

# Invloed begrazingsregime op mestkevers

Velserbroek, 30 mei 2006

Opdrachtgever: Rienk Slings

In naam van: PWN

Rijksweg 501

1991 AS Velserbroek

Opdrachtnemer: Annika de Ridder

Studente Hogeschool InHolland Delft

Kalfjeslaan 2

2623 AA Delft

## Voorwoord

Ondanks het feit dat ik persoonlijk niets met insecten heb, ben ik naarmate het onderzoek vorderde met steeds groter enthousiaste gaan werken. Van het zoeken buiten in de hagel, naar de binoculair op zolder in Fochteloo naar de heerlijke voorjaarsdagen in de duinen, is dit rapport het uiteindelijke resultaat.

Graag wil ik alle mensen die mij tijdens dit onderzoek geholpen hebben bedanken. Rienk Slings, voor de interessante opdracht, Marijn Nijssen - van stichting Bargerveen – voor de determinatieliteratuur, Guido Keijl voor het helpen zoeken naar mestkevers, Hans Huijbregts – en de referentie collectie van Naturalis - voor gegevens over mestkevers en de controle op mijn determinatie. En alle medewerkers van PWN die – soms met enige afstandelijkheid voor mestkevers – toch altijd enthousiast naar het onderzoek waren.

Ik wens u allemaal veel leesplezier.

# Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	4
2. Materiaal en methoden .....	6
2.1 Mestkevers .....	6
2.2 Onderzoeksgebied .....	9
2.3 Monstermethodes .....	10
3. Resultaten .....	12
3.1 Invloed begrazingseenheid .....	14
3.2 Invloed diersoort .....	15
3.3 Invloed vee samenstelling .....	16
3.4 Invloed begrazingsregime .....	17
3.5 Regenwormen en pissebedden .....	17
3.6 Andere organismen .....	18
4. Discussie.....	20
5. Conclusie .....	22
5. Aanbevelingen:.....	24
Bijlage I    Kaarten PWN beheerde duingebieden .....	26
Bijlage II    Mestkever monster formulier .....	28
Bijlage III    Coördinaten potvallen .....	29
Bijlage IV    Waargenomen mestkeversoorten .....	30

## Samenvatting

Het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland (PWN) beheert onder andere het Noordhollands Duinreservaat in opdracht van de provincie Noord-Holland. De natuurlijke grazer van de duingebieden – het konijn – is sinds ca 1990 in aantallen drastisch teruggelopen. Om te voorkomen dat er planten of dieren die afhankelijk zijn van begraasde duinen uitsterven, wordt begrazing met gedomesticeerde dieren toegepast. Verschillen tussen begrazingsprojecten zijn van invloed op de verschillende soorten mestafbrekende organismen. Met dit onderzoek wordt gekeken of de kenmerken diersoort, diersamenstelling en begrazingsregime van invloed zijn op de aanwezige soorten en aantallen mestkevers.

Van alle begrazingseenheden in het Noordhollands Duinreservaat zijn 6 gebieden uitgekozen waar voor dit onderzoek werd bemonsterd. Bij de uitvoering van het onderzoek is van twee monstermethodes gebruik gemaakt. Een handmatige monstermethode en één met behulp van potvallen. Per begrazingseenheid werd een zelfde aantal mestafzettingen bemonsterd.

De gegevens voor dit onderzoek zijn verzameld in de periode van 17 februari tot 3 mei 2006. Tijdens het onderzoek zijn 9 mestkeversoorten waargenomen. Al deze soorten zijn in 3 genera in te delen, te weten *Aphodius*, *Onthophagus* en *Geotrupes*. Alle waargenomen larven behoren tot het genus *Aphodius*.

Gedurende de eerste week van april is voor een aantal mestkeversoorten een sterke toename in activiteit te zien. Begin april zijn *A. ater*, *A. fossor*, *O. coenobita* en *O. similis* ook voor het eerst sinds de start van het onderzoek waargenomen. Verder is er bij *A. fimetarius* en *A. sphaelatus* een sterke stijging in de activiteit te zien.

De eerste hypothese stelde dat er andere soorten mestkevers op konijnenmest werden aangetroffen, dan op mest van de gedomesticeerde grazers. Tijdens het onderzoek zijn er bij konijnenmest *A. paykulli* en *O. similis* waargenomen. Beide soorten zijn ook bij gedomesticeerde grazers waargenomen. Verder blijkt dat de tweede hypothese die stelde dat het aantal mestkeversoorten niet zou verschillen tussen konijnen en rundermest niet werd bevestigd. Er werden grote verschillen aangetroffen in het aantal waargenomen keversoorten bij konijnen en runderen.

In begrazingseenheden met gemengde begrazing (paarden en runderen) zijn meer individuen en meer mestkeversoorten aangetroffen dan in begrazingseenheden waar één diersoort voor begrazing word ingezet. De vierde hypothese die stelde dat er minder individuen en minder mestkeversoorten in seizoen begraasde eenheden zouden worden aangetroffen werd niet bevestigd. In begrazingseenheden met seizoensbegrazing zijn meer individuen en meer mestkeversoorten waargenomen, dan in begrazingseenheden met permanente begrazing

# 1. Inleiding

De opleiding Dier- en veehouderij aan Hogeschool InHolland Delft wordt afgesloten met een afstudeeropdracht. De student voert in een periode van 20 weken zelfstandig een opdracht voor een bedrijf uit. Dit rapport heeft betrekking op de afstudeeropdracht naar het voorkomen van mestkevers in begraasde duinen bij PWN.

Het voormalig Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland (PWN) beheert een aantal natuurgebieden voor de provincie Noord-Holland. Dit zijn het Noordhollands Duinreservaat, een gedeelte van Nationaal Park Zuid-Kennemerland en nog een paar kleinere gebieden. De natuurlijke grazer van deze duingebieden – het konijn – is sinds ca 1990 in aantallen drastisch teruggelopen. Om te voorkomen dat er planten of dieren die afhankelijk zijn van begraasde duinen uitsterven, wordt begrazing met gedomesticeerde dieren toegepast. Om praktische of historische redenen vindt begrazing plaats in een groot aantal afzonderlijke deelgebieden. Verschillen tussen de begrazingsprojecten hebben te maken met de diersoort, diersamenstelling en het begrazingsregime. Er zijn begrazingsprojecten met paarden, runderen, schapen en geiten. Andere verschillen tussen de begrazingsprojecten zijn de oppervlakte van het gebied, duinzone, vegetatiestructuur, startdatum en duur van de begrazing.

Al deze verschillen tussen de begrazingsprojecten zijn waarschijnlijk van invloed op de verschillende soorten mestafbrekende organismen. Met dit onderzoek wordt gekeken of de kenmerken diersoort, diersamenstelling en begrazingsregime van invloed zijn op de aanwezige soorten en aantallen mestkevers. Er is voornamelijk gekeken naar de verschillende mestkeversoorten, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de larven en de volwassen organismen. Daarnaast is er ook naar andere mestafbrekende organismen gekeken.

Het doel van dit onderzoek is om een betere beheeradvisering ten aanzien van het inzetten van begrazing als beheerinstrument mogelijk te maken. Daarbij staat vooral het faunabevorderende aspect in dit onderzoek centraal. Behalve mestafbraak kunnen de mestorganismen ook een belangrijke voedselbron vormen voor andere, soms bedreigde, diindieren. De doelstelling die hierbij geformuleerd is luidt: onderzoek de invloeden die de verschillende begrazingsregimes hebben op de aanwezigheid en talrijkheid van mestkeversoorten.

Om de doelstelling van het onderzoek te kunnen nastreven is er ook een probleemstelling en een aantal hypothesen opgesteld. De probleemstelling luidt: welke kenmerken van begrazingsprojecten hebben de meest positieve invloed op de aanwezigheid van mestorganismen? Deze probleemstelling is vrij algemeen en daarom zijn er specifieke hypothesen opgesteld. Hierdoor waren alle facetten apart te toetsen. De hypothesen luiden:

1. Er wordt verwacht dat er andere soorten mestkevers op konijnenmest wordt aangetroffen, dan op mest van de gedomesticeerde grazers.
2. Het aantal mestkeversoorten zal niet verschillen tussen konijnen en rundermest.
3. In de begrazingseenheden met gemengde begrazing (paarden en runderen) zullen meer individuen en meer mestkeversoorten aangetroffen worden dan in begrazingseenheden waar één diersoort voor begrazing wordt ingezet.
4. In begrazingseenheden met seizoensbegrazing zullen minder individuen en minder mestkeversoorten worden aangetroffen, dan in begrazingseenheden met permanente begrazing.

In hoofdstuk 2 is eerst de basis informatie over begrazing en mestkevers weergegeven. Vervolgens wordt er een beschrijving gegeven van het onderzoeksgebied en de onderzoeksmethode. Na de verwerking van de gegevens wordt in de resultaten vermeld welke soorten en aantallen mestkevers er waargenomen zijn. De invloed van de drie factoren is per variabele uitgewerkt. Verder zullen de overige organismen worden behandeld. Hierna volgen de hoofdstukken discussie en conclusie en tot slot de aanbevelingen.

