen voor handen (Nijland & Niewold 1978; Weyland 1977). Biotoopverandering komt nader aan de orde in 4.3.4 (Overig terreinbeheer).

Beïnvloeding van de korhoenderstand door menselijk terreinbezoek (w.o. recreatie, maar ook beroepsmatig door militairen of terreinbeheerders) wordt gesuggereerd door de schuwheid van de vogels (Weyland 1977; Rätty 1979). Scherzinger (1979) vermeldt dat hazelhoenders sterk akoestisch georiën-teerd zijn. Ze reageren met vlucht- en paniekreacties, ook in gevangen-schap, op alle geluiden die een mogelijk gevaar kunnen aanduiden (b.v. geruis, stemmen, motoren, alarmkreten van andere vogels), welke reacties al in de eerste levensweken van de ouders geleerd worden. Voor een viertal soorten hoenderachtigen meldt Rätty (1979) een verminderd voorkomen binnen een afstand van 1 km vanaf Finse wegen. Gendebien & Mörzer Bruyns (1970) en Weyland (1977) melden gedragsreacties van kor-hoenders tot op 150-200 m van de verstoorder. Meetbare effecten zouden echter op grotere afstanden wel eens kunnen voorkomen (zie b.v. Rätty 1979).

Enkele vrij frequent in duingebieden voorkomende broedvogels (wulp, hout-snip, groene specht, boomleeuwerik, braamsluiper, roodborsttapuit, paapje en tapuit) lijken minder voor te komen, wanneer de recreatiedruk toeneemt (recreatiedruk: 0 - 2500 personen/ha/jaar); het voorkomen van met name de wulp is duidelijk negatief gecorreleerd met de recreatiedruk. Wanneer deze relatie niet of minder duidelijk aanwezig is (houtsnip b.v.) zou dit verklaard kunnen worden uit een, in ruimte of tijd, geschei-den gebruik van het terrein door vogels en recreanten (Van der Zande e.a. 1980).

Diverse weidevogels blijken tot op aanzienlijke afstanden van wegen en bebouwing in lagere aantallen voor te komen dan verwacht, zie fig. 4.13 en 4.14 (naar: Van der Zande 1974; zie ook De Vries 1980). Het effect verschilt per soort en is van afnemende grootte in de serie: wulp - grutto - kievit - scholekster (Gendebien & Mörzer Bruyns 1970; Van der Zande 1974).

Het aantal broedvogels op de Elspeetsche Heide en op de westelijk ervan gelegen Stakenberger Heide is aanzienlijk minder dan verwacht mocht wor-den van terreinen van dergelijke omvang, wat het gevolg zou zijn van de intensieve betreding van militairen voor terreinoefeningen. Tanks leken hierop veel minder sterk van invloed (Van den Bergh 1974).

autoweg	verkeersintens.	verstoringsafstand			
		kievit	grutto	scholekster	tureluur
	etmaalgemiddelde op een werkdag				
Duivenvoordse-weg	1)	480 m	720 m	-	-
S.W. 10 Nieuwkoopse w.	4560	625 m	625 m	-	625 m
S.W. 22 Gemene weg	7311	875 m	1125 m		-
R.W. 12	54000	2000 m	2000 m qf 1000 m		

Figuur 4.13. Relatie verkeersintensiteit (aantallen auto's per gemiddeld werkdagemaal, mei '74) en verstoringafstand (afstand van de verstoringbron, waarin nog effecten van verstoring te zien zijn) per weidevogelsoort.

1) geen verkeerstelling beschikbaar.

boerderij(en) etc.	kievit	grutto	scholekster	tureluur
Cattenbroekerdijk (Rapijnen)	825 m	1000 m	-	-
Nieuwkoop: Hoge Weg	820 m	1000 m	675 m	1460 m
Boerderij Perceel 26 a	470 m	470 m	-	-
Woonhuis Perceel 37 a	220 m	220 m	-	-
Rijenburg: 2 boerderijen	500 m	500 m	550 m	-
2 bouwketen	250 m	300 m	300 m	-
Boerderij in Duiven en Veenz.	630 m	875 m	630 m	

Figuur 4.14 Verstoringsafstanden in meters tot boerderijen, woonhuizen en bouwketen per weidevogelsoort.

Grootwild

Over de aanwezigheid van mensen als invloedsfactor op het voorkomen van grootwild is weinig exacte informatie bekend. Gendebien (1970) geeft enige cijfers bij benadering door een recreant, nadat hij de dieren had gezien. De uitkomsten geven dan echter geen enkele informatie over de aantallen dieren die al eerder verontrust waren, zodat de gegevens nauwelijks bruikbaar zijn (vgl. Rätty (1979) w.b. hoenderachtigen).

Het feit dat grote zoogdieren terug worden gedrongen naar de rustgebieden en in plaats van overdag voornamelijk 's nachts gaan foerageren, wordt toegeschreven aan verstorend gedrag van de terreinbezoekers, zoals b.v. het volgen van dieren, al dan niet met fototoestel of geweer (pers. mening M.H. den Boer/RIN).

4.2.7 Werking van projectielen, exclusief geluidseffecten

Naast geluidsproduktie (zie 4.2.5) wordt door de werking van projectielen directe invloed uitgeoefend op de bodem en de vegetatie; de effecten op de fauna zijn hiervan grotendeels afgeleid.

De bodem wordt beïnvloed doordat als gevolg van de inslag en de ermee gepaard gaande explosie deze deels weggegooid wordt en voor een ander deel sterk verdicht.

Door het wegvliegen van een deel van het bodemprofiel (ASK Oldebroek: kraters van ca. 0,5 m diep en 1-1,5 m breed zijn in het veld te zien; doordat een deel van de grond weer in de krater valt gaat de beïnvloeding waarschijnlijk dieper) kan het waterstagnerende effect van de dunnere bodemlagen teniet worden gedaan. Dit is te vergelijken met het 'lekprikken' als gevolg van bijvoorbeeld bodemonderzoek van vennen in gebieden met haarpodzolen.

Als gevolg van de drukgolf treedt in het niet-weggegooid bodemgedeelte een sterke verdichting op. In verdichtingsgevoelige gronden (zie voor uitgebreide beschrijving van bodemverdichting 4.2.1.2) kan er daardoor juist water stagneren in de kraters (zie b.v. Schober 1975).

De vegetatie wordt beïnvloed doordat zij ter plekke vernield wordt en in de directe omgeving onder het uitgeworpen zand wordt bedolven. Het hierdoor nieuw gevormde storingsmilieu biedt ontwikkelingsmogelijkheden voor pioniersvegetaties waarna eventueel regeneratie tot het oorspronkelijke vegetatietype zou kunnen optreden wanneer verdere beïnvloeding achterwege blijft.

Bij herhaalde beïnvloeding zal er geen regeneratie optreden maar transformatie naar vegetatietypen die zich door een kortere regeneratieperiode beter kunnen handhaven en die profiteren van het verhoogde mineralenaanbod na brand en de verhoogde mineralisatie in de beïnvloede bodem. Deze vegetaties bestaan grotendeels uit grassen (ASK: gladde witbol, pijpestrootje, gewoon struisgras). Wanneer ook voor dit vegetatietype de regeneratieperiode nog te lang blijkt, wordt het vervangen door louter kaal zand. Op het ISK wordt ook het gebied achter de kogelvangers (ca. 600 m) beïnvloed door overvliegende munitie: de bomen worden er als het ware geschoren.

Door regelmatige beschieting met al dan niet explosieve munitie en het werpen van brandflessen worden systeemvreemde elementen als plastic, metaal (lood, koper, aluminium), glasdelen en bezineresten in het gebied verspreid. Effecten hiervan zijn niet onderzocht.

De fauna wordt beïnvloed doordat:

- de vegetatiesamenstelling en structuur afwijkt van de onbeïnvloede situatie;
- het rondvliegen van scherven en munitie een onveilig verklaarde zone, vrijwel zonder enige menselijke aanwezigheid heeft doen ontstaan;
- de fauna kans loopt te worden getroffen door munitie of scherven, of op blindgangers te lopen.

Daarnaast treedt directe beïnvloeding via de vegetatie van de herpetofauna en de overige weinig mobiele oppervlaktefauna op door het frequent

uitbreken van brand als gevolg van explosies (orde van grootte: op het ASK Oldebroek breekt op ca. 270 ha onder droge omstandigheden elke dag wel brand uit; soms meermalen per dag; in de winter minder frequent. Een en ander met name bij gebruik pyrotechnische munitie).

Als gevolg van de onveilig verklaarde zone zou in deze gebieden een hoge wildstand kunnen worden aangetroffen, voor zover deze zich niet stoort aan de nadelen van verblijf in deze zones. Er is geen onderzoek bekend dat deze hypothese bevestigt. Van het ASK Oldebroek en het ISK Harskamp wordt wel een zeer goede wildstand gemeld door de terreinbeheerders. Bij het begin van de oefeningen verdwijnt een deel van dit wild naar de niet-beïnvloede randgebieden van de schietterreinen; een deel van het wild blijft echter in het terrein. Van het ISK wordt door terreinbeheerders gezegd dat de wilde zwijnen en reeën zich nog tijdens schietoefeningen in de directe omgeving van de kogelvangers ophouden! Overigens wordt er in deze gebieden wel jacht uitgeoefend.

4.3 Inrichting en beheer van militaire terreinen

Zoals in 2.1.1 en 3.3 al is opgemerkt is vooral aanleg op de COT'en en EOT'en van een free-for-all gedeelte en een banenstelsel waarschijnlijk de meest ingrijpende maatregel (elk op ca. 1/3 van het betrokken terrein; zie 3.3). Daarnaast worden op schietterreinen inrichtingswerkzaamheden uitgevoerd. Ten behoeve van ander terreingebruik, b.v. recreatie en natuurbehoud, worden geen werken uitgevoerd. Er bestaan op dit moment slechts twee bosbouwkundige beheersplannen voor militair oefenterreinen; overige beheersplannen, gericht op o.m. de ecologische kwaliteiten, zijn er (nog?) niet.

4.3.1 Inleiding: militair-technische inrichtingseisen

De inrichting van compagnies- en eenheidsoefenterreinen is sinds de jaren vijftig vooral gericht op oefeningen met rupsvoertuigen. Voor de inrichting worden verschillende normen aangehouden (Smit & Touwen 1970), welke gezien kunnen worden als veilige minimumeisen.

- bodemkundige norm

Zand dat geschikt is voor tankterreinen, moet aan de volgende eisen voldoen:

- humusgehalte < 0.5%
- leemgehalte (% kleiner dan 50 µ) < 5%
- korrelgrootte zand: 1) M-50 < 160 - 180 µ
2) goed gesorteerd

Slechts enkele stuifzanden kunnen voldoen aan deze eisen. De in heideterreinen veel voorkomende humuspodzolen bevatten meestal meer humus dan gewenst is, hetgeen vooral in combinatie met een hoger leemgehalte onder droge omstandigheden ($pF > 3,5$, geen neerslag, relatieve vochtigheid < 80/85%; DHV 1981) aanleiding geeft tot stofvorming. Heideterreinen zijn daarom meestal minder geschikt als tankterrein. De Glopper (1980) heeft de genoemde bodemkundige normen (veilige minimumeisen!) iets meer gespecificeerd en aangepast op grond van waarschijnlijk eigen ervaringen en die van de RIJP; zie fig. 4.15.

	geschikt	matig tot weinig geschikt	ongeschikt
organische stof	< 0,5%	0,5 - 1,0%	> 1%
leemgehalte	< 5%	5 - 10%	> 10%
M50-cijfer	> 160/180 um	170 - 140 um	< 140 um
lutumgehalte	< 3%	3 - 5%	> 5%

Figuur 4.15. Normen voor de geschiktheid van zand voor rij oefeningen met militaire rupsvoertuigen (De Glopper 1980; aangevuld naar Smit & Touwen 1970).

- hydrologische norm

De grondwaterstand moet beneden 0,80 - 1,00 m onder maaiveld blijven. Dit geldt in het bijzonder voor fijnzandige gebieden.

- relief

Vermijden van te veel en te lange hellingen vanwege het erosiegevaar (watererosie).

- beplanting

Om winderosie tegen te gaan. Er moeten stroken beplanting loodrecht op de heersende windrichting, van 20-40 m breedte en 150-200 m uit elkaar aanwezig zijn. In de praktijk liggen de stroken verder uit elkaar in verband met oefentechnische redenen.

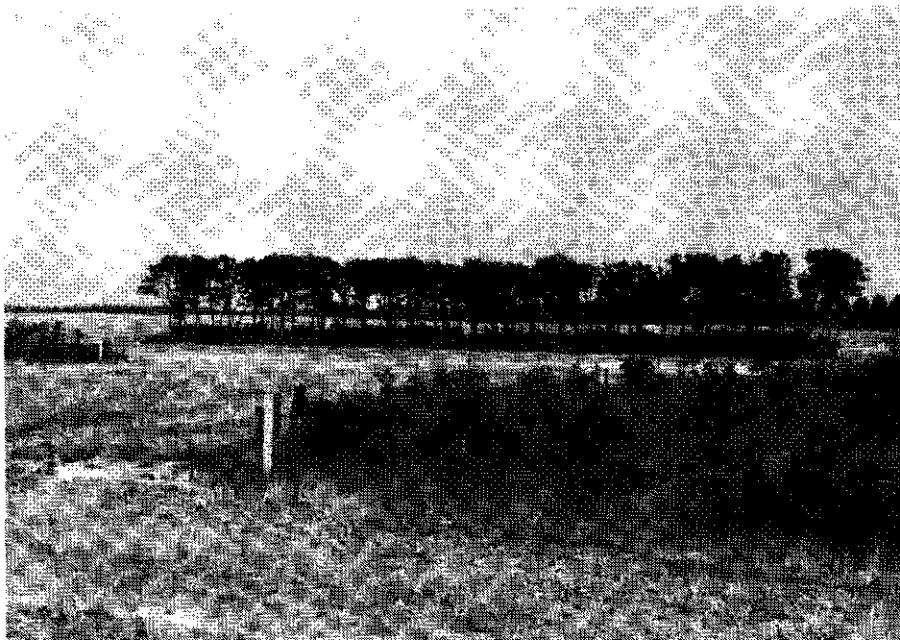


Foto 4.5 Gehandhaafde en aangelegde beplanting op een free-for-all terrein. De overige terreingedeelten zijn ingezaaid met schapegras (*Festuca ovina*).

De normen worden gehanteerd ter bewaking van de berijdbaarheid, waarbij rekening moet worden gehouden met kuilen van 0,5 m diep bij het wenden en keren van rupsvoertuigen, en het wind- en watererosierisico. Op ingerichte terreinen worden kale gedeelten ter beperking van de winderosie ingezaaid met schapegras.

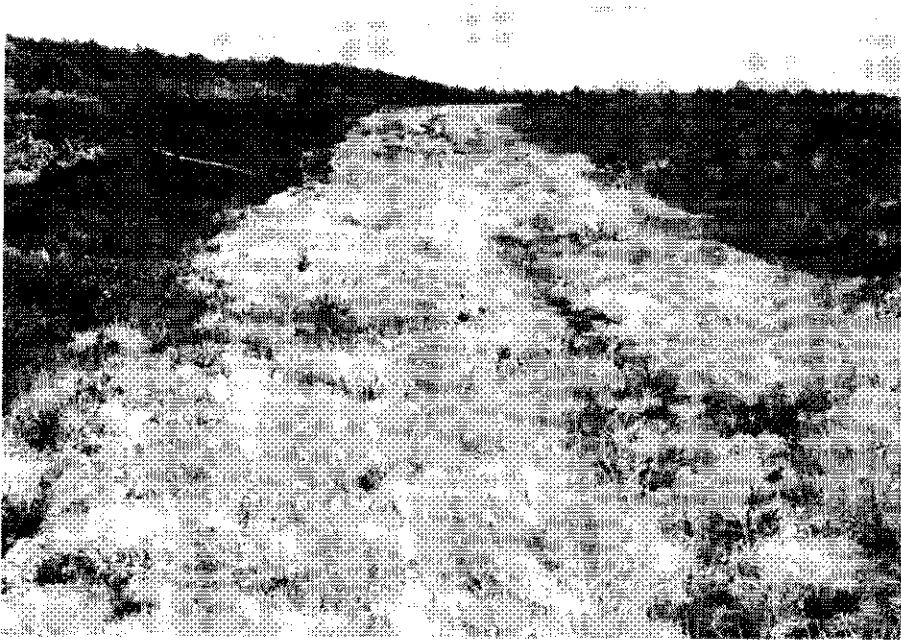


Foto 4.6 Recent geamoveerde weg. Na de grondbewerking is hier vier jaar geleden schapegras (*Festuca ovina*) ingezaaid.



Foto 4.7 Een eveneens vier jaar geleden geamoveerde weg. Een dergelijke regeneratie van struikheide is echter niet overal opgetreden (vgl. foto 4.5).

4.3.2 Amovering

Naast aanleg van nieuwe wegen en banen worden bij de herinrichting van militaire terreinen de overbodige wegen geamoveerd, wat tot nu toe steeds vergezeld is gegaan met cultuurtechnische ingrepen.

Een deel van het nieuwe banenstelsel wordt aangelegd op voorheen door berijding weinig beïnvloede terreindelen. Een beeld van de veranderingen in de wegendichtheid in de drie reeds heringerichte terreinen is reeds aangegeven in fig. 3.3.

De lengte aan in gebruik zijnde wegen neemt weliswaar af, maar door de aanleg van geheel nieuwe wegen neemt de oppervlakte geroerde bodem wel toe.

Bij het amoveren spelen de volgende overwegingen een rol (mond.med. van diverse vertegenwoordigers Ministerie van Defensie: DGWT):

- tegengaan van wind- en watererosie;
- tegengaan van illegale berijding (door militairen en recreanten);
- visueel herstel van landschap en vegetatie.

Tot op heden zijn hiertoe de volgende maatregelen genomen (Ermelose Heide, Stakenberger Heide, Elspeter Heide):

- herstel van het reliëf: ingereden gedeelten, w.o. heuveltoppen worden opgevuld met zand uit het terrein zelf (waarin nog aanzienlijke verschillen kunnen voorkomen);
- opbrengen van organisch materiaal: op de heuvels wordt met name afgespoeld materiaal benut dat onder aan de heuvels is te vinden. Verder wordt materiaal gebruikt dat aangevoerd wordt van de nieuw aangelegde banen in het terrein, en materiaal dat van de voormalige wegkanten op de te amoveren weg wordt geploegd;
- de te amoveren gedeelten worden oppervlakkig losgemaakt met een eg;
- inzaai van schapegras. Op grotere gedeelten (uitgereden hoeken b.v.; geen wegen) wordt eventueel ook struikheide meegezaaid.

Tijdens enkele excursies in de eerste fase van dit project werden de genoemde terreinen bezocht en globaal bekeken (verslagen in het RIN-arcief). Geconstateerd werd dat struikheide op de smallere en kleinere gedeelten vaak goed regenereerde, ook zonder dat er gezaaid was, maar schapegras nog domineerde (Stakenberg: geamoveerd in 1976-77). Ook waren er echter gedeelten waar alleen schapegras groeide op de geamoveerde gedeelten. Geweten werd dit laatste aan ongunstige kiemomstandigheden, b.v. een te droog seizoen na het zaaien, of een te hoge bodemvruchtbaarheid, waardoor de concurrentiekracht van grassen te hoog is. Voorgesteld werd een bedekking met takken voor droge terreingedeelten of het ineggen van enige organische stof (b.v. Stoutjesdijk 1953).

Preisling behandelde op de Lüneburgerheide gedeelten die uit gebruik werden genomen van oefeningen met rupsvoertuigen (Montag 1976). Hierbij werden goede resultaten behaald met een lichte bodembewerking (bodemsleep en eg) tot max. 20 cm diep, inzaai van grassen (schapegras/rood zwenkgras/bochtige smelemengsel) (20-25 kg/ha) en eventueel nog een struikheide (1 kg/ha). De omvang van bewerking en zaadmengsel was afhankelijk van de mate waarin de vegetatie en de bodem waren vernield (20-100%). Heidezaad werd alleen toegepast wanneer meer dan 75% van het vegetatiedek was vernield en de humuslaag en de humeuze bovengrond door elkaar waren gemengd. De werkzaamheden werden ruimtelijk zeer gedifferentieerd uitgevoerd met kleinschalige middelen, i.c. door boeren met paard-en-wagen. In alle

gevallen werd een gesloten vrij uniforme heidevegetatie verkregen, na ca. 25 jaar.

Calluna vulgaris en enkele andere soorten in heidevegetaties vormen onder de vegetatie in de bodem een grote hoeveelheid dormant zaad dat zeer lang levend kan zijn (ca. 70 jaar; zie Weinreich 1980). In het algemeen is de strategie van in de bodem begraven langlevende zaden goed ontwikkeld bij soorten en vegetaties die oorspronkelijk (d.w.z. voor de menselijke beïnvloeding van het milieu) op verspreide en weinig persistente open plekken in de vegetatie voorkomen, w.o. ook de heideachtige vegetaties (o.a. Grime 1979; Grubb 1977). De hoeveelheden *Calluna*-zaad onder natuurlijke heiden varieert van 1.425 tot 14.013 zaden/m² (Chippingdale & Milton 1934; Champness & Morris 1948). Op grotere reeds lang kaal gereden oppervlakken kan door herhaalde mislukte kiempogingen (wel kiemen, maar kapotgereden) de hoeveelheid zaad nagenoeg uitgeput raken waardoor hervestiging langer duurt dan op slechts kortgeleden kaal geworden terreingedeelten. Op smalle kale gedeelten (paden) kan door inwaaien van zaden uit de omringende vegetatie toch nog een snelle regeneratie optreden. Preising zaaide op de grotere kale gedeelten 1 kg/ha *Calluna* zaad (Montag 1976) (1000 - 4000 zaden per m²).

Heidezaad wordt omstreeks november onder vochtige omstandigheden geoogst door middel van maaien; de gemaaide heidetakken kunnen mee uitgestrooid worden om een te droog microklimaat te verbeteren (zie hierboven). Ook kan heidezaad geoogst worden door de vegetatie in het goede seizoen letterlijk met een 'kam' te bewerken.

Regeneratie van de oorspronkelijke bodemkenmerken duurt een aanzienlijke tijd: chemische bodemkenmerken zoals het gehalte aan organische stof zijn in duingebieden pas na ca. 100 jaar hersteld (Steenkamp e.a. 1981). Podzolprofielen hebben een eeuwenlange ontwikkelingstijd gehad; bodemprofielen onder oude hessenwegen (Zuid-Veluwe) lijken nog geenszins op het oorspronkelijke profiel: ze zijn oppervlakkig nog steeds 'verrommeld' (mond.med. Pape, Stiboka).

De interesse en waardering vanuit het natuurbehoud hangen hier niet alleen samen met de vraag hoe, maar ook of door cultuurtechnische maatregelen bij amoveren de aanwezige natuurwaarden worden beïnvloed, c.q. hersteld. Dit hangt samen met de vraag naar wenselijkheid voor het natuur- en landschapsbehoud van cultuurtechnisch ingrijpen op de te amoveren wegen. Overziet men de terreinen in kwestie, dan blijkt het in het overgrote deel van de gevallen te gaan om levensgemeenschappen van droge heide en aanverwante vegetaties. Indien actief ingrijpen om hervestiging van hei te bewerkstelligen achterwege blijft, kan op sommige plaatsen hervestiging spontaan plaatsvinden binnen een tijdsbestek van ca. 10 jaar. Ook indien geen begroeiing ontstaat en het terrein een stuifzandachtig karakter krijgt, behoeft hiertegen niet altijd bezwaar te bestaan. Daarnaast is er het gevaar dat bij cultuurtechnische amovering nog meer bodemoppervlak veranderd wordt dan al het geval was. Er zijn echter ook omstandigheden of motieven denkbaar waarbij technisch ingrijpen dringend wenselijk kan zijn, bijvoorbeeld in geval van voortgaande erosie van het terrein zelf, of van aangrenzende gebieden. Ook in geval van grote visueel-landschappelijke storing of bedreiging van een diersoort door het 'isolatie'-effect kan overwogen worden hiertoe de vestiging van vegetatie in de te amoveren gedeelten te bevorderen. Daarnaast is inschakeling van cultuurtechnische werkzaamheden denkbaar in gevallen waarin ter voorkoming van betreding en berijding duidelijk gemaakt moet worden dat de desbetreffende wegen niet meer in gebruik zijn. Een en ander wijst er op dat amovering niet per definitie altijd noodzakelijk of zelfs gewenst hoeft te zijn gezien vanuit het natuurbehoud, maar dat afhankelijk van

de situatie, de wijze van amovering en de doelstelling het probleem genuanceerd bekeken moet worden. Na uitvoering van het voor de tweede fase geëntameerde onderzoek (Beije 1981) zullen hierover definitieve uitspraken gedaan kunnen worden.

4.3.3 Overige inrichtingsaspecten, m.n. ruimtebeslag

4.3.3.1 Free-for-all

In het Structuurschema Militaire Terreinen (1981) worden voorstellen gedaan voor een totale oppervlakte aan EOT'en en COT'en van ca. 9900 ha (2.1.1.). Dit betekent dat er in beginsel in totaal een oppervlakte van ca. 3300 ha als free-for-all wordt ingericht. Op dit moment zijn er free-for-all gedeelten op de oefenterreinen Havelte-West, Leusderheide, Stroe-sche Zand, Beekhuizerzand, Oirschotsche Heide en de Weerterheide. Onbekend is welke oppervlakte ze hebben. In het SMT wordt echter vermeld dat er nog 1025 ha voor free-for-all moet worden ingericht. Hier zullen aanzienlijke effecten mee gemoeid zijn.