## 2. Materiaal en methoden

Aan de hand van literatuur is een beschrijving gemaakt van begrazing in natuurgebieden. Molenaar (1996) schrijft dat het weiden van vee in terreinen die nu als natuurgebied worden beschouwd, in Nederland een lange geschiedenis heeft. Gedurende de eerste helft van de twintigste eeuw werd er geen beweiding met behulp van vee in natuurgebieden toegepast. De natuurbeschermers van die tijd hadden andere opvattingen over natuurbeheer, dan tegenwoordig. Een voorbeeld hiervan is de gedachte dat de heide behouden kon door niets te doen. Dit is begrijpelijk, omdat historische beweiding tot dan toe veelal als overbegrazing gekwalificeerd zou moeten worden. In 1945 bepleitte Westhoff om bij wijze van proef in enkele grote natuurgebieden begrazing in te voeren om de kwijnende vegetatie - in het bijzonder de korte vegetatie - te herstellen. Pas in de jaren zestig wordt begrazing als natuurtechnisch beheers- en natuurontwikkelinginstrument ingezet. De laatste twintig jaar heeft begrazing met vee als alternatieve vorm van regulier terreinbeheer een grote vlucht genomen. In 1982 waren er ongeveer 80 begraasde terreinen. De relatief lage kosten van begrazingsbeheer lijken hierbij mede een rol te hebben gespeeld. (Molenaar, 1996)

Onder begrazingsbeheer wordt verstaan 'het gebruik van grote herbivoren in het beheer van natuurterreinen, met het oogmerk bepaalde open vegetatietypen of gedifferentieerde vegetatiestructuren dan wel gevarieerde landschappen te ontwikkelen en/of in stand te houden'. Bij begrazingsbeheer kan gebruik worden gemaakt van wilde grote grazers en gedomesticeerde grote grazers. De voorkeur gaat uit naar rassen die worden gekenmerkt door een hoge mate van zelfredzaamheid. Molenaar omschrijft deze dieren als 'sobere en geharde rassen die met minder hoogwaardige en minder verteerbaar voedsel toe kunnen en vooral naar verhouding weinig verzorging nodig hebben'. (Molenaar, 1996)

Bij de introductie van begrazingsbeheer is vaak uitgegaan van vrij algemene en daardoor moeilijk evalueerbare visies en doelstellingen. Meestal richten deze zich op het bevorderen van een zekere variatie in het landschap. Het gaat daarbij om het instandhouden of bereiken van een zekere afwisseling van korte, open vegetaties en hogere, meer gesloten vegetaties en allerlei overgangen daartussen. Daarnaast werd verwacht dat begrazing leidt tot een toename van de biodiversiteit. (Molenaar, 1996) De verschraling van graslanden in natuurbeheer wordt waargenomen via de vegetatie. Nadelen hiervan hebben te maken met de tijdsduur voordat de gevolgen worden waargenomen en de eenzijdigheid van de waarnemingen. Ongewervelden kunnen ook worden gebruikt om de verschraling door begrazing te monitoren. Voordelen van deze groep organismen hebben te maken met de snelle verloop (korte levenscyclus), grote diversiteit en de belangrijke rol die zij spelen in de voedselketen. Doordat er weinig bekend is op het gebied van identificatie, observatie, verzamelen en tellen bij beheerders, worden ongewervelden nauwelijks betrokken in natuurbeheer. (Siepel, 1987) Tegenwoordig worden vlinders en libellen wel bij natuurbeheer betrokken.

### 2.1 Mestkevers

Dit onderzoek richt zich voornamelijk op mestkevers en mestafbrekende organismen. Al deze organismen zijn ongewervelden. De Arthropoda – ofwel geleedpotigen - zijn onder te verdelen in verschillende klassen, namelijk de insecten, duizendpoten, miljoenpoten en de pissebedden. De insectenordes zijn opgesteld aan de hand van mond- en vleugelkenmerken. De Endopteriigota – waaronder de kevers vallen – kenmerken zich doordat de dieren een volledige metamorfose ondergaan met popstadium. Wereldwijd zijn er 300.000 keversoorten,

binnen Europa 20.000 en binnen Nederland ongeveer 4.000 soorten. Kevers hebben altijd bijtende monddelen en ogen die goed ontwikkeld zijn. (Harde, 1989)

Binnen de kevers zijn weer verschillende infra-orde, waaronder de Scarabaeidae ofwel de bladsprietkevers. Hieronder vallen ook de mestkevers. In Midden-Europa zijn 49 geslachten en 218 mestkeversoorten bekend. Karakteristiek voor de mestkevers zijn de voelspriet, waarvan de uiteindes kam- of knotsvormig zijn. Mestkevers hebben korte krachtige poten met tanden aan de buitenrand van de voorschouwen. De mestkeverlarven worden engerlingen genoemd en leven in de grond van plantenwortels, plantenaafval of mest. (Anonymus, 2005; Harde, 1989) Na de metamorfose ontstaat de volwassen mestkever (Afb. 1).



Afb. 1: 3 stadia mestkever

Tijdens het onderzoek zijn verschillende mestkeversoorten waargenomen. Al deze soorten zijn in 3 genera in te delen: Aphodius, Onthophagus en Geotrupes. Hier volgt een beknopte beschrijving per genera en een foto per soort.

### **Aphodius**

Aphodius zijn kleine tot middelgrote mestkevers. Aan de bovenkant zijn de Aphodius soorten niet behaard. De vleugels zijn meestal geel met donkere vlekken of rood. Kop en halsschild zijn donkergekleurd. De voelspriet zijn 9-delig en de vleugels hebben 10 gepunteerde strepen. De kevers hebben 6 buiksegmenten, waarvan er vaak slechts 5 zichtbaar zijn. Aphodius zijn mestkevers, die de eieren in de mest afzetten. (Klausnitzer, 1996) De meeste mestkevers van het genus Aphodius overwinteren in een volwassen stadium. (Gittings, 1997) Van het genus Aphodius zijn de volgende mestkeversoorten waargenomen:

*A. sphaelatus* lijkt sterk op de *A. prodromus*. Beide mestkevers zijn ongeveer 6 mm groot en hebben bruin gevlekte dekschilden (Afb. 2). Het verschil tussen deze soorten is dat de *A. prodromus* enkel bruine vlakken heeft aan de zijkanten van het halsschild, terwijl de *A. sphaelatus* ook aan de vleugelzijde van het halsschild lichte vlekken heeft. *A. sphaelatus* is het meest actief in de periode februari tot juni, maar ook in de maanden september en oktober is een kleine piek te zien in activiteit.



Afb. 2: *A. sphaelatus*

*A. paykulli* is ongeveer 5 mm groot. Deze mestkeversoort kenmerkt zich door het geheel zwarte kop en halsschild en de tekening op de dekschilden. *A. paykulli* komt algemeen voor in Midden-Europa en is actief van oktober tot mei. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)

*A. ater* is ongeveer even groot als *A. sphaelatus* en *A. prodromus*. Deze geheel zwarte mestkever komt algemeen voor in geheel Europa. In de periode april tot juni is *A. ater* het meest actief. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)

*A. fimetarius* is erg goed herkenbaar aan de rode dekschilden en de rode vlekken op de schouders van het halsschild (Afb. 3). *A. fimetarius* is ongeveer 9 mm groot. Deze mestkeversoort is vrijwel het gehele jaar actief. Het is een zeer algemene mestkeversoort in Midden-Europa en Nederland. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)



Afb. 3: *A. fimetarius*

*A. fossor* is ongeveer 13 mm groot en komt in twee kleurvarianties voor. Zowel de geheel zwarte *A. fossor* als de variant met de rood gevlekte dekschilden zijn waarschijnlijk het meest



actief in het voorjaar. *A. fossor* komt algemeen voor in Midden-Europa. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)

### **Onthophagus**

Mestkevers die tot dit genus behoren zijn kleine tot middelgrote kevers, waarvan de kopvorm en kleuren sterk variëren. De mannelijke en vrouwelijke mestkevers zijn van elkaar te onderscheiden doordat de mannelijke kever een hoorn of knobbel op het kopschild heeft. De vrouwelijke kever heeft een of twee dwarslijsten op de poten. De voelsprietten zijn 9-delig en de vleugels hebben 8 strepen. *Onthophagus* mestkevers graven gangen in de aarde, waar aan het eind de broedkamers worden gemaakt. In deze broedkamers worden de eieren in zogenaamde mestproppen afgezet. Na 30 dagen ontwikkelen de larven zich tot poppen, waar na 14 dagen de volwassen mestkever uit komt. (Klausnitzer, 1996) De volgende twee soorten zijn waargenomen:



Afb. 4: *O. similis*

*O. similis* is de kleinere variant van de waargenomen *Onthophagus* mestkevers en te herkennen aan de vorm van het halsschild en de donker gevlekte dekschilden (Afb. 4). De vrouwelijke dieren zijn ongeveer 6 mm groot en de mannelijke dieren 7 mm. *O. similis* komt voornamelijk voor op zandgronden. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)



Afb. 5: *O. coenobita*

*O. coenobita* heeft glimmende groenpaarse kop en halsschild en heeft lichtbruine dekschilden (Afb. 5). De vrouwelijke dieren zijn ongeveer 8 mm groot en de mannelijke dieren ongeveer 9 mm. *O. coenobita* komt verspreid door Midden-Europa voor. De mannelijke dieren zijn van de vrouwelijke dieren te onderscheiden, doordat de man een knobbel op het kopschild heeft. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)

### **Geotrupes**

*Geotrupes* zijn grote mestkevers met een bolle rugvorm. De voelsprietten zijn 11-delig en er zijn 6 zichtbare buiksegmenten. De achterschenen hebben 2 volledige en een halve dwarslijst. *Geotrupes* boren direct onder de mest gangen in de grond, waarin ze de eieren met een mestvoorraad afzetten. (Klausnitzer, 1996; Huijbregts, 2006) Van dit genus zijn de volgende mestkeversoorten waargenomen:

*G. spiniger* heeft 7 gepunteerde strepen op de dekschilden en onbehaarde buiksegmenten waarbij er wel haren aan de rand aanwezig zijn. Deze mestkeversoort komt verspreid door Midden-Europa voor. De vrouwelijke dieren zijn ongeveer 23 mm groot en de mannelijke dieren 25 mm. *G. spiniger* is het gehele jaar actief, met een piek in de periode juli tot oktober. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)



Afb. 6: *G. stercorarius*

*G. stercorarius* heeft net als de *G. spiniger* 7 gepunteerde strepen op de dekschilden en te herkennen aan de gelijkmatig gepunteerde en behaarde buiksegmenten. De vrouwelijke dieren zijn ongeveer 23 mm groot en de mannelijke dieren 29 mm (Afb. 6). *G. stercorarius* is een algemene soort in West-Europa. (Bunalski, 1999; Huijbregts, 2006)

Verder zijn er tijdens het onderzoek een aantal bijzondere waarnemingen gedaan. Steekproefsgewijs zijn er enkele engerlingen levend verzameld (Afb. 7). Een aantal van deze levend verzamelde mestkeverlarven hebben zich na een aantal weken verpopt naar het volwassen stadium. De metamorfose naar volwassen mestkever duurt een aantal weken. Het grote voordeel van deze metamorfose was dat volwassen mestkevers wel te determineren zijn, terwijl dit voor de larve bijna onmogelijk was. De determinatie van de mestkeverlarven werd bemoeilijkt, doordat er geen referentie materiaal was en er enkel met beschreven kenmerken gewerkt kon worden.