De invloeden van de aanleg van een free-for-all terrein zijn voor een groot deel vergelijkbaar met de effecten van de aanleg van zandbanen, zoals hieronder beschreven. Ze worden gediepploegd (tot ca. 2 m diep) en in tegenstelling tot zandbanen vanwege het winderosiegevaar bemest met ca. 100 kg N/ha/jr, ingezaaid met schapegras en, wanneer dit uit militair oogpunt noodzakelijk is, deels beplant.

De aanleg van een free-for-all terrein heeft tot gevolg dat de aanwezige vegetatie voor het grootste deel wordt verwijderd en de bodemopbouw wordt gewijzigd. Met de wijziging van de bodemopbouw (breken van slecht doorlatende lagen) worden de hydrologische eigenschappen van de bodem ter plaatse en mogelijk op grotere afstand van het terrein gewijzigd zoals voor activiteiten op kleine schaal reeds beschreven werd in 4.2.3 (Graven). Met de wijziging van bodem- en vegetatiekenmerken treedt een beïnvloeding van de fauna op ten aanzien van voedselbronnen, broed- en dekingsgelegenheid.



Foto 4.8 Vegetatie op het free-for-all terrein in Havelte-West. Dikke humushoudende lagen zijn afgeschoven en in de gehandhaafde bosjes gedeponeerd (zie het verschil in maaiveldhoogte). Het overige terrein is ingezaaid met schapegras (*Festuca ovina*).

4.3.3.2 Zandbanen

Ruimtebeslag

Banenstelsels zijn op dit moment ingericht of in uitvoering op de Arnhemse Heide (262 ha), Ermelose Heide (394 ha), Stakenberger Heide (295 ha) en op de Elspeetse Heide (449 ha). De eerste drie van deze terreinen zijn in het beleidsvoornemen (SMT 1981) genoemd als EOT, COT of als onderdeel hiervan; de Elspeetse Heide is genoemd als OOT. Voor de Ederheide is een banenstelsel ontworpen. De drie eerstgenoemde terreinen zijn over de volle oppervlakte met banenstelsels ingericht.

Wanneer 9900 ha als COT of EOT wordt bestemd, houdt dat in dat er in totaal ca. 3300 ha banenstelsel moet zijn, zodat nog ca. 2000 ha zou moeten worden ingericht. In het Structuurschema wordt hiervoor zonder nadere motivering echter 1065 ha genoemd.

Barrièrewerking en versnippering

Van de aanleg van brede, kale zandwegen en -banen kan een barrièrewerking uitgaan, waarmee de tussenliggende terreingedeelten tot 'eiland' omgevormd worden. Zo is de gemiddelde baanlengte op de Stakenberg van 1949 tot 1980 drie maal zo groot geworden en toegenomen van 2 km naar 6 km per 100 ha; van de oppervlakten van de 'eilanden' is geen exact gemiddelde te bepalen, maar die neemt af tot 1/5 - 1/10 van de oorspronkelijke grootte. De mate van 'eiland'-vorming ligt voor de verschillende taxa zeer verschillend en hangt o.m. af van:

- in hoeverre de baan een afwijkend milieutype voor de betrokken soort is (b.v. in vegetatie, in menselijke gebruiksintensiteit, enz.);
- in hoeverre de barrière te overbruggen (kruipen, lopen, vliegen) is.

In geval van eilandvorming brengt dit met zich mee dat de kans op uitsterven van bepaalde soorten binnen deze terreingedeelten toeneemt. Ook zal bij een brandbeheer van de heide gemakkelijk gekozen worden voor 'eilandsgewijs' afbranden van oude heide, waarmee de eliminatiekansen nog aanmerkelijk vergroot wordt. Soorten die met name voor eliminatie uit deze terreingedeelten in aanmerking komen, bezitten een of meer van de volgende kenmerken (b.v. Brussaard & Van der Weijden 1980):

- slecht verspreidingsvermogen;
- levend in lage en fluctuerende populatiedichtheden;
- gebonden aan specifieke milieuomstandigheden.

Gebleden is dat een rustige asfaltweg van 7-8 m breed reeds een barrière vormt die muizen en slechtvliegende loopkevers niet of nauwelijks meer oversteken (Mader 1979); een weg van 20 m breed vormt reeds een effectieve barrière voor dieren kleiner dan hazen: de weg wordt door hen niet meer overgestoken (Oxley e.a. 1974).

Aanleg

Zandwegen en -paden ontstaan 'spontaan' als gevolg van het verdwijnen van vegetatie door betreding en berijding (zie 4.2.1). Zandbanen worden tenrond aangelegd. De rondbaan heeft in Havelte-West, dat enkele jaren geleden aangepast werd voor oefeningen met rupsvoertuigen, een rijbreedte van 10-12 m. De banen in het terrein moeten een minimale rijbreedte hebben van 8-10 m (SMT 1981; Smit & Touwen 1970). Voor de rondbaan werd bij de aanleg een strook van ca. 20 m breed en tot 2-3 m diep geploegd (o.a. Smit & Touwen 1970) om:



Foto 4.9 Tonrond aangelegde en onderhouden zandbaan met frequent verkeer. Er is hier niet of nauwelijks wateroverlast.

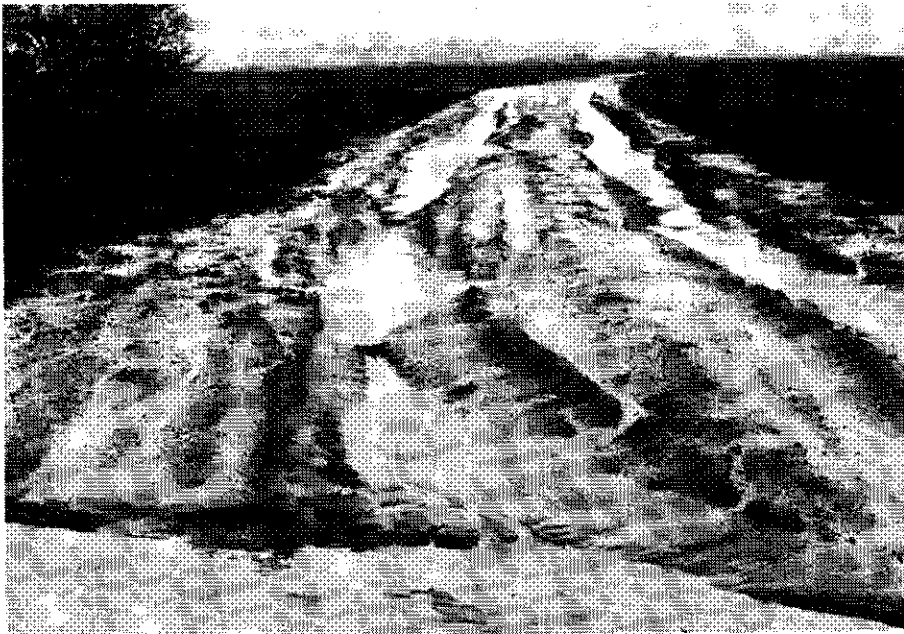


Foto 4.10 Een 'ouderwetse', dwz. niet-tonronde en niet-onderhouden weg met frequent verkeer. Wateroverlast en er op volgende watererosie treden hier op.

- a. humeuze lagen te verwijderen;
- b. eventuele humusarme, grofzandige bodemlagen aan de oppervlakte te brengen
- c. waterstagnerende lagen te breken en te verwijderen.

De bodem wordt dan beïnvloed doordat ter plekke van de zandbaan de bodemprofielen volledig verstoord worden en doordat de water- en luchthuishoudkundige eigenschappen van de bodem veranderen.

Als gevolg van het breken van stagnerende lagen kan de hydrologie van het gebied in de directe omgeving en mogelijk ook op grotere afstand sterk beïnvloed worden. Water dat over de stagnerende lagen horizontaal afstroomt, kan na baanaanleg direct in de ondergrond verdwijnen waardoor vochtige en natte plekken en kwelplaatsen op lagere delen die vegetatiekundig en faunistisch van grote betekenis kunnen zijn, verdrogen.

Op de zandbanen komt plasvorming uiteraard niet of nauwelijks meer voor.



Foto 4.11 Stelsel van evenwijdige zandbanen op de Elspeetsche Heide.

4.3.4 Overig terreinbeheer

4.3.4.1 Inleiding

Voor een uitgebreide beschrijving van de mogelijkheden van en de uit natuurbeheersoogpunt meest wenselijke vormen van beheer van de natuurgebieden, zoals deze in beheer en gebruik zijn bij het Ministerie van Defensie kan verwezen worden naar 'Natuurbeheer in Nederland' (Rijksinstituut voor Natuurbeheer 1979). Hier kan de beschrijving beperkt worden tot enkele specifieke opmerkingen omtrent beheersmaatregelen die veelvuldig

in de militaire terreinen worden toegepast. Volgens het SMT (1981) dient het terreinbeheer mede gericht te zijn op het behoud en beheer van het natuurlijk milieu, cultuurhistorisch waardevolle objecten, het landschapsbeeld en de cultuurhistorische kenmerken van het landschap. Daarom wordt er naar gestreefd beheersplannen (met o.a. voorwaarden voor de ontwikkeling van de recreatie) voor de ervoor in aanmerking komende militaire terreinen op te stellen.

In het algemeen moeten bij het uitvoeren van beheersmaatregelen naast een oppervlakkig effect, ook de specifiek vegetatiekundige, floristische en faunistische effecten in beschouwing worden genomen. Maatregelen die voor het oog een goed resultaat opleveren, kunnen bij nadere beschouwing een negatief effect hebben. Maatregelen ten gunste van de vegetatie hoeven niet steeds ook een positief effect op de fauna te hebben.

4.3.4.2 Heide

Algemeen

Heideterreinen hebben hun bestaan mede te danken aan een continue afvoer van voedingsstoffen in de richting van de cultuurgronden. Het huidige heidebeheer richt zich in het algemeen op handhaving van het open landschap en het behoud van de diversiteit aan soorten en levensgemeenschappen. Middelen hiertoe zijn o.a.: beweiden met schapen, maaien, branden, afplaggen en kappen/trekken van boomopslag; hierbij worden met name door de beheersvorm afplaggen veel voedingsstoffen afgevoerd.

Voor het behoud of verhoging van de diversiteit in flora en fauna van heideterreinen is het meestal wenselijk om rigoreuze maatregelen (branden, maaien) zo lang mogelijk uit te stellen, daar verschillende levensvormen lange tijd nodig hebben om het behandelde deel opnieuw te koloniseren. Montag (1976) adviseert slechts één maal per minimaal 8-10 jaar te maaien of te branden in verband met de in de heide voorkomende mossen en korstmossen. Mieren hebben pas 15-20 jaar na brand een optimale soortenrijkdom (Mabelis 1976). Hagedissen hebben na een zware zomerse brand (droge omstandigheden!) drie jaar nodig om hun oude populatieniveau weer te bereiken (Simms 1969). Indien de maatregelen branden en/of maaien toch noodzakelijk zijn, dient met het volgende rekening te worden gehouden:

- de maatregel uitvoeren over zo klein mogelijke oppervlakten. Gestreefd moet worden naar een maximale aanéengesloten te behandelen oppervlakte van 1 ha waarbij rekening wordt gehouden met hervestigingskansen van bepaalde soorten en met o.a. de differentiatievergroting van het terrein. Korhoenders stellen o.m. een hoge graad van differentiatie in het biotoop op prijs (Weyland 1977).
- de maatregel uitvoeren in dat seizoen wanneer de minste schade wordt toegebracht aan flora, vegetatie en fauna, d.w.z.:
 - = branden: 1 november tot 15 februari. Daarna is er weer activiteit mogelijk van de herpetofauna (Van Berkel 1978; Klompen & Smeets 1979a, 1979b). In deze periode is de bodem veelal te vochtig om mee op te branden, wat beschermend voor de overwinterende fauna werkt.
 - = maaien: in de nazomer. O.m. zijn jonge vogels en de herpetofauna actief genoeg om te kunnen ontsnappen.

Inzake het verwijderen van boomopslag (meestal berk en grove den, soms Amerikaanse vogelkers en zomereik) moet overwogen worden dat een aantal diersoorten van heideterreinen juist afhankelijk zijn van enige boomopslag,

w.o. korhoen (Weyland 1977), boompieper, nachtzwaluw (Knippenberg 1956),
adder (Van Berkel 1978), en dat door deze activiteiten hun biotoop wordt
aangetast.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

5.1 Inleiding

In deze literatuurstudie is een analyse gegeven van het verschijnsel militaire oefening en van de voornaamste componenten en processen in de betrokken ecosystemen. De ecosystemen (i.c. oefenterreinen) zelf zijn beschreven in de deelrapporten 2 en 3. In het onderhavige rapport is de interactie tussen militaire oefening en ecosysteem geanalyseerd. Hierbij zijn een aantal hypothesen ontwikkeld over de belangrijkste oorzaken en hun effecten die nader onderzocht en getoetst worden (zie ook Beijer 1981). Aan de hand van de hieruit te verwachten onderzoekresultaten kunnen de hypothesen te zijner tijd verder uitgewerkt worden tot voorspellingsmodellen of anders gezegd dosis-effectrelaties (vgl. Ward 1978). Deze dosis-effectrelaties kunnen toegepast worden in een concreet geval van milieu-effectrapportage (vgl. Wiertz 1981).

In dit hoofdstuk worden per type terrein en per functioneel terreinonderdeel de hoofdlijnen van de effecten geschetst die optreden als gevolg van militair gebruik en de inrichting voor dit gebruik. In fig. 5.1 en 5.2 is een samenvattend globaal overzicht van de gesignaleerde ingreep-effectrelaties gegeven. In de horizontale kolom van fig. 5.2 zijn geen directe effecten op de fauna opgenomen omdat deze deels beïnvloed wordt via de bodem en vegetatie. Voor een ander deel worden deze effecten door middel van de factoren lawaai en aanwezigheid van mensen aangeduid (zie ook het schema in fig. 4.1). Er is in deze studie geen aandacht besteed aan mogelijke effecten samenhangend met energie- en grondstoffengebruik (vgl. Jansson & Zucchetto 1978). Evenmin is er aandacht besteed aan oefeningen met andere dan conventionele wapens (vgl. b.v. Westing 1980; Westing & Lumsden 1979). Daarnaast zijn de effectenbeschrijvingen beperkt volgens de randvoorwaarden zoals deze in het ten geleide zijn aangegeven. Het betreft hierbij o.m. oefeningen op terreinen in en rond de Noordzee en Waddenzee, zeer specifieke oefenterreinen, schietterreinen voor beproeving van materieel, kazerneterreinen, luchtmacht- en marinebases, munitieopslagplaatsen, mobilisatiecomplexen, werkplaatsen, enz.

5.2 De categorieën militaire terreinen en de globale effecten van inrichting en beheer

5.2.1 Inleiding

Militaire terreinen zijn te verdelen in drie grote groepen: oefenterreinen, schietterreinen en overige terreinen zoals vliegbases, kazernes en logistieke terreinen. De laatste groep is, zoals in het Ten geleide beargumenteerd, geheel buiten beschouwing gebleven. Hierna volgt een bespreking van resp. de oefen- en schietterreinen, waarbij de aard, inrichting en globale effecten besproken worden. In 5.4 wordt nader op deze effecten ingegaan. De militaire oefenfaciliteiten worden ook gebruikt door niet-militaire groepen (b.v. ME, politie, BB enz.). Ook wordt er gestreefd naar de vervulling van doelstellingen t.a.v. bosbouw, recreatie en natuurbehoud.

TERREINTYPE INGREEP	INRICHTING		GEBRUIK			
	oefenterrein gemechaniseerde eenheden: COT/EOT	oefenterrein niet gemechaniseerde eenheden: OOT	COT EOT	OOT	SCHIETTERREINEN EN -KAMPEN	
			free-for-all zandbanenstelsel overig terrein		stellinggebied doelgebied overig gebied	
aanleg free-for-allgedeelte	•	•				
aanleg banenstelsel	•	•				
amoveren overbodige wegen	•	•				
bouwwerken				•	•	
aanleg zandwallen				•		
aanleg schootsveld				•		
rijden op zandwegen				•	•	•
rijden op zandbanen			•	•	•	•
rijden buiten zand- wegen en - banen 1)			•	•	•	•
oefeningen te voet buiten wegen			•	•	•	•
ingraven voertuigen			•			
ingraven personen			•	•		
bivak				•		
parkeren/uitgangstellingen			•	•	•	•
mijnen leggen			•	•	•	
oefening met brandflessen				•		
inrichten diverse centra	•	•	•	•	•	
beschieting/explosies						•
onveilig terrein						•

Figuur 5.1 Globaal overzicht van de mogelijke 'ingrepen' op het natuurlijk milieu bij inrichting en gebruik van verschillende typen militaire terreinen.

1) Rijden in het terrein buiten wegen, paden, banen en stellingplaatsen is formeel verboden.

5.2.2 Oefenterreinen

In de oefenterreinen zijn twee groepen te onderscheiden:

1. oefenterreinen ten behoeve van gemechaniseerde eenheden, dit zijn de eenheids- en compagniesoefenterreinen (resp. EOT en COT);
2. oefenterreinen ten behoeve van niet-gemechaniseerde eenheden, de zgn. overige oefenterreinen (OOT).

De EOT'en en COT'en dienen ten behoeve van de oefenende eenheden drie ongeveer evengrote terreinelementen te bevatten, nl.:

1. een gebied met uitgangstellingen en bivak;
2. een hierop aansluitend zandbanenstelsel ten behoeve van manoeuvres tijdens het eerste deel van een aanval;
3. een free-for-all terreingedeelte waarop het aanvalsdoel tijdens een oefening is gesitueerd.

De eerste twee genoemde elementen dienen volgens militaire maatstaven het gehele jaar door permanente berijding te kunnen weerstaan zonder dat plasvorming of verstuiwing optreedt; deze terreinelementen worden dan ook door middel van cultuurtechnische maatregelen conform ingericht. De groep overige oefenterreinen dient in principe eveneens over de drie genoemde terreinelementen te beschikken, maar de noodzaak hiervan is minder groot.

5.2.2.1 Inrichting van free-for-all terreingedeelten, zandbanenstelsels en overige terreingedeelten

Bij de inrichting van oefenterreinen grijpt de inrichting van free-for-all terreinen en zandbanenstelsels diep in op het natuurlijk milieu. In beide gevallen wordt de aanwezige vegetatie vrijwel totaal verwijderd en indien nodig wordt de bodemopbouw zodanig gewijzigd dat de bodem goed waterdoorlatend en weinig stuifgevoelig is, zelfs onder intensieve berijding. Hierdoor wordt het natuurlijk milieu niet alleen in het in te richten terrein beïnvloed, maar ook in de soms verre omgeving doordat de hydrologische situatie kan worden gewijzigd. De omvang van dit laatste hangt af van lokale omstandigheden.

Bij zandbanenaanleg wordt een deel van de banen aangelegd op reeds bestaande paden en voor een deel op voorheen nauwelijks geroerde bodems. Reeds geroerde bodems (wegen) kunnen tot op grotere diepte verstoord worden.

Op de reeds zodanig ingerichte terreinen (Ermelosche, Elspeetsche en Starckenberger Heide) bedraagt het banenoppervlak ca. 12 ha per 100 ha vóór de herinrichting en ca. 8 ha per 100 ha ná de herinrichting. Het oppervlak geroerde bodem nam echter met ca. 10% van het reeds geroerde deel toe.

Ook kan voor bepaalde diersoorten een 'eiland'-effect ontstaan, waardoor zij ter plaatse in hun overlevingsmogelijkheden worden beperkt. Dit effect kan nog versterkt zijn door het 'eilandsgewijs' uitvoeren van beheersmaatregelen.

In 4.3.2 is gebleken dat kaalgereden terreingedeelten, al dan niet met behulp van cultuurtechnische maatregelen, weer met struik- en/of dopheide begroeid kunnen raken. Ook in Nederland zijn op enkele oefenterreinen de afgelopen jaren cultuurtechnische amovatiewerkzaamheden uitgevoerd: wegranden fraizen, eggen en inzaaien van grassen en soms heide.

Van belang is het grote ruimtebeslag van de voorgenomen inrichtingswerken. Volgens het Structuurschema Militaire Terreinen (SMT 1981) moet er nog ca. 1000 ha free-for-all worden ingericht. De berekeningen in 4.3.3.2 tonen aan dat er op ca. 2000 ha nog zandbanen moeten worden aangelegd volgens de plannen in het SMT. De overige terreingedeelten zoals uitgangstellingen, bivak e.d., worden over het algemeen niet ingericht.

5.2.2.2 Gebruik van free-for-all terreingedeelten, zandbanenstelsels en overige terreingedeelten

De oefeningen op free-for-all gedeelten en op de zandbanenstelsels beïnvloeden gezien het resultaat van de inrichting van deze terreingedeelten, nauwelijks nog uit natuurbeschouwingpunt waardevolle situaties. Wel wordt als gevolg van stuiven, dat ondanks de inrichting toch nog kan optreden (o.a. Smit & Touwen 1970), bodemmateriaal getransporteerd naar terreingedeelten waarin mogelijk waardevolle en kwetsbare vegetaties voorkomen. Daarnaast wordt geluid, c.q. lawaai, geproduceerd in combinatie met de aanwezigheid van mensen en materiaal. Van deze effecten zijn globale effecten op m.n. vogels bekend (tot ca. 8 km), doch in het algemeen ontbreekt de kwantificering, met name in relatie tot de afstand van de storingsbron. Bovendien reageert iedere soort anders en kan er gewoning optreden, waardoor de tolerantie toeneemt.

In de overige terreingedeelten op de oefenterreinen (3300 ha op de COT'en/ EOT'en + 12.600 ha OOT) kunnen ten aanzien van bodem en vegetatie vooral effecten optreden als gevolg van de relatief intensieve betreding en berijding van de bivakgedeelten en uitgangstellingen. Voor de fauna is de storing samen te vatten onder het begrip aanwezigheid in het terrein.

5.2.3 Schietterreinen en -kampen

Schietterreinen zijn voor dit onderzoek te verdelen in: schietterreinen voor de lichte infanteriewapens (hand- en vuistvuurwapens, handgranaten) en de schietkampen voor de zwaardere wapensystemen. Overige schietterreinen, o.a. ten behoeve van de luchtmacht en marine en de schietterreinen voor de beproeving, zijn buiten beschouwing gebleven. In een schietterrein zijn steeds drie terreinelementen te onderscheiden:

1. schietopstellingsplaats,
2. doelgebied,
3. onveilige zone.

5.2.3.1 Inrichting van schietterreinen

Door het ontbreken van menselijke aanwezigheid zijn de natuurlijke waarden in de onveilige zone in een aantal gevallen relatief goed bewaard gebleven. De huidige inrichtingswerkzaamheden op de bestaande schietterreinen hebben echter juist de beperking van deze onveilige zones tot doel door de ombouw van de vrije en poortschietbanen tot schermenbanen.

Belangrijk gevolg hiervan is dat deze gebieden dan eventueel voor andere militaire activiteiten gebruikt zullen worden of voor bijvoorbeeld recreatie zullen worden opengesteld hetgeen betreding en andere effecten van menselijke aanwezigheid met zich mee kan brengen.

Daarnaast wordt bij de aanleg de ruimte tussen de doelen en de afschietpunten geëgaliseerd, eventueel ingezaaid met schapegras en voorzien van betonnen schermen en zandwallen, hetgeen een vrijwel volledige verwijdering van vegetatie en verstoring van het bodemprofiel ter plekke inhoudt.

5.2.3.2 Gebruik van schietterreinen

Gevolgen van schietoefeningen zijn lawaai en intensieve, zij het zeer plaatselijke menselijke aanwezigheid. Vooral op de schietkampen en op de vrije schietbanen is er als gevolg van de oefeningen een aanzienlijke oppervlakte onveilig gebied, welke door afwezigheid van mensen, de lawaai-overlast ten spijt, uit natuurbehoudsoogpunt waardevol zijn in vergelijking met de omgeving. In de stellinggebieden treden aanzienlijke effecten op als gevolg van de reeds eerder genoemde intensieve betreding en berijding (zie o.a. 5.4.3).

5.3 De diverse soorten van militaire oefeningen

Het militaire personeel oefent aanvankelijk in relatief kleine eenheden vooral in het gebruik van het materieel en in het onderkennen van de eigenschappen en mogelijkheden van een terrein. De aanvankelijke eenvoudige oefeningen worden bij het combineren van de kleinere tot grotere eenheden samengevoegd tot steeds meer geïntegreerde oefeningen. Deze oefeningen zijn omschreven in 3.1 en 3.2. Voor individuele opleiding en ten behoeve van onderdeelvorming van niet-gemechaniseerde eenheden worden vooral OOT'en benut, later worden de EOT'en en COT'en gebruikt voor de meer geïntegreerde oefeningen.

Daarnaast worden militaire terreinen voor nevendoeleinden gebruikt zoals recreatie, bosbouw, natuur- en cultuurbehoud.