Afb. 8: mestkever predator



Afb. 7: engerling

Een andere waarneming liet duidelijk zien dat er ook op mestkevers gejaagd wordt door andere insecten. De larve van een andere kever (Afb. 8) is een predator die door de bodem en mest kruipt. Meerdere malen werd zo een larve aangetroffen met een *Aphodius sphacelatus* of een mestkeverlarve tussen de kaken.

## 2.2 Onderzoeksgebied

De gegevens voor dit onderzoek zijn verzameld in de periode van 17 februari 2006 tot 3 mei 2006. Het onderzoeksgebied beslaat het duingebied tussen Bergen en Wijk aan Zee, welke het Noordhollands Duinreservaat omvat. Dit gebied wordt door PWN in opdracht van de provincie Noord-Holland beheerd. De begrazingseenheden in Nationaal Park Zuid-Kennemerland werden niet bij het onderzoek betrokken. Zie bijlage I voor een overzicht van de begrazingseenheden.

Van alle begrazingseenheden in het Noordhollands Duinreservaat zijn 6 gebieden uitgekozen waar voor dit onderzoek werd bemonsterd. Al deze gebieden worden langer dan 6 jaar begraasd door dieren die in principe niet onder medische behandeling zijn – er worden dus geen wormmiddelen gebruikt. Verder hebben de uitgekozen begrazingseenheden de volgende kenmerken:

- 2) Buizerdvlak wordt permanent begraasd door runderen.
- 3) De Limiet wordt permanent begraasd door schapen.
- 4) Vogelduin wordt permanent begraasd door een (wilde) konijnenpopulatie.
- 5) Crauwelsland wordt permanent begraasd met zowel runderen als paarden.
- 6) Vennewater-Zuid wordt met paarden in seizoensbegrazing gehouden.
- 7) De Rellen wordt met runderen in seizoensbegrazing gehouden.

Er is onderscheid gemaakt tussen een aantal begrazingskenmerken, te weten: de veesoort, veesamenstelling en het begrazingsregime. De eventuele invloeden die deze kenmerken hebben op de aanwezigheid van mestorganismen werd tijdens dit onderzoek onderzocht. Voor de overige kenmerken die van invloed kunnen zijn op de resultaten werden zoveel mogelijk uniforme omstandigheden bij het bemonsteren gezocht. Deze kenmerken hebben betrekking op veedichtheid, duinzone, vegetatiestructuur, startdatum en duur van de begrazingsprojecten. Al deze factoren werden zo uniform als mogelijk gehouden. Zo worden de begrazingseenheden langer dan 6 jaar begraasd. De groot vee eenheid (GVE) varieert van 0,07 tot 0,7 GVE per hectare. Ook wordt de invloed van eventuele wormenkuren of andere medicijnen die de dieren krijgen toegediend niet betrokken bij dit onderzoek. Het aantal konijnen in begrazingseenheden met gedomesticeerde grazers is verwaarloosbaar.

## 2.3 Monstermethodes

Bij de uitvoering van het onderzoek is van twee monstermethodes gebruik gemaakt. De eerste methode vond steekproefsgewijs plaats, door middel van handmatig bemonsteren van mestafzettingen. Per begrazingseenheid werd een zelfde aantal mestafzettingen bemonsterd. De handmatige bemonstering houdt in dat de mestafzettingen werden onderzocht op aanwezigheid van mestorganismen. Er werd hierbij gebruik gemaakt van een mestkever monster formulier (Bijlage II). Alle mestafzettingen waarin mestkevers werden waargenomen zijn genoteerd en in een database verwerkt. Mestafzettingen die geen mestkevers, regenwormen of pissebedden bevatten, maar wel andere organismen zijn niet genoteerd.

Bij de tweede methode werd gebruik gemaakt van potvallen. Er zijn 24 potvallen geplaatst, 4 potvallen per begrazingseenheid. De potvallen werden geplaatst op stukken grasland waar de grazers frequent aanwezig waren en diverse mestafzettingen werden aangetroffen. Een potval is een kunststof pot met een inhoud van 1,25 liter en een bovendiameter van 12 cm. Deze potten werden tot de bovenrand ingegraven en gevuld met een laag 3,5% formalineoplossing. Hierin werd een scheutje afwasmiddel gedaan om de oppervlakte spanning te verlagen, zodat de gevangen dieren niet bleven drijven. Als remedie tegen inregenen wordt wel geadviseerd de bodem van de pot te perforeren (Pukowski, 1933), maar uit eerdere onderzoeken blijkt dit niet afdoende bij zware regenval. Het is beter om de val te voorzien van een afdakje. Boven elke potval werd een afdakje op 2 cm hoogte geplaatst (Afb. 9). Deze afdakjes voorkwamen naast verdunning door regen ook dat de grazers in de gebieden in contact kwamen met de formalineoplossing.

Volgens Siepel (1987) zijn oppervlakte macrofauna – zoals kevers, spinnen en mieren – met potvallen goed te bemonsteren. Ook hij gebruikte potvallen gevuld met een 3cm laag 4% formaline oplossing voor bemonstering. Hij plaatste 3cm boven de rand van de potval een dakje tegen verdunning door regenwater.



Afb. 9: potval met afdak

De potvallen werden elke week gecontroleerd en geleeagd. De exacte locaties van de potvallen werden vastgelegd met een GPS systeem (Bijlage III). Alle gevangen organismen werden bij de potvalmethode geteld, maar alleen de mestkevers werden gedetermineerd.

Gedode dieren kunnen worden geprepareerd. Wanneer ze niet direct geprepareerd worden, kunnen de dieren bewaard worden in een vriezer of 70% ethanol. De kevers blijven in deze toestand zeer lange tijd soepel en te prepareren. (Pukowski, 1933) Alle mestkevers die in de potvallen werden gevangen, werden in een 70% alcoholoplossing geprepareerd. Door middel van etiketten zijn de verzamelgegevens aan elk dier gekoppeld. Etiketteren wordt wel gezien als het meest belangrijke onderdeel bij het verzamelen van kevers. Met behulp van een etiket worden relevante gegevens over de plaats, de tijd en andere bijzonderheden verbonden aan de vondst. Zonder gegevens is een geprepareerde kever zo goed als waardeloos. Elke goed geëtiketteerde kever is van wetenschappelijk belang of kan dat in de toekomst zijn. Het is daarom van groot belang om een goede administratie bij te houden. (Schilthuizen, 1998)

Aan de hand van een determinatiesleutel werden de verschillende mestkeversoorten onderscheiden. De hieruit voortkomende gegevens zijn in een database (Excel) verwerkt. Later werden deze gegevens overgezet naar het computerprogramma SPSS, zodat er statistische bewerkingen op uitgevoerd konden worden. Bij deze statistische bewerkingen is gebruik gemaakt van de Chikwadraat methode. (Zar, 1984)

Tijdens het onderzoek zijn de mestkevers die in de potvallen gevangen werden gedetermineerd. Alle overige organismen zijn gesorteerd en geëtiketteerd. Deze organismen werden verder niet meer voor dit onderzoek gebruik en doorgestuurd naar diverse specialisten.

### 3. Resultaten

In totaal zijn er 2562 monsters genomen, waarvan 162 met behulp van potvallen en 2400 afkomstig van handmatige monsters. Per begrazingseenheid zijn er ongeveer evenveel monsters genomen (Tabel A). In 16,5% (423 van 2562 in totaal) van de monsters zijn mestkevers aangetroffen. De meeste waarnemingen zijn in Vennewater-Zuid gedaan 27% (115 van 428) van de monsters in dit gebied bevatten mestkevers. In Buizerdvlak werd in 27% (114 van 428) en in Crauwelsland 26% (111 van 424) van de monsters mestkevers waargenomen. De kleinste percentages mestkevers in de monsters werden waargenomen in Vogelduin 3% (11 van 428), gevolgd door de Limiet met 6% (27 van 426) en de Rellen 11% (45 van 428 monsters in totaal).