5.4 Effecten op bodem, vegetatie en fauna

5.4.1 Effecten van betreding en berijding

Betredings- en berijdingseffecten op de bodem komen tot uiting doordat de 'bulk density' groter wordt. Gevolgen kunnen hiervan o.m. zijn een grotere indringingsweerstand voor o.a. de plantenwortels en een verminderde waterdoorlatendheid. Bij intensievere betreding en berijding en vooral op weinig samenhangende bodems treden juist effecten op als het losser worden van de bodem, insporing c.q. beschadiging van de toplaag. Betredings- en berijdingseffecten komen bij zeer lage intensiteiten tot uiting in de vegetatie doordat er soorten verdwijnen, vegetatiebedekking en -biomassa enigszins toenemen en er mogelijk enige plantesoorten die karakteristiek zijn voor deze lage intensiteiten, kunnen verschijnen. Wanneer de intensiteit iets groter is, nemen vegetatiehoogte, -bedekking en -biomassa af en treden er soorten op de voorgrond die weliswaar karakteristiek zijn voor deze hogere betredingsintensiteiten, doch reeds op vele plaatsen

voorkomen (b.v. recreatieterreinen). Omslagpunt in de hier genoemde effecten en de omvang van de effecten hangen af van o.m. bodem- en vegetatietype. Als gevolg van vegetatie- en bodembeïnvloeding kan een verhoogde wind- en watererosie optreden. Natuurlijke regeneratie van verdichte bodems is op zandgronden vooral afhankelijk van de activiteit van bodemdieren zoals mieren, mestkevers en konijnen.

Veel ongewervelde dieren b.v. insecten en spinnen vertonen een duidelijke reactie op betreding, die zich uit in een afname van het aantal soorten.

5.4.2 Effecten van graven

Op een plaats waar gegraven wordt veranderen bodem en vegetatie. Vergravingen kunnen een verreikende invloed hebben als voor de waterhuishouding belangrijk ondoorlatende lagen doorbroken worden. Door roering van de bodem met o.a. organische stof of keileem treedt plaatselijk een wijziging op in de groeiomstandigheden voor de vegetatie, zoals eutrofiëring. De regeneratie kan afhankelijk van het oorspronkelijke bodemtype soms zeer lang duren of zelfs geheel onmogelijk zijn. Uiteraard worden vegetatie en fauna dienovereenkomstig beïnvloed. Op kleine schaal treden deze effecten van nature op als gevolg van activiteiten van o.m. dassen, vossen, konijnen, mieren.

5.4.3 Effecten van bivak

De effecten van bivak zijn feitelijk een samenstel van effecten van een aantal afzonderlijke factoren zoals betreden, berijden, aanwezigheid van mensen, c.q. verontrusting, vergraven en mogelijk ook eutrofiëring. De reden dat bivak als afzonderlijk onderwerp is behandeld is gelegen in het intensieve karakter van de afzonderlijke factoren en de vergelijkbaarheid met onderzoek aan kampeertreinen.

5.4.4 Effecten van geluid/lawaai

De effecten van geluid (o.a. explosies) op m.n. de fauna variëren per soort en zelfs binnen de soort per individu. Zoogdieren lijken in het algemeen minder gevoelig dan vogels en solitaire dieren minder dan dieren die in groepen leven. Bij een zich steeds herhalend geluid kan gewenning optreden.

5.4.5 Effecten van aanwezigheid in het terrein

Ook de aanwezigheid van mensen in het open veld werkt voor de ene diersoort meer verstorend dan voor de andere. Ook hier kan een zeker mate van gewenning optreden. Gevoelige vogelsoorten zijn o.m. roofvogels, en vogels die laag bij de grond broeden of foerageren, m.n. de wulp.

De afwezigheid van mensen b.v. in onveilige zones van schietterreinen lijkt te leiden tot o.a. hogere broeddichtheden van bepaalde vogelsoorten.

5.4.6 Effecten van explosieven afgezien van het geluid

De belangrijkste effecten van exploderende projectielen e.d. zijn de grote kans op brand, lokale beschadiging van bodem en vegetatie, en de verhoogde concentratie van milieu-vreemde stoffen zoals lood, koper, plastic e.d.

5.4.7 Effecten van amovering

Bij de herinrichting van militaire oefenterreinen worden bepaalde zandwegen en -banen uit gebruik genomen ofwel geamoveerd. Op deze zandwegen worden tegelijk met kaalgereden terreingedeelten cultuurtechnische werkzaamheden uitgevoerd zoals ploegen, fraizen van de wegranden, eggen en inzaaien van schapegras en soms van heide. In soortgelijke situaties zijn er op de Lüneburgerheide, zij het met veel kleinschaliger machines e.d., na ca. 25 jaar weer heidevegetaties verkregen op voorheen geheel of gedeeltelijk kapotgereden hei. Ook op de Veluwe is na 18 jaar weer na amovering hergroei van hei opgetreden. Op veel recent geamoveerde plaatsen (tot ca. 4 jaar oud) is dit (nog) niet of nauwelijks het geval. Bij een inrichting van oefenterreinen volgens het model van het SMT zullen waarschijnlijk op grote schaal overbodige wegen geamoveerd worden. Bij verder onderzoek lijkt te zijner tijd een toetsing aan de doelstellingen van natuurbehoud een zinvolle zaak, mede gezien het lokaal soms aanzienlijke grondverzet dat gepaard gaat met deze amovering.

5.5 Enige suggesties voor onderzoek

In het bovenstaande is gebleken dat er tot nu toe weinig specifiek onderzoek gedaan is naar de effecten van militaire oefeningen op het natuurlijk milieu, ook internationaal. De effecten konden in dit rapport echter in het algemeen kwantitatief vrij goed worden beschreven via onderzoek aan vergelijkbare ingrepen in het natuurlijk milieu, zoals recreatie. Ook bij deze ingang ontbreekt echter nog voor een groot deel de informatie over de kwantitatieve relatie tussen ingreep en effect, anders gezegd de dosis-effectrelatie, wat voor een adequate effectenbeschrijving onontbeerlijk is. Om de effecten als gevolg van militair terreingebruik goed te kunnen beschrijven zal nader onderzoek zich dan ook m.n. op de kwantificering van de genoemde relaties moeten richten.

Aan de ingreepzijde van de relatie betreft dit vooral kwantitatieve informatie omtrent de activiteit van de oefenende militairen en de verdeling hiervan over het terrein.

Aan de effectenzijde is vooral behoefte aan de kwantificering van:

- de isolatie-effecten als gevolg van bestaande wegen en de aanleg van nieuwe banen;
- de effecten van aanwezigheid in het terrein;
- de effecten van lawaaiproduktie (schietoefeningen).

Bovendien is aangedrongen op nader kwantitatief onderzoek naar de effecten van betreden en berijden, met name onder wisselende omstandigheden (variatie naar de effecten van verschillende voertuigtypen, bodemtypen en seizoenen). Daarnaast is zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek gewenst aan de beïnvloeding van de hydrologische situaties, en moet uit natuurbeheersoogpunt een standpunt bepaald worden inzake het amoveren van wegen. In het bijzonder geldt dit bij de toepassing cultuurtechnische maatregelen.

6. LITERATUURLIJST

- Aide-Mémoire 1964. Bespreking dd. 3 november 1964 over 'Militaire oefeningen met tanks in 'Uddelse Buurtveld' Kroondomein (gemeente Apeldoorn)' Notitie, 3p.
- Aleva, J.F. 1973. De invloed van recreatie op vegetatie en milieu van Kootwijk e.o. Studentenverslag RIN, Leersum. 45p.
- Aritajat, U., D.S. Madge & P.T. Gooderman 1977. The effect of compaction of agricultural soil on soil fauna. I. Field investigations. *Pedobiologia* 17: 262-282.
- Arts, W.B.M., U.D. Perdok, W.H. Diemont & J.G. Streefkerk 1981. Technical and botanical aspects of nature reserve trafficability. Proceedings ISTUS Congress, Calgary, Canada: 39-59.
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff 1979. Duinen en duinvalleien. Een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. PUDOC, Wageningen. 201p.
- Barley, K.P. & E.L. Greacen 1967. Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. *Adv.Agron.* 19: 1-43.
- Bates, G.H. 1935. Vegetation of footpaths, sidewalks, cart-tracks and gateways. *J.Ecol.* 23: 470-487.
- Bayfield, N.G. 1971. Some effects of walking and skiing on vegetation at Cairngorm. In: E. Duffey & A.S. Watt (eds.), *The scientific management of animal and plant communities for conservation*. Symp.Br.ecol. Soc., 11: 469-485.
- Bayfield, N.G. 1973. Use and deterioration of some Scottish hillpaths. *J.Appl.Ecol.* 10, 639-648.
- Bayfield, N.G. 1979. Recovery of four montane heath communities on Cairngorm, Scotland, from disturbance by trampling. *Biol.Conserv.* 15: 165-179.
- Bayfield, N.G. 1979. Some effects of trampling on *Molophilus ater* (Meigen) (Diptera, Tipulidae). *Biol.Conserv.* 16: 219-232.
- Bayfield, N.G. & B.S. Brookes 1979. Effects of repeated use of an area of heather *Calluna vulgaris* (L) Hull Moor at Kindrogan, Scotland, for teaching purposes. *Biol.Conserv.* 16: 31-41.
- Bell, W.B. 1972. Animal response to sonic booms. *J. of Acoustical Soc. of America* 51 (2): 758-765.
- Bergh, L.M.J. van den 1974. Broedvogels van de Elspeetsche Heide in 1974. Interne notitie RIN-Leersum (RIN-documentatie).
- Berdowski, J.J.M. 1981. Onderzoek naar de rol van de heidekever (*Lochmaea suturalis* Thoms.) bij de vorming van mozaïekpatronen in heidevegetaties in Nederland. Projectbeschrijving RU Utrecht; gestencild.
- Berkel, C.J.M. van 1978. De Nederlandse slangen. Stageverslag RIN, Leersum. 86p.
- Berkel, C.J.M. van 1981. Invloeden van recreatie-activiteiten op het natuurlijk milieu; een literatuuronderzoek. Rapport P.P.D., Zuid-Holland; concept.
- Beuving, J. 1979. Invloed van organische stof en lutum op de verdichtbaarheid en de mechanische sterkte van zand. ICW nota 1976, Wageningen. 36p.

- Beije, H. 1981. Onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. Rapport 5: Voorstellen voor nader onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. RIN Leersum.
- Bigot, L. & N. Poinso-Balaguer 1978. Influence du pâturage d'une manade de chevaux de race Camargue sur les communautés des Invertébrés d'une sansouire. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 15 (4): 517-528.
- Blom, C.W.R.M. 1979. Effect of trampling and soil compaction on the occurrence of some *Plantago* species in coastal sanddunes. Nijmegen, Diss.
- Blom, C.W.P.M., L.F.M. Husson & V. Westhoff 1979. Effects of trampling and soil compaction on the occurrence of some *Plantago*-species in coastal sand dunes. *Proc.Kon.Ned.Ac.Wetensch. Series C Vol.* 82 (3): 245-273.
- Boels, D. & L. Havinga 1974. Effect van woelen op een verdichte zavelgrond. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 14 (1): 26-34.
- Boekel, P. 1963. Soil structure and plant growth. *Neth.J.apric.Sci.* 11 (2): 120-127.
- Boekel, P. 1966. De luchthuishouding van de grond in verband met de zuurstofvoorziening van de gewassen. *Bodem* 66/67: 2-9.
- Boomsma, J.J. & S.W.F. van der Ploeg 1976. Effecten van meerjarige experimentele betreding op een duinvallei. I. Effecten van eenjarige betreding. *Inst. voor Milieuvraagstukken, VU Amsterdam, werknota nr. 68.* 65p.
- Boorman, L.A. & R.M. Fuller 1977. Studies on the impact of paths on the dune vegetation at Winterton, Norfolk, England. *Biol.Conserv.* 12: 203-216.
- Bouterse, M.C.G. 1974. Invloed van lawaai op fauna; wintermaanden 1972-1973. *LH Wageningen, afd. Natuurbeheer.* 46p.
- Brooks, L. 1966. The impact of recreation on forest lands. *Sexto Congreso Foresto Mundial. Madrid Junio 1966.* 6 CFM/G/C. T. VIII/7. 8p.
- Brussaard, L. & W. Van der Weyden 1980. Biogeografie van eilanden (1) en (2). *Intermediair* 16 (18) en 16 (19).
- Burden, R.F. & P.F. Randerson 1972. Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of semi-natural areas. *J. Appl.Ecol.* 9: 439-457.
- Busnel, R.G. 1963. *Acoustic behaviour of animals.* Elsevier Publishing Co., Amsterdam.
- Champness, S.S. & K. Morris 1948. The population of buries viable seeds in relation to contrasting pasture and soil types. *J.Ecol.* 36: 149-173.
- Chappell, H.G., J.F. Ainsworth, R.A.D. Cameron & M. Redfern 1971. The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. *J.Appl.Ecol.* 9: 439-458.
- Chippingdale, H.G. & W.E.J. Milton 1934. On the viable seeds present under the soil beneath pastures. *J.Ecol.* 22: 508-531.
- Cieslinski, T.A. & K.J.A. Wagar 1970. Predicting the durability of forest recreation sites in northern Utah. Preliminary results. *USBA For.Serv.Res. Note, INT.* 117, 1970.

- DHV, Raadgevend Ingenieursbureau BV 1981. Beoordeling geschiktheid voor militair rijterrein van de Marnewaard op grond van bodemkundige en hydrologische omstandigheden. Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, juni 1981.
- Duffey, E. 1975. Habitat selection by spiders in man-made environment. Proceedings 6th International Archeological Congress, VU Amsterdam. p. 53-67.
- Eerden, M.R. van & C.J. Smit 1979. Het effect van schietoefeningen in het Lauwersmeer op het gedrag van watervogels. RIN-rapport 79/3. 26p.
- Environmental Protection Agency 1971. Effects of noise on wildlife and other related animals. NTID 300.5. Washington DC, USA.
- Environment Committee 1971. Highlights of the Conference on Sonic Boom research. Samenvattende notitie door het Secretariaat.
- Etherington, J.R. 1978. Eutrophication of limestone heath soil by limestone quarrying dust and implications for conservation. Biol.Conserv. 13 (4): 309-319.
- Eijsackers, H. 1977. Cursus ecologie 1977/1978. Syllabus: de bodem als levensmilieu. Intern RIN-rapport.
- Falinski, J.B. 1975. Reaction of forest soil vegetation to trampling in the light of experimental research. Phytocoenologia 2 (3-4): 451-465.
- Fletcher, J. & R.G. Busnel 1978. Effects of noise on wildlife. New York Academic Press. 365p.
- Foin, T.C., E.O. Garton, C.W. Bowen, J.M. Everingham, R.O. Schulz & B. Holton Jr 1977. Quantitative studies of visitor impacts on environments of Yosemite National Park, California, and their implications for Park Management Policy. Journal of Environmental Management 5 (1): 1-22.
- Gelderblom, G.C. 1981. Meervoudig gebruik van militaire oefenterreinen. Militaire wensen en eisen in relatie tot de mogelijkheden. Tijdschrift KNHM 92 (5): 224-234.
- Gendebien, J.F. 1970. Recreatiegevoeligheid van enkele zoogdieren in het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. De Levende Natuur, 73 (5): 105-109.
- Gendebien, J.F. & M.F. Mörzer Bruyns 1970. Recreatiegevoeligheid van vogels. De Levende Natuur. 73: 85-88; Afd.Nat.Beh. LH Wageningen, Med. 23; RIN-bericht nr. 8.
- Glopper, R.J. de. 1980. Bodemkundige en bodemtechnische aspecten van het militaire terrein in de Marnewaard. Werkdocument 1980-10, Awb-RIJP.
- Goldsmith, F.B. 1974. Ecological effects of visitors in the country side. In: A. Warren & F.B. Goldsmith (eds.), Conservation in practice. John Wiley & Sns, London: 217-231.
- Gonggrijp, G.P. 1978. Doelstelling, werkwijze en resultaten van Gea-project. KNAG. Geogr.Tijdschr. XII (3): 220-230.
- Goede A.A. 1979. Effekten van betreding door bereden paarden op duinvegetatie en -bodem. IvM-VU Amsterdam. Werknota 124.
- Grime, J.P. 1979. Plant Strategies and vegetation processes. J. Wiley & Sns, Chichester. 222p.
- Grubb, P.J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol.Rev. 52: 107-145.

- Haan, F.A.M. & G.G.M. van der Valk 1969. Verband tussen de bodemverdichting en waterbeheersing, speciaal met betrekking tot bloembollenteelt. *Tuinbouwmededelingen* 32 (7/8): 262-267. ICW-mededeling 122; Wageningen.
- Haan, F.A.M. de & G.P. Wind 1966. Bodemverdichting als gevolg van de wijze van uitvoering van grondverbeteringswerkzaamheden. *Tijdschrift KNHM* 77 (6): 244-249.
- Hageman, F. z.j. Proefnemingen berijden heideterreinen met AMX en YP 408. Interne notitie E.a.i. Arnhem, Min. van Defensie 4p + bijlage.
- Halla, M.E. 1980. Draft environmental impact statement for training land acquisition. Dept. of the Army Headquarters. Fort Carson and 4th infantry division (mechanised).
- Harrison, R.T. 1978. Quantifying the acoustic dose when determining the effects of noise on wildlife. In: J.L. Fletcher & R.G. Busnel (eds.), *Effects of noise on wildlife*. Academic Press, New York. p. 267-285.
- Harrison, C. 1981. Recovery of lowland grassland and heathland in Southern England from disturbance by seasonal trampling. *Biol.Conserv.* 19 (2): 119-130.
- Hidding, A.P. & C. van den Berg 1961. The relation between pore volume and the formation of root systems in soils with sandy layers. *Trans. 7th Int.Congr.Soil Sci.* Madison 1, 38: 369-373. *Techn.Bull.* 24 Inst. Land and Water Management Res., Wageningen.
- Hof, P. op 't. 1974. Invloed van de recreatie op vegetatie en milieu op de heideterreinen van de Zuidoost-Veluwezoon. RIN, Leersum.
- Houben, J.M.M.Th. 1972. Effect van diepe grondbewerking op de beworteling in het tracé van een pijpleiding. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 12: 21-27.
- Hylgaard, T. & M.J. Liddle 1981. The effect of human trampling on a sanddune ecosystem dominated by *Empetrum nigrum*. *J.Appl.Ecol.* 18: 559-569.
- Immerzeel, J. 1977. De beschikbaarheid van fosfaat in de bodem. Intern RIN-rapport. 74p.
- Iverson, R.M. & B.S. Hinckley, R.M. Webb & B. Hallet 1981. Physical effect of vehicular disturbances on arid landscapes. *Science* 212: 915-917.
- James, T.D.W., D.W. Smith, L.E. Machintosh, M.K. Hoffman & P. Monti 1979. Effects of camping recreation on soil, jack pine and understory vegetation in a northwestern Ontario Park. *Forest Science* 25 (2): 333-349.
- Jansson, A.M. & J. Zucchetto 1978. Man, nature and energy flow on the island of Gotland. *Ambio* 7 (4): 140-149.
- Jenkins, D.A. & G.R. Miller 1963. Population studies on red grouse. *Lagopus lagopus scoticus*, in North-east Scotland. *J.An.Ecol.* 32: 317-376.
- Jungius, H. & U. Hirsch 1979. Herzfrequenzänderungen bei Brutvögel in Galapagos als Folge von Störungen durch Besucher. *J. für Ornithologie* 120 (3): 299-310.
- Kellomäki, S. 1973. Tallaamisen vaikutus mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuuteen (= Ground cover response to trampling in a spruce stand of *Myrtillus* type). *Silva Fennica* 7 (2): 96-113.

- Kellomaki, S. & V.L. Saastamoinen 1975. Trampling tolerance of forest vegetation. *Acta Forestalia Fennica* 147: 1-21.
- Klompen, H. & D. Smeets 1979. Reptielen in het Meynweggebied. Rapport 157, Zoöl.Lab. Afd. Dieroec. KU Nijmegen. 37p.
- Klompen, H. & D. Smeets 1979. Adders in het Meynweggebied. Rapport 163, Zoöl.Lab. Afd. Dieroec. KU Nijmegen. 87p.
- Knippenberg, W.Th. 1956. De nachtzwaluw. *Limosa* 29 (1-3).
- Knottnerus, D.J.C. 1964. Winderosie en haar bestrijding. I, II. *Bodem* 57, 58 (1964).
- La Page, W.F. 1967. Some observations on campground trampling and ground cover response. USDA Forest Ser.Note NE-68. 11p.
- Leeuwen, C.G. van 1973. Oecologie en natuurtechniek. *Natuur en landschap* 27: 57-67.
- Liddle, M.J. 1973. The effects of trampling and vehicles on natural vegetation. Doct.thesis Univ.Coll.A.M. Wales, Bangor.
- Liddle, M.J. 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biol.Conserv.* 7: 17-36.
- Liddle, M.J. 1975. A theoretical relationship between the primary production of vegetation and its ability to tolerate trampling. *Biol. Conserv.* 8: 251-255.
- Liddle, M.J. & P. Greig-Smith 1975. A survey of tracks and paths in a dune ecosystem. I. Soils II. Vegetation. *J.Appl.Ecol.* 12: 893-908; 909-330.
- Liddle, M.J. & K.G. Moore 1974. The microclimate of sanddune-tracks: the relative contribution of vegetational removal and soil compression. *J.Appl.Ecol.* 11: 1057-1068.
- Littel, A. 1974. Betredingsexperimenten in een duinvallei: effecten op mesofauna en vegetatie. *IvM-VU, Amsterdam*, nr. 45, 97p.
- Loeters, J.W.J. & W.A.P. Bakerman 1964. De invloed van enkele groenbemestingsgewassen en hun beworteling op de structuur van zandgronden. *Med.Dir.Tuinb.*, p. 565-572.
- Maarel, E. van der 1977. Ecologische modellen ten behoeve van milieu-beheer en ruimtelijke ordening. In: P. Nijkamp & C. Verhage (red.) *Ruimtegebrek en milieu*. Van Gorcum, Assen. p. 42-72.
- Maarel, E. van der 1978. Ecological principles for physical planning. The breakdown and restoration of ecosystems. NATO conference series I. Ecology, 3, XII p. 413-450.
- Mabelis, A.A. 1976. Invloed van maaien, branden en grazen op de mierenfauna van de Strabrechtse Heide. *RIN-rapport*. 26p.
- Mader, H.J. 1979. Die Isolationswirkung von Verkehrsstrassen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. *Schr.R.Landschaftspfl. Naturschutz* H.19. 131p.
- Manning, R.E. 1979. Impacts of recreation of riparian soils and vegetation. *Water Resources Bulletin* 15 (1): 30-43.
- Memphis State University 1971. Effects of noise on wildlife and other animals. Memphis State University, USA. 74p.
- Mohamed, B.F. & C.H. Gimingham 1970. The morphology of vegetative regeneration in *Calluna vulgaris*. *New. Phytol.* 69: 743-750.

- Molenaar, J.G. de 1980. Bemesting, waterhuishouding en intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu. RIN-rapport 80/6 Leersum. 349p.
- Montag, A. 1976. Praktisches Versuchswesen. In: 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen. Nieders.Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- Morris, M.G. 1967. Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. I. Responses of some phytophagous insects to cessation of grazing. *J.Appl.Ecol.* 4: 459-474.
- Morris, M.G. 1968. Differences between the invertebrate fauna of grazed and ungrazed chalk grassland. II. The fauna of sample turves. *J.Appl. Ecol.* 5: 601-612.
- Morris, M.G. 1969. Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. III. The heteropterous fauna. *J.Appl. Ecol.* 6: 475-487.
- Morris, M.G. 1971. Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. IV. Abundance and diversity of Homoptera-Auchenorrhyncha. *J.Appl.Ecol.* 8: 37-52.
- Newton, J. & M.P. Thomas 1979. The effects of trampling on the soil Acari and Collembola of a heathland. *Int.J.Envirn.Stud.* 13 (3): 219-223.
- Nijland, H. & F.J.J. Niewold 1978. Landelijke inventarisatie van korhoenders gedurende het voorjaar van 1976 en 1977. *Het Vogeljaar* 26 (4): 149-154.
- Nylund, M., L. Nylund, S. Kellomäki & A. Haapanen 1979. Deterioration of forest ground vegetation and decrease of radial growth of trees on camping sites. *Silva Fennica* 13 (4): 343-356.
- Oosting, W.A. 1980. Verkeersgeluiden: wegverkeer. Hoofdstuk 5.1 in: Handboek voor Milieubeheer, III-lawaaibeheersing Bd VI. Vermande Zonen, IJmuiden.
- Orden, Chr. van 1960. De reactie van enkele vogelsoorten op veel lawaai. *Het Vogeljaar* 8 57-58.
- Os, B.L.J. van, A.J. van Dijk & J.C. Smittenberg 1979. Milieukartering Drenthe 1974-1978. II. Vogelbevolking. PPD Drenthe.
- Oxley, D.J., M.B. Fenton & G.R. Carmody 1974. The effects of roads on populations of small mammals. *J.Appl.Ecol.* 11 (1): 51-59.
- Pelzer, R.H.M. 1981. Rekreatie en vegetatie op de Duivelsberg. Staatsbosbeheer afd. Sociologisch Onderzoek t.b.v. de Recreatie, Rapport 81/15; 89p + bijlage.
- Perring, F.H. 1967. Changes in chalk grassland caused by galloping. *Proc. Symp.Monks Wood Exp.St.*: March 20/21, 1967.
- Ploeg, S.W.F. van der, & W.K.R.E. van Wingerden 1975. The influence of trampling on spiders. *Proc. 6th Intern.Arachn.Congress*, Leiden.
- Quinn, N.W., R.P.C. Morgan & A.J. Smith 1980. Simulation of soil erosion induced by human trampling. *Journal of Environmental Management* 10 (2): 155-165.
- Räty, M. 1979. Effect of highway traffic on tetraonid densities. *Ornis Fenn.* 56 (4): 169-170.
- Reaves, C.A. & A.W. Cooper 1960. Stress distribution in soils under tractor loads. *Agric.Engng.* 41 20-31.