Begrazingseenheid	Potval	Handmatig	Totaal
<b>Buizerdvlak</b>	28	400	428
<b>Vennewater-Zuid</b>	28	400	428
<b>Vogelduin</b>	28	400	428
<b>De Limiet</b>	26	400	426
<b>Crauwelsland</b>	24	400	424
<b>De Rellen</b>	28	400	428
<b>Totaal:</b>	<b>162</b>	<b>2400</b>	<b>2562</b>

*Tabel A: aantal monsters per gebied.*

In totaal zijn er tijdens dit onderzoek 17.299 organismen waargenomen in de begrazingseenheden. Het aandeel mestkevers – zowel de larven als de volwassen kevers – bestond uit 10% (1774 van de 17.299 in totaal). Met de handmatige monstermethode zijn meer mestkevers (1676) waargenomen dan met de potval methode (96).

In de maand april zijn de meeste mestkevers waargenomen (1203 in april). In februari zijn het minste aantal mestkevers waargenomen (9 in februari). Verder zijn in maart 261 mestkevers en in mei 301 mestkevers waargenomen.

Wanneer het aantal waargenomen mestkevers per dag bekeken wordt, blijkt dat in mei de meeste mestkevers zijn waargenomen (151 mestkevers per dag). In april werden 134

Waargenomen mestkeversoorten	Larven	Volwassen kevers	Totaal
<b>Aphodius</b>	466	74	540
<b>Aphodius fimetarius</b>	--	235	235
<b>Aphodius sphaelatus</b>	--	455	455
<b>Aphodius paykulli</b>	--	79	79
<b>Aphodius ater</b>	--	289	289
<b>Aphodius fossor</b>	--	86	86
<b>Geotrupes</b>	--	2	2
<b>Geotrupes spiniger</b>	--	1	1
<b>Geotrupes stercorarius</b>	--	1	1
<b>Onthophagus similis</b>	--	11	11
<b>Onthophagus coenobita</b>	--	75	75
<b>Totaal:</b>	<b>466</b>	<b>1318</b>	<b>1774</b>

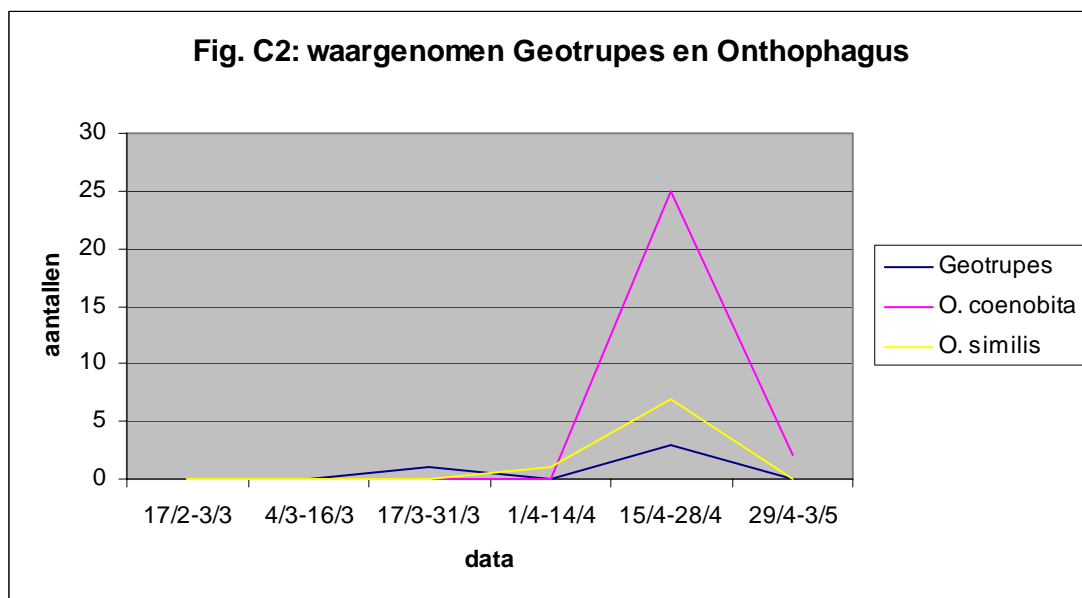
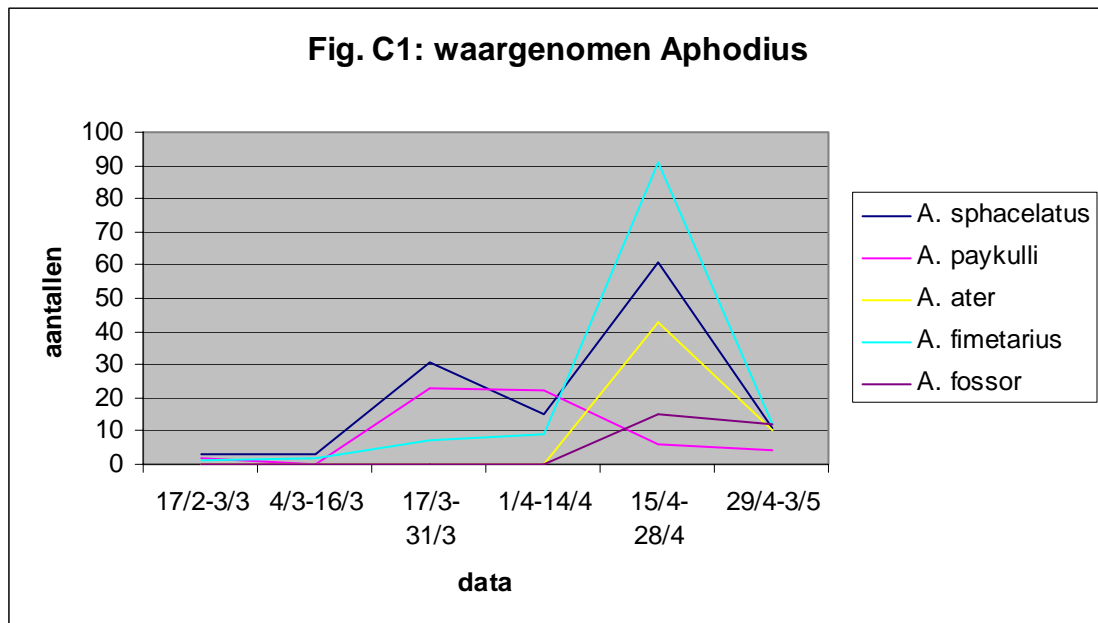
*Tabel B: aantallen waargenomen mestkeversoorten.*

mestkevers per dag waargenomen, gevolgd door maart met 29 mestkevers per dag. De minste mestkevers per dag zijn in februari waargenomen (9 per dag). Op 26 april 2006 zijn de meeste mestkevers waargenomen (356 op een dag).

Er zijn 9 mestkeversoorten tijdens dit onderzoek gedetermineerd. Al deze soorten zijn onder te verdelen in drie genera, te weten Aphodius, Geotrupes en Onthophagus. Hierbij valt op dat alle waargenomen larven van het genera Aphodius zijn (Tabel B).

Wanneer het aantal mestkeversoorten dat tegelijk in een mestmonster werd waargenomen tegen de tijd wordt afgezet, blijkt dat de meeste mestkeversoorten in de maanden april en mei zijn waargenomen. In beide maanden werden tot 4 mestkeversoorten tegelijk in één

mestafzetting aangetroffen. In februari werd per monster slechts 1 mestkeversoort waargenomen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de temperatuur, die vanaf de eerste week van april steeg. Ook is er gedurende de eerste week van april voor een aantal mestkeversoorten een sterke toename in activiteit te zien (Fig. C1 en C2). Begin april zijn *A. ater*, *A. fossor*, *O. coenobita* en *O. similis* voor het eerst sinds de start van het onderzoek waargenomen. Verder is er bij *A. fimetarius* en *A. sphacelatus* een sterke stijging in de activiteit te zien. Dit geeft ook een verklaring voor de verschillen in aantal soorten mestkevers die in een mestafzetting werden waargenomen, er zijn in februari immers veel minder soorten actief.



### 3.1 Invloed begrazingseenheid

Elk van de begrazingseenheden waar is bemonsterd, heeft een specifiek kenmerk. Deze kenmerken hebben te maken met de diersoort die gebruikt wordt voor de begrazing, de veesamenstelling en het begrazingsregime. De verwachting dat deze kenmerken van invloed zijn op de aanwezigheid van mestkevers blijkt correct.

Het aantal mestkevers dat in de verschillende begrazingseenheden is waargenomen verschilt behoorlijk. Er is tussen de begrazingseenheden en het aantal mestkevers een significant verband gevonden ( $P < 0,00$ ). De meeste mestkevers zijn waargenomen in Buizerdvlak (702 van 1774). De minste mestkevers (16 van 1774) zijn waargenomen op Vogelduin (Tabel D).

Begrazingseenheid	Mestkevers	Monsters
Buizerdvlak	702	428
Vennewater-Zuid	423	428
Crauwelsland	420	424
De Limiet	131	426
De Rellen	82	428
Vogelduin	16	428
<b>Totaal:</b>	<b>1774</b>	<b>2562</b>

*Tabel D: aantal mestkevers per gebied.*

De meeste waarnemingen van het genus *Aphodius* zijn genoteerd in Vennewater-Zuid (114 van 330 waarnemingen van het genus *Aphodius* in totaal). In 46% van de waarnemingen (54 van 114) werd *A. sphacelatus* waargenomen (Bijlage IV). Ook zijn in Vennewater-Zuid de

Begrazingseenheid	<i>Aphodius</i>	<i>Geotrupes</i>	<i>Onthophagus</i>
Buizerdvlak	77	0	0
Vennewater-Zuid	114	3	1
Vogelduin	1	0	0
De Limiet	13	0	1
Crauwelsland	96	1	27
De Rellen	40	0	0

*Tabel E: waargenomen genera in de verschillende gebieden.*

meeste waarnemingen van het genus *Geotrupes* genoteerd (3 van 4 waarnemingen in totaal; Tabel E). In Crauwelsland zijn de meeste waarnemingen van het genus *Onthophagus* genoteerd (27 van 29 waarnemingen in totaal). Op Vogelduin zijn de minste waarnemingen van het genus *Aphodius* genoteerd (0,3%;  $P < 0,00$ ).