- Rebergen, A.L. 1976. De invloed van de recreatie op vegetatie en milieu van een vochtig heideveld op "Wittenberg" in de gemeente Woudenberg. 26p + bijlagen. Studentenrapport RIN, Leersum.
- Rietborg, G.D. 1978. De invloed van verstoring op roofvogels. LH Wageningen. 42p.
- Robertson & Flood 1980. Effect of recreational use of shorelines on breeding bird populations. The Can.Field-Naturalist 94 (2): 131-138.
- Rooth, J. , A. Timmerman & J.J.C. Tanis 1966. Vervolgrapport over de invloed van het schieten op het gedrag van de lepelaars in de kolonie "Het Zwanenwater" in de duinen van Callantsoog (N.H.). Intern RIN-rapport.
- Rosenberg, N.J. 1964. Response of plants to the physical effects of soil compaction. Adv.Agron. 16: 181-196.
- Rijksinstituut voor Natuurbeheer 1979. Natuurbeheer in Nederland; Levensgemeenschappen. PUDOC, Wageningen. 392p.
- Sanderse, J.D. & G.H. Jippes 1974. Geluidsinventarisatie op de Veluwe; proefgebied Ede, Wageningen, Renkum. PPD, PW Gelderland. 39p.
- Saris, F. 1976. Onderzoek naar de broedvogels van "de Duivelsberg" en de invloed van de recreatie daarop. IvM, VU Amsterdam; Werknota 66. 87p.
- Scherzinger, W. 1979. On the reactions to predators of hazelgrouse *Bonasa bonasia*. Vogelwelt 100 (6): 205-217.
- Schober, H.M. 1975. Der Truppenübungsplatz Grafenwöhr und sein Umland. Darstellung ihrer Wechselbeziehungen aus Landschaftsökologischer Sicht. Diplomarbeit Inst. f. Landschaftsökologie. Freising, 93p.
- SCW Werkgroep-F7 1980. Samenvattende literatuurstudie inzake verdichting van grond. Stichting Studiecentrum Wegenbouw, Arnhem. Mededeling 47. 126p.
- Severinghaus, W.D., R.E. Riggins & W.P. Goran 1980. Effects of tracked vehicle activity on terrestrial mammals and birds at Fort Knox, Kentucky USA. Trans.Ky.Acad.Sci. 41 (1-2): 15-26.
- Simms, C. 1969. Recolonisation of burnt heath by lizards (*Lacerta vivipara*, Jacquin). British Journal of Herpetology p. 117-120.
- Smidt, J.T. de 1956. Rehabilisation of heath areas (in the Netherlands) biologically devastated through use as army tank practice fields. 6th technical meeting IUCN, Proceedings and papers, p. 168.
- Smit, J.F. & L. Touwen 1970. Aanleg van een militair oefenterrein voor rupsvoertuigen (Havelte-West). Tijdschr. KNHM 81: 152-163.
- Smith, P.E. 1978. The functional response of plants to trampling pressure vol.I. Thesis, Univ. of Keele.
- Smootenburg, G.F. 1979. Geluidsmetingen aan vuurwapens opgesteld in het Lauwersmeergebied ter bepaling van de geluidsbelasting, die van aldaar geprojecteerde oefenterreinen kan worden verwacht. Rapport Instituut v. Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- SMT. 1981. Structuurschema militaire terreinen. A. Beleidsvoornemen. Staatsuitgeverij, 's Gravenhage. 311p.
- Southwood, T.R.E. & H.F. van Emden 1969. A comparison of the fauna of cut and uncut grasslands. Z.angew.Ent. 60: 188-198.

- Speight, M.C.D. 1973. Outdoor recreation and its ecological effects. London, University College London. Discussion papers in conservation no. 4.
- Steenkamp, F.E.M., J. Runhaar, T.C.P. Melman & H.W.J. van Dijk 1981. In het spoor van de dragline, de gevolgen van vergravingen voor bodem en vegetatie. Duin 4 (1): 10-18.
- Stiboka 1957. Militaire oefenterreinen, deel 2. De bodem- en vegetatiekartering van het militair oefenterrein Havelte, rapport 454. Stiboka, Wageningen.
- Stoutjesdijk, P. 1953. Vegetatiekundig onderzoek van Veluwe heidevelden. In: Heeft onze heide nog toekomst: Uitg. Studiekring voor de Veluwe, Arnhem, p. 15-46.
- Streeter, D.T. 1971. The effect of public pressure on the vegetation of chalk downland at Box Hill, Surrey. In: E. Duffey & A.S. Watt (eds.), The scientific management of animal and plant communities for conservation. Blackwell, Oxford. p. 459-468.
- Stumpel, A.H.P. 1981. Verslag van een herpetologische studiereis naar Zuid-Engeland van 25 april t/m 1 mei 1981. Intern rapport RIN, Leersum.
- Triep, F. 1976. De invloed van recreatie op bodem en vegetatie van duingebieden, i.h.b. van het Noord-Hollands Duinreservaat. IvM-VU Amsterdam; werknota 59.
- Uetz, G.W. 1979. Influence of variation in litter habitat on spider communities. Oecologia 40: 29-42.
- Vries, C.N. de 1981. Onderzoek naar aanleiding van de aanleg van de Flevolijn. Ongepubl. rapport; sept. 1980, 27p.
- Vrieze, M.H. de 1973. De invloed van recreatie op vegetatie en milieu van de Ginkelse Heide. RIN-rapport 189 vakgroep Natuurbeheer, Wageningen. 49p.
- Waardenburg, P.A. 1976. De invloed van de menselijke activiteiten op vestiging en broedsucces van de buizerd (Buteo buteo). RIN Arnhem/Zool.Lab. Haren.
- Ward, D.V. 1981. Biological environmental impact studies: theory and methods. Academic Press. New York. 157p.
- Weinreich, J.A. 1980. Zaadkapitaal en vegetatie. Colloquim Plantenoecologie RUG. stencil 7p.
- Werf, S. van der 1967. De invloed van recreatie op vegetatie en milieu in het bijzonder in Meyendel en op de Hoge Veluwe. Scriptie Lab. v. Plantensyst., LH Wageningen. 95p.
- Werf, S. van der 1972. Effecten van recreatie op de vegetatie in natuurterreinen. Natuur en Landschap 62 (2): 210-220.
- Werkgroep Recreatie van de LVBW 1977. Eilanden onder de voet. Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, Harlingen. 124p.
- Westerhuis, E.E. 1981. (tekst lezing ten behoeve van de voorlichters over het SMT). Toespraak d.d. 11 maart 1981; stencil, niet gepubliceerd.
- Westing, A.H. 1980. Warfare in a fragile world: military impact on the human environment. SIPRI, Stockholm.
- Westing, A.H. & M. Lumsden 1979. Threat of modern warfare to man and his environment: an annotated bibliography. UNESCO, Parijs. 25p.

- Weyland, W.A. 1977. Korhoenders en terreinbeheer. Bosbouwvoorlichting 16 (6): 78-80; tevens in Lepelaar 54 (1978): 30-33.
- Wiertz, J. 1981. MER-waterwinning: ecotopen of vegetatie karteren: WLO mededelingen 1981-3.
- Wirdum, G. van 1981. Linking up the natec subsystem in models for the water management. Committee for Hydrological Research TNO, Proceedings and Informations 27. Proceedings of Technical Meeting 37. (nov. 1980).
- Zande, A.N. van der 1976. De beïnvloeding van weidevogels door wegen. Doct. verslag Milieubiologie RU Leiden/RIN.
- Zande, A.N. van der e.a. 1980. Openluchtrecreatie en de dichtheid van enkele broedvogels in de duinen 1 en 2. Recreatievoorzieningen 12: (1): 26-29; 12 (2): 66-69.
- Zeegers, P.M. 1973. Invloed van verstoringen op het gedrag van wadvogels. Waddenbulletin 8 (3): 3-7.
- Zwarts, L. 1972. Verstoring van wadvogels. Waddenbulletin 7 (3): 7-12.

APPENDIX 1

Samenstelling projectgroep

Ing. W.B.M. Arts	-	IMAG
Ing. J.F. Bannink	-	Stiboka
Ir. H.M. Beije	-	RIN
Ir. W.H. Diemont	-	RIN
Drs. L.M.F. Husson	-	RIN (werkzaam tot 15-6-1981)
Mw. C.G. Korteweg	-	Sectie Landbouwkundig Onderzoek TNO
Ir. H. Lambermont	-	Ministerie van Defensie, DGWT
Ir. J.C. Pape	-	Stiboka
Ir. U.D. Perdok	-	IMAG
Drs. J.A. Weinreich	-	RIN (werkzaam tot 1-7-1981)
Drs. J. Wiertz	-	RIN
Ir. A.L.J. Wijnhoven	-	RIN (projectcoördinator)
Ir. F.C. Zuidema	-	NRLO (voorzitter)
Ir. T. Zwart	-	Ministerie van Defensie, DGWT

Contactadressen:

- Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Kasteel Broekhuizen
Postbus 46
3956 ZR Leersum
- Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 407
6700 AK Wageningen

APPENDIX 2

Ten behoeve van het voorliggende rapport is een literatuurrecherche gepleegd in de periode van februari tot en met juli 1981. Na de afsluiting van dit project is nog enige mogelijk relevante literatuur achterhaald, welke niet meer kon worden verwerkt. Een opsomming er van is hieronder volledigheidshalve gegeven. Ondanks het ontbreken van dit materiaal geeft het rapport een vrij compleet beeld van de huidige kennis omtrent 'ingrepen' en 'effecten' welke aan de orde zijn bij het gebruik en beheer van militaire oefenterreinen.

- Akiyama, T. & S. Kubo 1978. Treading on the grasslands. Photosynthesis and dry matter production of native grasses. Bull.Nath.Grassland Res. Inst. 12: 23-31.
- Barnes, K.K. e.d. (ed.) 1971. Compaction of agricultural soils. American Society of Agriculture Engineers Michigan.
- Bekker, M.G. 1960. Off the road locomotion. Univ. Michigan Press.
- Bennison, D.C. & A.K. Wallace 1976. The extent of acoustic influence of off-road vehicles in wilderness areas. Paper presented at the National Symp. for off-road vehicles in Australia, Canberra, january-february 1976. Adelaide, S.A.: Dept. Mechanical Engineering. Univ. of Adelaide. 4p.
- Berry, K.H. 1980. A review of the effects of off-road vehicles on birds and other vertebrates. Gen.Techn.Rep.Internat. For. Range Exp. Stn. INT 86, p. 451-467.
- Bolton, E.F., V.A. Dirks & W.I. Findlay 1979. Some relationships between soil property, leaf nutrient composition and yield for certain corn rotations at two fertility levels on Brookston clay. Can.J.Soil. Sci. 59 (1): 1-9.
- Boone, F.R., J. Bouma & L.A.H. de Smet 1978. A case study on the effect of soil compaction on potatogrowth in a loam sand soil. Neth.J.Agric. Sci. 26 (4): 405-420.
- Bornkamp, R. & G. Meyer 1977. Ökologische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Trittbelastung mit Hilfe der Gradientenanalyse. Mitt.flor.-soz.Arbeitsgem. N.F. 19/20: 225-240.
- Buchanan, K. 1976. Some effects of trampling on the flora and invertebrate fauna of sand dunes. Univ.College of London, Discussion Papers in Conservation 13.
- Bury, R.B., R.A. Luckenbach & S.D. Busack 1977. Effects of off-road vehicles on vertebrates in the California desert, USA. U.S. Fish Wildl.Serv.Wildl.Res.Rep. 8. 23p.
- Citroen, D. et al 1976. De invloed van verstoring door de mens op het (broed) gedrag van de wulp. Zool.lab., UvA.
- Davidson, E. & M. Fox 1974. Effects of off-road motorcycle activity on Mojave Desert vegetation and soil. Madrono 22: 381-390.
- Dale, D. & T. Weaver 1974. Trampling effects on vegetation of the trail corridors of North Rocky Mountain forests. J.Appl.Ecol. 11 (2): 767-772.
- Dexter, A.R. 1978. Tunelling in soil by earthworms. Soil Biol.Biochem. 10 (5): 447-449.