Tevens is er een significant verband gevonden tussen de begrazingseenheden en het aantal waargenomen mestkeversoorten ( $P < 0,00$ ). Binnen de begrazings-eenheden Buizerdvlak en Crauwelsland zijn de meeste soorten mestkevers tegelijk waargenomen in een mestmonster (Tabel F). Opvallend is dat er op de Limiet en Vogelduin slechts 1 soort mestkever per mestafzetting werd waargenomen.

Begrazingseenheid	1	2	3	4
Buizerdvlak	73	23	12	2
Crauwelsland	75	15	12	2
Vennewater-Zuid	97	13	1	0
De Rellen	35	3	0	0
De Limiet	22	0	1	0
Vogelduin	10	0	0	0

*Tabel F: aantal mestkeversoorten die in één mestafzetting werden waargenomen.*

Binnen het Buizerdvlak, Vennewater-Zuid en de Rellen zijn zowel volwassen mestkevers als larven in een mestafzetting waargenomen. In totaal werden 5 waarnemingen gedaan waarbij larven en volwassen mestkevers in één mestafzetting werden aangetroffen. In alle overige monsters werden larven of volwassen mestkevers waargenomen. Ook hier is met behulp van de Chikwadraattoets een significant verband gevonden tussen de begrazingseenheden en de stadia waarin de mestkevers in de monsters werden waargenomen ( $P < 0,00$ ).

### 3.2 Invloed diersoort

In combinatie met de diersoort blijkt dat de meeste mestkevers zijn waargenomen bij runderen (784 van 1774 mestkevers in totaal). Gevolgd door de begrazingseenheden met paarden (423 mestkevers waargenomen van 1774 in totaal). In percentages echter, zijn de

Diersoort	Mestkevers per 100 monsters	Aantal mestkevers	Aantal monsters
Konijn	4	16	428
Rund & paard	26	109	424
Schaap	31	131	426
Rund	92	784	856
Paard	99	423	428
<b>Totaal:</b>	--	1774	2562

*Tabel G: aantal mestkevers per diersoort.*

meeste mestkevers waargenomen bij paarden (99%) en niet bij runderen (92%; Tabel G). Bij schapen zijn 131 mestkevers waargenomen van 1774 in totaal. De minste mestkevers zijn waargenomen bij konijnen (16 van 1774 in totaal;  $P < 0,00$ ).

De resultaten uit een onderzoek in Duitsland kan een verklaring geven, waarom er weinig mestkevers in schapenmest worden waargenomen. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de losse schapenkeutels onaantrekkelijk zijn voor vele soorten mestkevers. Schapen zetten hun mest af in samengeklonterde keutels of in losse keutels. Doordat de losse keutels een grote variatie in vochtigheid hebben blijken deze mestafzetting niet erg aantrekkelijk voor mestkevers. (Sowig, 1994)

De meeste waarnemingen van het genus *Aphodius* zijn in begrazingseenheden met runderen genoteerd (117 van 330 in totaal;  $P < 0,00$ ). De meeste waarnemingen van het genus *Geotrupes* zijn genoteerd bij paarden, terwijl de meeste waarnemingen van het genus *Onthophagus* zijn genoteerd bij gemengde begrazing door runderen en paarden (Tabel H). De waargenomen mestkevers bij schapen behoorden tot twee soorten, namelijk *A. sphaelatus* en *A. paykulli* (Bijlage IV).

Diersoort	<i>Aphodius</i>	<i>Geotrupes</i>	<i>Onthophagus</i>
Konijn	1	0	1
Schaap	13	0	0
Rund	117	0	0
Paard	103	3	1
Rund & paard	96	1	17

*Tabel H: waargenomen genera bij verschillende diersoorten.*

Diersoort	Larve	Volwassen Mestkevers	larve & volwassen kever
Rund	43	113	3
Rund & paard	8	105	0
Paard	2	107	2
Schaap	14	13	0
Konijn	9	2	0
<b>Totaal:</b>	76	340	5

*Tabel I: aantal waargenomen mestkevers per stadium.*

Er is een significant verband gevonden tussen de diersoort en de stadia waarin de mestkevers werden waargenomen ( $P < 0,00$ ). In begrazingseenheden waar runderen worden ingezet zijn de meeste larven waargenomen (43 van 76 in totaal). Opvallend is dat er bij schapen meer mestkeverlarven waargenomen

zijn dan volwassen mestkevers (Tabel I).

Tussen de diersoort die gebruikt wordt voor begrazing en het aantal waargenomen mestkevers is een significant verband gevonden ( $P < 0,00$ ). Binnen de begrazingseenheden waar alleen met runderen en begrazingseenheden met een combinatie van runderen en paarden zijn de meeste soorten mestkevers tegelijk

Diersoort	1	2	3	4
Rund	108	26	12	2
Rund & paard	75	15	12	2
Paard	97	13	1	0
Schaap	22	0	1	0
Konijn	10	0	0	0

*Tabel J: aantal mestkeversoorten die in één mestafzetting werden waargenomen.*



waargenomen in een mestafzetting (Tabel J). Opvallend is dat er bij konijnen en schapen slechts 1 soort mestkever per mestafzetting werd waargenomen.

### 3.3 Invloed vee samenstelling

De meeste mestkevers zijn waargenomen in begrazingseenheden waar meerdere gedomesticeerde grazers werden ingezet. Er is echter geen significant verband gevonden tussen de vee samenstelling en het aantal waargenomen mestkevers ( $P > 0,069$ ). In absolute aantallen zijn er meer mestkevers waargenomen bij begrazingseenheden met een grazer (1354 van 1774 in totaal), maar er zijn meer monsters genomen in gebieden waar een

Vee samenstelling	Mestkevers per 100 monsters	Aantal mestkevers	Aantal monsters
Één diersoort	63	1354	2138
Twee diersoorten	99	420	424
<b>Totaal:</b>	--	1774	2562

*Tabel K: aantal mestkevers bij verschillende vee samenstellingen.*

gedomesticeerde grazer werd ingezet. Wanneer de verhoudingen gelijk gesteld zijn, blijkt dat er meer mestkevers zijn waargenomen in begrazingseenheden waar meerdere grazers werden

ingezet (99 mestkevers per 100 monsters). In begrazingseenheden met een diersoort worden 63 mestkevers in 100 monsters waargenomen (Tabel K).

In begrazingseenheden waar een gemengde begrazing wordt toegepast zijn de meeste waarnemingen van de genera *Aphodius* en *Onthophagus* genoteerd (Tabel L; Bijlage IV).

Vee samenstelling	<i>Aphodius</i>	<i>Geotrupes</i>	<i>Onthophagus</i>
Één diersoort	98	3	2
Twee diersoorten	232	1	27

*Tabel L: waargenomen genera bij verschillende vee samenstellingen.*

De meeste waarnemingen van het genus *Geotrupes* zijn genoteerd bij begrazing met één diersoort (3 van 4 in totaal;  $P < 0,00$ ).

Er is een significant verband gevonden tussen de veesamenstelling in begrazingseenheden en het stadium waarin de mestkevers worden waargenomen ( $P < 0,00$ ). De meeste larven zijn

Vee samenstelling	Larve	Volwassen Mestkevers	larve & volwassen kever
Één diersoort	74	233	5
Twee diersoorten	2	107	0
<b>Totaal:</b>	76	340	5

*Tabel M: aantal waargenomen mestkevers per stadium.*

waargenomen in gebieden waar een diersoort voor begrazing werd ingezet (74 van 76 larven in totaal). Vijf maal is in begrazingseenheden met één grazer mestafzetting waargenomen waarin zowel larven als volwassen mestkevers werden aangetroffen (Tabel M). In absolute aantallen zijn er meer volwassen mestkevers waargenomen in begrazingseenheden waar met 1 diersoort voor begrazing wordt ingezet. Er zijn echter ook meer monsters genomen in begrazingseenheden waar begraasd wordt met een diersoort. Per 100 monsters zijn er 11 volwassen mestkevers bij enkele begrazing en 25 volwassen mestkevers bij gemengde begrazing waargenomen.

Vee samenstelling	1	2	3	4
Één diersoort	237	39	14	2
Twee diersoorten	75	15	12	2

*Tabel N: aantal mestkeversoorten die in één mestafzetting werden waargenomen.*

Bij monsters in begrazingseenheden met gemengde begrazing werden de meeste soorten mestkevers per mestafzetting waargenomen (Tabel N;  $P < 0,00$ ).

### 3.4 Invloed begrazingsregime

In seizoen begraasde eenheden zijn de meeste mestkevers waargenomen (77 mestkevers in 100 mestafzettingen). In absolute aantallen zijn er meer mestkevers waargenomen bij permanente begrazing, maar er zijn ook meer monsters genomen in permanent begraasde eenheden (Tabel O). Er is een significant verband gevonden tussen de begrazingsregimes en het aantal waargenomen mestkevers ( $P < 0,00$ ).