- Douglas, E. & E. Mckyes 1978. Compaction effects on the hydraulic conductivity of a clay soil. *Soil Sci.* 125 (5): 278-282.
- Dotzenko, A.K., N.T. Papamichos & D.S. Romine 1967. Effect of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park. *J. Soil Water Conserv.* 22: 196-197.
- Echelberger, H.E. 1971. Vegetative changes at Adiron-dack campgrounds, 1964 to 1969. *USDA Forest Serv. Res. Note NE-142*. 8p.
- Gaheen, S.A. & A. Njos 1978. Effect of tractor traffic on timothy (*Phleum pratense* L.) root system in an experiment on a loam soil. *Meld. Nor. Landbrukshogsk.* 57 (1): 2-12.
- Gaheen, S.A. & A. Njos 1978. Long term effects of tractor traffic and liming on surface elevation changes, infiltration rate and surfa cracking of a silty clay loam soil at As, Normay. *Meld. Nor. Landbrukshogsk.* 57 (11): 1-11.
- Grimes, D.W., W.R. Sheesley & P.L. Wiley 1978. Alfalfa root development and shoot regrowth in compact soil of wheel traffic patterns. *Agron. J.* 70 (6): 955-958.
- Harper, F.C., W.J. Warlow & B.L. Clarke 1961. The forces applied to the floor by the foot in walking I. Walking on a level surface. *Res. Pap. natn. Bldg. Stud.* 32.
- Harrison, R.T. 1975. Impact of off-road vehicle noise on a national forest. *Proj. Rec. EDT 2428 USDA. For. Serv. Egypt.*
- Hermosilla, W., A.R. Reca, J.C. Pujalte & I. Rubio 1977. Soil compaction effects on soil microfauna in grazes fields Chascomus, Buenos-Aires province, Argentina. *Physis Secc. c. cont. org. terr.* 36 (92).
- Hermosilla, W., I. Rubio, J.C. Pujalte & A.R. Reca 1978. Die Wirkung der Bodenverdichtung auf die hypogaischen Zoozonosen. *Landwirtsch. Forsch.* 31 (2-3): 208-217.
- Holman, G.T., F.B. Knight & R.A. Struchtemeyer 1978. The effects of mechanised harvesting on soil conditions in the spruce-fit region of north-central Maine. *Bull. Life Sci. Agric. Exp. Stn. Univ. Maine* 751. 13p.
- Hunt, W.F. 1979. Effects of treading and defoliation height on the growth of *Paspalum dilatatum*. *N.Z. J. Agric. Res.* 22 (1): 69-76.
- Hylgaard, T. 1981. Recovery of plant communities on coastal sand-dunes disturbed by human trampling. *Biol. Conserv.* 19 (1): 15-26.
- Ingelog, T. & M. Risling 1973. Kronparken history and analysis of a 300 year old pinewood near Uppsala, Sweden. *Vaxtekol. Stud.* 2. 153p.
- Khalid, M. & J.L. Smith 1978. Control of furrow infiltration by compaction. *Trans. Aur. Soc. Agric. Eng.* 21 (4): 654-657.
- Kresl, J. 1978. Effect of the forest road network on the water regime of the forest. *Lesnictvi* 24 (7): 567-580.
- Kullkarni, B.K. & N.K. Sawant 1978. Effect of soil compaction on root-cation exchange capacity of crop plants. *Plant and Soil* 48 (2): 269-278.
- Leney, F. 1974. The ecological effects of public pressure on picnic sites. *Ph.D. Thesis, Univ. of Aberdeen.*
- Luth, R. 1977. Verkennend onderzoek aan enige bodemeigenschappen van het NH duinreservaat in relatie tot betredingen. *IvM werknota* 20. 22p.

- Mc. Atee, J.W. & D.L. Drawe 1980. Human impact on beach and for vegetation of North Pasture Island Texas. *Environmental Management* 4 (6): 527-538.
- McLay, C.L. 1973. Windblown dust as a source of nutrients for aquatic plants. *Environmental Pollution* 5 (3): 173-180.
- Miles, J. 1973. Natural recolonization of experimentally bared soil in Callunetum in north-east Scotland. *J.Ecol.* 61: 399-412.
- Miles, J.A. 1978. Soil compaction produced by logging and residue treatment. *Trans.Am.Soc.Agric.Eng.* 21 (1): 60-62.
- Miller, G.R. & J. Miles 1970. Regeneration of heather (*Calluna vulgaris*) at different ages and seasons in north-east Scotland. *J.Appl.Ecol.* 7: 51-60.
- Naylor, M.C. 1977. The impact of recreation on the vegetation and soils of Kinder Scout, Derbyshire. Univ.College, London. 37p.
- Njos, A. 1978. Effects of tractor traffic and liming on yields and soil physical proportion of a silty clay loam soil. *Meld. Nor. Landbruks-hogsk.* 57 (24): 1-26.
- Odzuck, W. 1978. Authropogene Veränderungen eines Moorökosystem durch Erholungsuchenden. *Nat.u.Landschaft* 53 (6): 192-194.
- Ohtomo, K., N. Tomiya, Y. Mino & R. Sakai 1979. Effect of soil compaction on the early growth of herbage plants. *Res.Bull.Obihiro Univ.* 11 (3): 491-497.
- Pathak, B.S., P.K. Gupta & V. Mahajan 1976. Effect of soil compaction on seedling emergence. *J.Res.Punjab Agric.Univ.* 13: 35-47.
- Pollard, F. & R. Webster 1978. The persistence of the effects of simulated tractor wheeling on sandy loam subsoil. *J.Agric.Eng.Res.* 23 (2): 217-220.
- Pollard, F. & J.G. Elliot 1978. The effect of soil compaction and method of fertilizer placement on the growth of barley using a concrete track technique. *J.Agric.Eng.Res.* 23 (2): 203-216.
- Raghavan, G.S.V., E. McKyes, F. Taylor, P. Richard, E. Douglas, S. Negi & A. Watson 1979. Corn yield affected of wheel compaction in a dry year. *Ca.Agric.Eng.* 21 (1): 27-29.
- Raghavan, G.S.V. & E. McKyes 1978. Effect of vehicular traffic on soil moisture content in corn (maize)plots. *J.Agric.Eng.Res.* 23 (4): 429-439.
- Raghavan, G.S.V., E. McKyes & B. Beaulieu 1978. Clay soil compaction due to wheel slip. *Trans.Am.Soc.Agric.Eng.* 21 (4): 646-649.
- Raghavan, G.S.V., E. McKyes, G. Gendron, B. Borglun & H.H. Le 1978. Effects of soil compaction on development and yield of corn (maize). *Can.J.Plant Sci.* 58 (2): 435-443.
- Rees, J. & J. Tivy 1978. Recreational impact in Scottish Lochshore wetlands. *J. of Biogeogr.* 5 (1): 93-108.
- Seely, M.K. & W.J. Hamilton III 1978. Durability of vehicle tracks on three Namib desert substrated. *S.Afr.J.Wildl.Res.* 8 (3): 107-111.
- Smittle, D.A. & R.E. Williamson 1977. Effect of soil compaction on nitrogen and water use efficiency, root growth, yield and fruit shape of pickling cucumbers. *J.Am.Soc.Hortic.Sci.* 102 (6): 822-825.

- Smittle, D.A. & R.E. Williamson 1978. Modification of cucumber response to seed grading and nitrogen source by soil compaction. *J.Am.Soc. Hortic.Sci.* 103 (4): 439-441.
- Somsak, L., F. Kubicek, I. Haberova & E. Majzlanova 1979. The influence of tourism upon vegetation of the High Tatras. *Biologia* 34 (7): 571-582.
- Sluijs, P. van der & J.M.M.Th. Houben 1978. Bewortelbaarheid van grond. *Landbouwkundig Tijdschrift* 90 (9): 340-344.
- Taylor, H.M., J.J. Parker & G.M. Roberson 1966. Soil strenght and seedling emergence relations. II. A generalized relation for Graminae. *Agron.J.* 58: 393-395.
- Trew, M.J. 1973. The effects and management of trampling on coastal sand dunes. *J.Environ.Planning & Pollut.Control* 1 (4): 1-121.
- Voorhees, W.B., R.A. Young & L. Lyles 1979. Wheel traffic consideration in erosion research. *Trans.Am.Soc.Agric.Eng.* 22 (4): 786-790.
- Weaver, T. & D. Dale 1978. Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forests. *J.Appl.Ecol.* 15 (2): 451-457.
- Whisler, F.D., C.F. Engle & N.M. Baugham 1965. The effects of soil compaction in nitrogen transformation in the soil. *Bull.W.Va.Univ. Agric.Exp.Stn.* 516T.
- White, J.M. 1978. Soil preparation effects on compaction carrot yield and root characteristics in organic soil. *J.Am.Soc.Hortic.Sci.* 103 (4): 433-435.
- Wilshire, H.G., J.K. Nakata, S. Shipley & K. Prestegaard 1978. Impacts of vehicles on natural terrain at seven sites in San Francisco Bay area. *Environ.Geol.* 2 (5): 295-319.

Weinreich, J.A. 1981. Onderzoek naar de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. 4. Ingreep-effect relaties tussen militaire oefeningen en het natuurlijk milieu. RIN-rapport 81/26. RIN, Leersum.
=====

ERRATA

In de tekst van bovengenoemd rapport zijn tot onze spijt de volgende storende fouten geslopen.

titelpagina: toevoegen RIN-rapport 81/26.

inhoudsopgave: Het Voorwoord is vervallen.

p. 3: Figuur 2.1 vervangen door bijgaande figuur.

p. 23: De foto van Foto 3.3 behoort niet bij het onderschrift. De juiste foto is met de bijbehorende tekst hieronder afgedrukt.

p. 40: In figuur 4.8 is de horizontale as: de relatieve bedekking na 8 jaar; de verticale as: de relatieve bedekking 1 jaar na betreding.



Foto 3.3 Stellingplaats van luchtafweergeschut. De vegetatie is duidelijk door de betreding en berijding beïnvloed. Normaal gesproken zijn deze opstelplaatsen beperkt tot enkele vaste locaties.

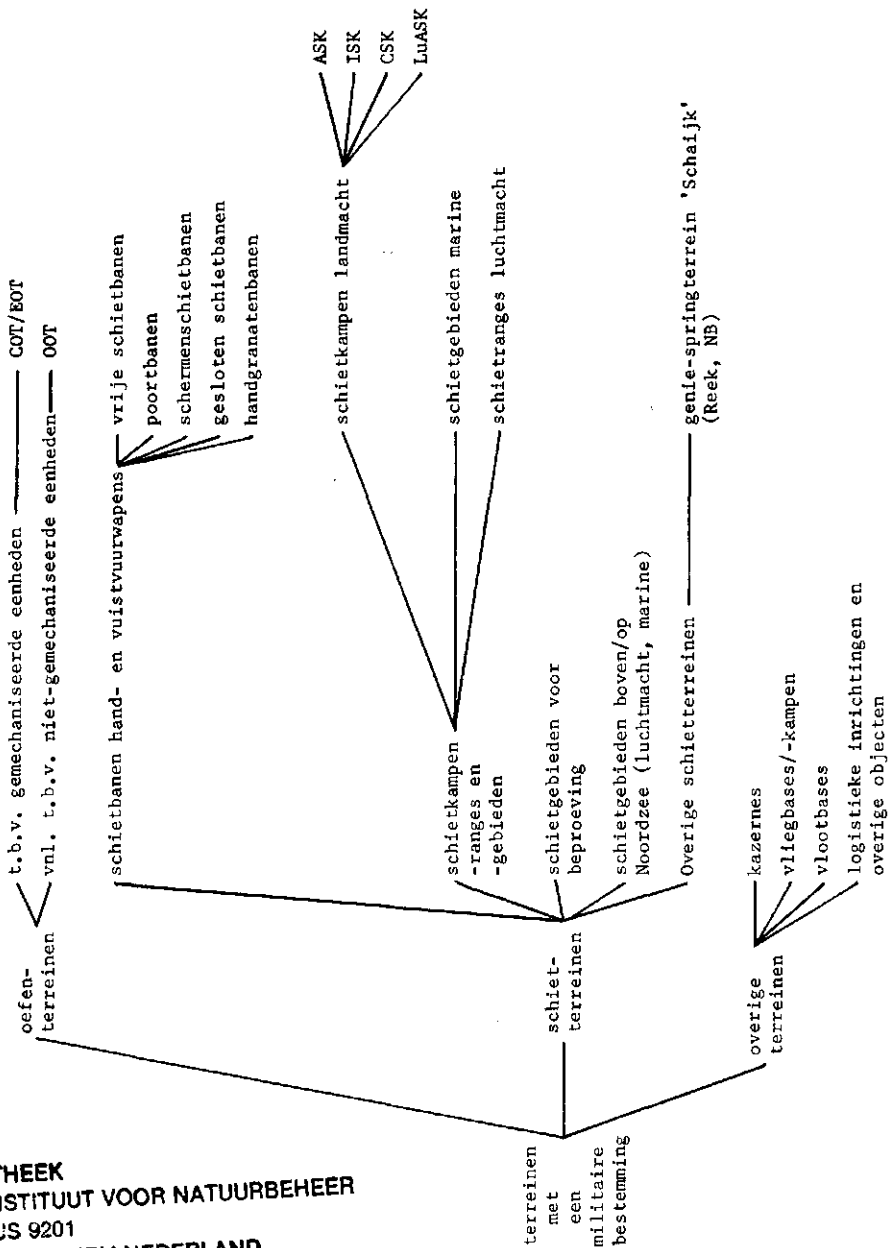
[illegible]

Fig. 2.1. Categoriën militaire terreinen

- 1) Een motivering van deze selectie is te vinden in het 'Ten geleide'
- 2) Het onveilig zijn van de zones boven zee houdt in dat deze zones permanent zijn gesloten voor overige activiteiten
- 3) Het ruimtebeslag is niet aan te geven, o.m. vanwege het regelmatige voorkomen ervan op overige militaire terreinen. Het SMT geeft hiervan evenmin een volledig beeld.