<b>begrazingsregime</b>	<b>Mestkevers per 100 monsters</b>	<b>Aantal mestkevers</b>	<b>Aantal monsters</b>
<b>Seizoensbegrazing</b>	77	655	856
<b>Permanente begrazing</b>	66	1119	1706
<b>Totaal:</b>	--	1774	2562

*Tabel O: aantal mestkevers per begrazingsregime.*

Wanneer de mestkeversoorten vergeleken worden met het begrazingsregime, blijkt dat de meest waarnemingen van het genus Aphodius werden genoteerd in permanent begraasde eenheden (Tabel P). Ook alle A. fossor zijn in permanent begraasde eenheden waargenomen (Bijlage IV). Waarnemingen van de genera Geotrupes (3 van 4 in totaal) en Onthophagus (21 van 29 in totaal) zijn het meest genoteerd in seizoen begraasde eenheden ( $P < 0,00$ ).

<b>Begrazingsregime</b>	<b>Aphodius</b>	<b>Geotrupes</b>	<b>Onthophagus</b>
<b>Seizoensbegrazing</b>	155	3	21
<b>Permanente begrazing</b>	175	1	8

*Tabel P: waargenomen genera per begrazingsregime.*

In absolute aantallen zijn de meeste mestkeverlarven waargenomen in gebieden die permanent begraasd werden (63 van 76). Er zijn echter ook meer monsters genomen in permanent begraasde gebieden. Per 100 monsters zijn er 4 larve waargenomen in permanent begraasde gebieden en 2 larven in seizoensbegraasde gebieden. Er zijn meer volwassen mestkevers in seizoenbegraasde gebieden waargenomen – zowel in absolute aantallen als per 100 monsters ( $P < 0,00$ ). In zowel seizoen als permanent begraasde eenheden werden er larven en volwassen mestkevers tegelijk in mestafzetting waargenomen (Tabel Q).

<b>Begrazingsregime</b>	<b>Larve</b>	<b>Volwassen Mestkevers</b>	<b>larve &amp; volwassen kever</b>
<b>Seizoensbegrazing</b>	13	186	3
<b>Permanente begrazing</b>	63	154	2
<b>Totaal:</b>	76	340	5

*Tabel Q: aantal waargenomen mestkevers per stadium.*

In permanent begraasde eenheden werden de meeste mestkeversoorten tegelijk in mestafzettingen waargenomen (Tabel R). Er is tussen het begrazingsregime en het aantal waargenomen mestkeversoorten in een mestafzetting een significant verband gevonden ( $P < 0,00$ ).

<b>Begrazingsregime</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Seizoensbegrazing</b>	157	26	7	1
<b>Permanente begrazing</b>	155	28	19	3

*Tabel R: aantal mestkeversoorten die in één mestafzetting werden waargenomen.*

### 3.5 Regenwormen en pissebedden

Naast mestkevers is er ook gekeken naar de aanwezigheid van pissebedden en regenwormen in de begrazingseenheden. Het aandeel regenwormen van het totale aantal waargenomen organismen lag op 7% (1254 van 17.299) en voor pissebedden op 8% (1348 van de 17.299 in totaal).

Regenwormen en pissebedden bleken beïnvloedbaar door de diersoort die gebruikt werd voor begrazing (Tabel S). De meeste regenwormen zijn waargenomen in begrazingseenheden met

Diersoort	Aantal Regenwormen	Aantal pissebedden	Aantal monsters
Rund	551	761	856
Rund & paard	576	342	424
Paard	114	38	428
Konijn	7	144	428
Schaap	6	37	426
<b>Totaal:</b>	<b>1254</b>	<b>1348</b>	<b>2562</b>

*Tabel S: aantal regenwormen en pissebedden per diersoort.*

regenwormen per 100 monsters), gevolgd door begrazing met runderen (64 regenwormen per 100 monsters) en paarden (27 regenwormen per 100 monsters). De minste regenwormen zijn waargenomen in eenheden waar schapen ingezet werden (1 regenworm per 100 monsters;  $P < 0,00$ ). De meeste pissebedden zijn waargenomen in begrazingseenheden met runderen, zowel in absolute aantallen (761 van 1348 pissebedden) als in verhoudingen (89 regenwormen per 100 monsters). De minste pissebedden zijn waargenomen in begrazingseenheden met schapen (37 van 1348 pissebedden;  $P < 0,00$ ).

Er is geen significant verband gevonden tussen de veesamenstelling en het aantal waargenomen pissebedden ( $P >$

Vee samenstelling	Regenwormen per 100 monsters	Aantal regenwormen	Aantal monsters
Één diersoort	32	678	2138
Twee diersoorten	136	576	424
<b>Totaal:</b>	<b>--</b>	<b>1254</b>	<b>2562</b>

*Tabel T: aantal regenwormen bij verschillende vee samenstellingen.*

0,39). Ook is er een verband gevonden tussen het aantal waargenomen regenwormen en de veesamenstelling in de begrazingseenheden ( $P < 0,00$ ). In verhouding zijn de meeste regenwormen waargenomen in begrazingseenheden waar gemengde begrazing wordt toegepast (Tabel T).

Begrazingsregime	Regenwormen	Pissebedden
Seizoensbegrazing	367	474
Permanente begrazing	887	874

*Tabel U: aantal regenwormen en pissebedden bij permanente en seizoensbegrazing.*

permanente begrazing, dan in seizoen begraasde eenheden. In verhouding zijn er bij beide variabelen ongeveer evenveel regenwormen waargenomen ( $P > 0,16$ ). Dit geldt ook voor de waargenomen pissebedden in de begrazingseenheden ( $P > 0,18$ ).

### 3.6 Andere organismen

Gedurende dit onderzoek zijn verschillende organismen in de mestafzettingen waargenomen. In totaal zijn er 17.299 organismen tijdens dit onderzoek waargenomen, waarvan 2187 uit de potvallen en 13.338 organismen met handmatige monsters. Er zijn tijdens de onderzoeksperiode 20 groepen organismen waargenomen (Tabel V). De groep overigen bestaat uit kokerjuffers, naaktslakken, duizendpoten, oorwormen, rupsen, wespen en een wants.

een combinatie van runderen en paarden (576 van 1254 regenwormen) en alleen runderen (551 van 1254 regenwormen). Er zijn echter ook meer monsters bij runderen genomen. In verhouding zijn de meeste regenwormen waargenomen bij gemengde begrazing (136

Het begrazingsregime blijkt niet van invloed te zijn op het aantal waargenomen regenwormen en pissebedden (Tabel U). Er zijn meer monster genomen in begrazingseenheden met

De vangst uit de potvallen boden een aardig overzicht aan organismen die in het onderzoeksgebied voorkomen. Opvallend is dat er veel spinnen in de potvallen zijn gevangen (620 spinnen van 2187 dieren in totaal).

In een ander onderzoek werden kevers, spinnen en mieren ook talrijk in potvallen gevangen. (Siepel, 1987)

Verder valt op dat er grote verschillen zijn in het aantal waarnemingen van organismen bij de verschillende monstermethodes.

In de potvallen werden weinig mieren, miljoenpoten, pissebedden, potwormen en regenwormen aangetroffen. Terwijl er bij handmatige monsters in verhouding

weinig bastaardschorpioenen, muggen, spinnen en springstaarten zijn waargenomen. Deze verschillen hebben waarschijnlijk te maken met de tijden waarop de organismen actief zijn. Schemer en nacht actieve organismen zijn enkel door de potval methode bemonsterd, terwijl de organismen die met warmer weer actief werden enkel handmatig bemonsterd zijn. Regenwormen en potwormen zijn nauwelijks in potvallen gevangen, waarschijnlijk doordat deze dieren niet over de grond kruipen. Bij het handmatig monstereen word ook onder de mest gekeken, waardoor wormen hier wel werden waargenomen.

Waargenomen organismen	Potval	Handmatig	Totaal
<b>Bastaardschorpioenen</b>	33	1	34
<b>Kevers</b>	283	611	894
<b>Larve</b>	114	840	954
<b>Mieren</b>	79	614	693
<b>Mijten</b>	42	27	69
<b>Miljoenpoten</b>	92	278	370
<b>Muggen</b>	182	1	183
<b>Overigen</b>	89	108	197
<b>Pissebedden</b>	144	1204	1348
<b>Potwormen</b>	1	153	154
<b>Regenwormen</b>	23	1231	1254
<b>Spinnen</b>	620	33	653
<b>Springstaarten</b>	313	39	352
<b>Vliegen</b>	74	74	148

*Tabel V: aantallen waargenomen organismen*

## 4. Discussie

De prioriteit van het onderzoek lag bij mestkevers. Wanneer er bij handmatige monsters weinig mestkevers werden waargenomen, werd er meer gelet op regenwormen en mestkevers. De getallen die in de resultaten staan weergegeven van regenwormen, pissebedden en overige organismen zijn niet representatief. Wanneer er veel mestkevers werden waargenomen is minder op deze andere organismen gelet.

De afhankelijkheid tussen de variabelen is getest met de Chikwadraattoets. Nadeel van deze toets is dat uitsluitend de afhankelijkheid tussen twee variabelen wordt getest, zonder naar de verbanden tussen de overige variabelen te kijken. Met een factoranalyse kan de onderlinge afhankelijkheid van de variabelen wel worden getest.

Wanneer de aantallen waargenomen mestkevers – zowel in totale aantallen als per soort – tegen de tijd worden afgezet, moet vermeld worden dat enkel de maanden maart en april daadwerkelijk te vergelijken zijn. Dit komt doordat er in de maanden februari en mei niet de gehele maand naar mestkevers is gezocht, terwijl in maart en april wel tijdens de gehele maand monsters zijn genomen.

Er zijn meer mestkevers waargenomen door handmatig te monsteren, dan in potvallen. Deze verschillen hebben waarschijnlijk te maken met de tijden waarop de organismen actief zijn. Nacht actieve organismen zijn voornamelijk door de potval methode bemonsterd, terwijl de organismen die met warmer weer actief worden enkel handmatig bemonsterd zijn. De potvallen zijn 6 april uit de onderzoeksgebieden gehaald, terwijl er tot 3 mei handmatig bemonsterd is. Hier staat tegenover dat er in februari wel begonnen was met potvallen uitzetten, maar dat er vanaf half maart pas handmatig bemonsterd is. Een andere oorzaak van de verschillen in waargenomen mestkevers in potvallen en bij handmatig monsteren heeft te maken met het achterwege laten van verse mest als aas op de vallen. Er werd door de grazers geen nieuwe mest bij de potvallen afgezet, waardoor de vallen minder aantrekkelijk waren voor mestkevers. Door verse mest op de afdakjes van de potvallen te leggen blijven de potvallen waarschijnlijk aantrekkelijker voor mestkevers.

Ondanks de afdakjes boven de potvallen zijn er toch meerdere malen potvallen aangetroffen waar na een week geen formalineoplossing meer in zat. De oorzaak hiervoor ligt waarschijnlijk bij verdamping. Hierdoor waren niet alle potval vangsten betrouwbaar, omdat organismen uit de potval konden als er geen formalineoplossing in zat. Volgens Turin (2000) zijn potvallen met een geleidelijke buiging van de rand ook efficiënter. Verder moeten er minstens 2 vangseries - waarbij de potval op zelfde plaats blijft - gedaan worden voor betrouwbare gegevens. Handmatig verzamelen van aanvullende gegevens is het meest rendabel.

Met de potvallen was er erg veel bijvangst. Toch zijn potvallen handig om verschillende organismen te kunnen bekijken en determineren, waardoor tijdens handmatig monsteren al kennis over (mestkever)soorten vergaard is. Het handmatig monsteren is specifiek op mest en mestkevers gericht. Nadeel van het handmatig monsteren is dat het niet altijd mogelijk was de mestkeversoorten te determineren.

Ook de larven waren niet op soort te determineren. Door enkele larven te vangen en in een pot te laten verpoppen, kon de volwassen mestkever wel worden gedetermineerd. Hieruit bleek dat er enkel mestkevers van het genus *Aphodius* als larve zijn waargenomen. Toch is dit niet

helemaal betrouwbaar, omdat er slechts een steekproef is genomen. Gedurende dit onderzoek zijn er 4 mestkeverlarven opgekweekt.

Een ander onderzoek concludeerde dat twee mestkeversoorten van het genus *Aphodius* - *A. prodromus* en *A. sphacelatus* - hun larve niet in de mest afzetten, maar in afgestorven vegetatie. De larven van alle andere *Aphodius* werden wel in de mest afgezet. (Gitting, 1997) Tijdens het onderzoek in het Noordhollands Duinreservaat werden de larven van *Aphodius sphacelatus* en *Aphodius prodromus* echter wel in de mest aangetroffen. De larven die uit de steekproeven mee waren genomen om te laten verpoppen, bleken tot deze twee *Aphodius* soorten te behoren.

In totaal zijn er 12 mestkeversoorten waargenomen, terwijl er in de resultaten met 9 soorten is gewerkt. De aantallen per mestkeversoort (Tabel B) zijn niet helemaal correct, omdat het onderscheid tussen *A. ater*, *A. fossor* en twee andere zwarte *Aphodius* mestkeversoorten niet altijd duidelijk was tijdens de handmatige monsternamen. Er waren twee van de vier soorten gedetermineerd, daarom is gekozen om onderscheid te maken tussen de soorten die wel gedetermineerd waren. Dit waren *A. ater* - kleine zwarte *Aphodius* - en *A. fossor* - grote zwarte *Aphodius*. Naast deze twee, zijn er nog twee zwarte *Aphodius* mestkeversoorten waargenomen. Één daarvan is slechts drie maal waargenomen en - niet gedetermineerd - geplaatst bij de groep *Aphodius*. De andere zwarte *Aphodius* is een voormaat tussen *A. ater* en *A. fossor*. Deze is tijdens handmatig monsternamen waargenomen en meestal genoteerd als *A. fossor*, omdat exacte gegevens over deze mestkeversoort ontbraken.

Ook het onderscheid tussen *A. prodromus* en *A. sphacelatus* was lastig. Omdat het in de meeste gevallen om *A. sphacelatus* ging zijn deze twee soorten als één groep weergegeven in de resultaten en benoemd als *A. sphacelatus*. Door deze aannames is ervoor gekozen om bij de resultaten van de variabelen enkel onderscheid te maken tussen de verschillende genera en niet tussen soorten.

De betrouwbaarheid van de conclusies van de begrazingseenheid met paarden is discutabel, omdat deze uitsluitend in seizoensbegrazing werd gehouden. Er zijn verschillen in aantal waargenomen mestkevers tussen permanente en seizoensbegrazing met runderen. Bij paarden zouden er ook zulke grote verschillen kunnen optreden tussen permanente en seizoensbegrazing, maar dat is bij dit onderzoek niet te toetsen.

Bij schapen zijn er naar verhouding met de andere gedomesticeerde grazers weinig mestkevers waargenomen. Volgens Molenaar (1996) zijn veterinaire medicamenten giftig voor afbraakorganismen. Gedomesticeerd vee, in het bijzonder schapen, wordt met persistente middelen behandeld tegen bijvoorbeeld long-, maag en darmwormen. Deze gifstoffen tegen endoparasieten komt met de ontlasting vrij in het terrein en blijken ook giftig te zijn voor afbraakorganismen. (Molenaar, 1996) Het kan echter ook zo zijn dat schapenmest minder aantrekkelijk is voor mestkevers. Volgens Sowig (1994) hebben schapenkeutels een te grote variatie in vochtigheid.

Verder zijn de mestafzettingen op zich al zeer divers in grootte, vorm en samenstelling. Molenaar (1996) noemt als voorbeeld het verschil tussen herkauwers en paarden. Door de verschillen in effectiviteit tussen de spijsverteringen, komt de mest meer of minder verteerd naar buiten. Ook deze kenmerken kunnen van invloed zijn op de aanwezigheid en talrijkheid van mestkevers

## 5. Conclusie

Het doel van dit onderzoek is om een betere beheeradviesing ten aanzien van het inzetten van begrazing als beheerinstrument mogelijk te maken. Om de doelstelling van het onderzoek te kunnen nastreven is er ook een probleemstelling en een aantal hypothesen opgesteld. Per hypothese zal een korte beschrijving volgen van de resultaten en discussiepunten die naar voren zijn gekomen.

De eerste hypothese was dat er andere soorten mestkevers op konijnenmest aangetroffen zouden worden, dan op mest van de gedomesticeerde grazers. Tijdens het onderzoek zijn er bij konijnenmest *Aphodius paykulli* en *Onthophagus similis* waargenomen. Beide soorten zijn ook bij gedomesticeerde grazers waargenomen. Er zijn wel verschillen in aantallen waarin deze mestkeversoorten bij konijnen en bij gedomesticeerde grazers zijn waargenomen. Bij gedomesticeerde grazers zijn meer *Aphodius paykulli* en meer *Onthophagus similis* waargenomen dan in konijnenmest.

De tweede hypothese is hieraan gerelateerd; het aantal mestkeversoorten zal niet verschillen tussen konijnen- en rundermest. Uit de resultaten blijkt echter dat er juist grote verschillen zijn in het aantal waargenomen keversoorten bij konijnen en runderen. Bij konijnen zijn slechts twee mestkeversoorten waargenomen, terwijl er in de begrazingseenheden bij runderen vijf mestkeversoorten zijn waargenomen.

De derde hypothese werd bevestigd. In begrazingseenheden met gemengde begrazing (paarden en runderen) zijn meer individuen en meer mestkeversoorten aangetroffen dan in begrazingseenheden waar één diersoort voor begrazing wordt ingezet. In absolute aantallen zijn er meer mestkevers waargenomen bij begrazingseenheden met één grazer, maar er zijn ook meer monsters genomen in gebieden waar één gedomesticeerde grazer wordt ingezet. In verhouding zijn er meer individuen en meer mestkeversoorten bij gemengde begrazing waargenomen.

De vierde hypothese stelt dat in begrazingseenheden met seizoensbegrazing minder individuen en minder mestkeversoorten worden aangetroffen, dan in begrazingseenheden met permanente begrazing, wordt niet bevestigd. Hierbij geldt dat in absolute aantallen meer mestkevers zijn waargenomen bij permanente begrazing, maar er ook meer monsters zijn genomen in gebieden die permanent worden begraasd. In verhouding zijn er meer individuen en meer mestkeversoorten bij seizoensbegrazing waargenomen, dan bij permanente begrazing.

Er zijn verschillen in mestkeveraantallen en soorten tussen permanente en seizoensbegrazing door runderen. Voor paarden zijn er echter alleen waarnemingen gedaan bij seizoensbegrazing. Om ook hier een vergelijking te kunnen maken tussen permanente en seizoensbegrazing, zou er ook bemonsterd moeten worden in begrazingseenheden wat door paarden permanent begraasd wordt.

Opvallend is dat er tussen bijna alle variabelen significante verbanden zijn gevonden. Hieruit wordt duidelijk dat de begrazingseenheid, diersoort, veesamenstelling en het begrazingsregime van invloed zijn op mestkevers. Zowel op het aantal waargenomen mestkevers, als de mestkeversoorten en de stadia waarin de mestkevers werden waargenomen. Alleen tussen de veesamenstelling en het aantal waargenomen mestkevers is geen significant verband gevonden ( $P > 0,069$ ).

Naast mestkevers is er ook gekeken naar de aanwezigheid van pissebedden en regenwormen in de begrazingseenheden. De diersoort en veesamenstelling blijken van invloed te zijn op regenwormen. Ook het aantal waargenomen pissebedden blijkt beïnvloedbaar door de diersoort die gebruikt wordt voor begrazing in de eenheden.



## 5. Aanbevelingen:

Aan de hand van dit onderzoek zijn er een aantal aanbevelingen die gedaan kunnen worden, voor eventuele gerelateerde of vervolg onderzoeken.

De waargenomen larven zijn zeer moeilijk te determineren, omdat er geen referentiemateriaal is. De vindplaats geeft wel aanwijzingen over de genera, maar is niet doorslaggevend. Door een enkele larve te vangen en te laten verpoppen, kan de volwassen mestkever worden gedetermineerd. Op deze wijze ontstaat er een beeld van de soorten mestkeverlarven die worden waargenomen.

Goede literatuur voor het determineren van ongewervelden en mestkevers is onmisbaar. Voor het determineren van ongewervelden is het 'Insekten basis boek' van M. van Veen e.a. (1993) zeer handig. Er staan hier verschillende determinatietabellen in, maar ook informatie over onderzoek en ecologie van deze grote groep organismen. Specifieke determinatie van mestkevers kan redelijk goed worden gedaan aan de hand van 'Die Blatthornkäfer Mitteleuropas' van M. Bunalski (1999). Bijna alle voorkomende mestkevers zijn hierin met een kleurenfoto vertegenwoordigd.

Wat betreft de monstermethodes zijn er nog verbeterpunten. Potvallen zorgen voor veel bijvangst. Handmatige monsters daarentegen zijn meer gericht op mestkevers. Er wordt immers alleen in, direct onder en naast mestafzettingen gezocht. Voor de handmatige methode is het van belang dat de mestkeversoorten al bekend zijn. De dieren blijven niet stil zitten en moeten in een oogopslag herkend worden. Wanneer een onbekend organisme waargenomen wordt, kan deze gevangen worden om later te determineren.

Een ander nadeel van de potval is dat ze in eerste instantie wel naast verse mestafzettingen zijn geplaatst, maar na verloop van tijd zijn er geen verse mestafzettingen meer direct naast de potval. Een oplossing hiervoor kan zijn verse mest op het afdakje van de potval te leggen. Op deze wijze blijft de potval voorzien van een lokaas.

De monsters voor dit onderzoek zijn genomen in de periode van 18 februari tot 3 mei, wat gezien kan worden als late winter en voorjaar. Door nog een monsterperiode in de periode september tot november uit te voeren, kan er een redelijk compleet overzicht van winter, voorjaar en najaar actieve mestkevers gemaakt worden. In het voor- en najaar zijn mestkevers het meest actief. Het is mogelijk dat in najaar-winter andere soorten mestkevers worden aangetroffen, dan in winter-voorjaar.

Verder is het ook interessant om begrazing met paarden in permanente en seizoensbegrazing te vergelijken. Dan kunnen de verschillen tussen permanente en seizoensbegrazing echt vergeleken worden.

## Literatuurlijst

### **Gebruikte literatuur:**

Bulanski, M., 1999, 'Die Blatthornkäfer Mitteleuropas: Bestimmung – Verbreitung - Ökologie'. Frantisek Slamka, Bratislava, Slowakije

Gittings, T. & P.S. Giller, 1997, 'Life history traits and resource utilisation in an assemblage of north temperate Aphodius dung beetles'. Ecography Vol.20

Harde, K.W. & F. Severa, 1989, 'Kevers: meer dan 1000 afbeeldingen in kleur'. Thiemes natuurgidsen, Zutphen.

Klausnitzer, B., e.a., 1996, 'Die käfer Mitteleuropas'. Gustav Fischer Verlag, Jena, Duitsland. Band 3, 4 en 8.

Molenaar, J.G. de, 1996, 'Gedomesticeerde grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie'. 'de werking van begrazing'. IBN-rapport 231. IBN-DLO, Wageningen

Pukowski, E., 1933, 'Ökologische Untersuchungen und Necrophorus'. F. Z. Morph Okol Tiere

Schilthuizen, M. & H. Vallenduuk, 1998, 'kevers op kadavers'. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV), Utrecht

Siepel, H., C.F. van de Bund, e.a., 1987, 'Beheer van graslanden in relatie tot de ongewervelde fauna: ontwikkeling van een monitorsysteem'. Rijksinstituut voor natuurbeheer, Arnhem.

Sowig, P. & T. Wassmer, 1994, 'Resource partitioning in coprophagous beetles from scheidung'. Biologisches Institut I der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Duitsland

Turin, H., 2000, 'De Nederlandse loopkevers, verspreiding en oecologie'. Nederlandse Fauna 3: 1-666

Berg, M., e.a., 1993, 'Insekten basis boek'. In: M. van Veen (red.) Tweede druk. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.

Zar, J.H., 1984, 'Biostatistical analysis'. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ

### **Gebruikte internetbronnen:**

Anonymous, 2005, 'Anatomie insecten'. Wikipedia, de vrije encyclopedie. Online te vinden: [http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Anatomie\\_%28insecten%29&oldid=1849895](http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Anatomie_%28insecten%29&oldid=1849895)

### **Personen:**

Huijbregts, H., 2006. Naturalis, Leiden, Nederland.

## Bijlage I

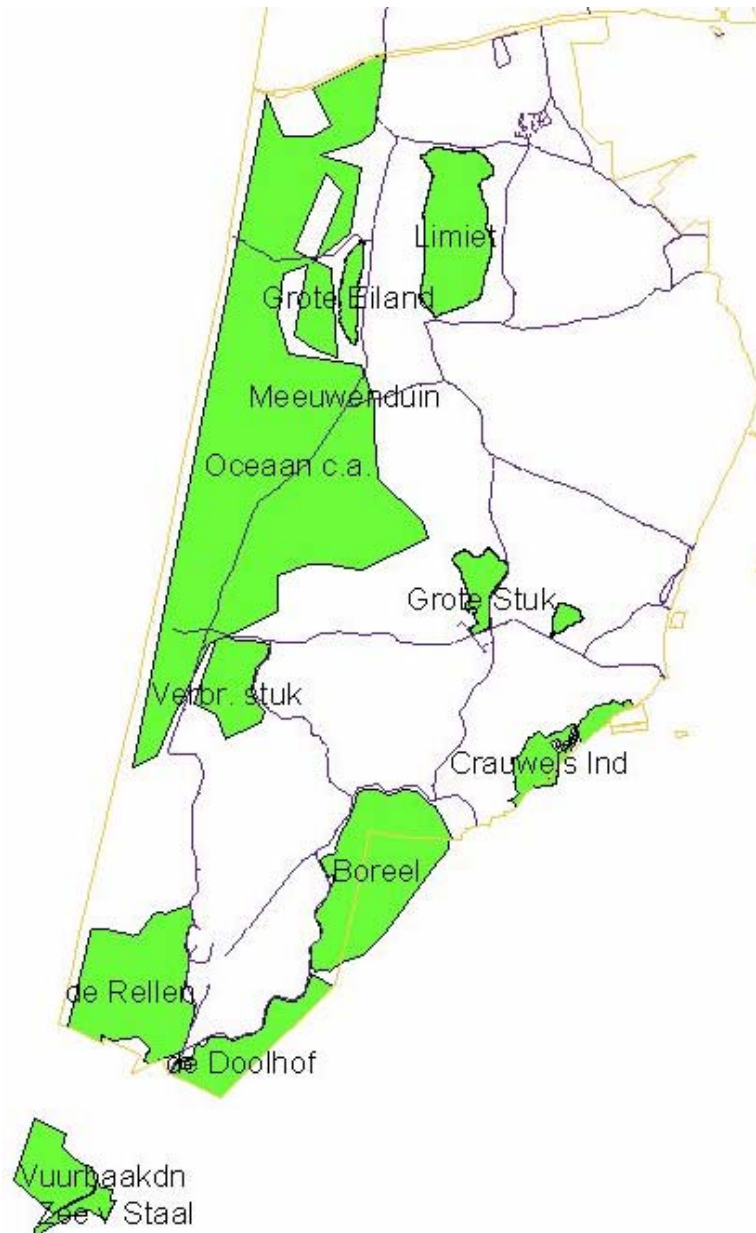
## Kaarten PWN beheerde duingebieden

### Regio Noord:

Bergen aan zee tot  
Egmond aan zee



**Regio Midden:**  
Egmond aan zee  
tot wijk aan zee



## Bijlage II Mestkever monster formulier

Datum	Mest van:	Aantal mestorganismen	Mestkevers	Mestkeverlarven	Regenwormen	Pissebedden	Overige opmerkingen

(Mest van: paard, rund, schaap, konijn) (Aantal mestorganismen: regenwormen & mestkevers)

**Opmerkingen:**

.....

.....

.....

.....

## Bijlage III      Coördinaten potvallen

Naam	Nr.	X- coördinaten	Y- coördinaten
Buizerdvlak	1	104	521
	2	104,218	521
	3	104,209	520,875
	4	104,214	520,915
Vennewater	1	104,452	511,779
	2	104,493	511,798
	3	104,499	511,8
	4	104,533	511,818
Vogelduin	1	102,46	509,01
	2	102,479	509,02
	3	102,473	508,996
	4	102,473	508,974
De Limiet	1	103,538	506,974
	2	103,518	506,966
	3	103,221	506,477
	4	103,252	506,459
Crauwelsland	1	103,985	503,454
	2	104,011	503,447
	3	103,939	503,381
	4	103,937	503,376
De Rellen	1	101,375	501,213
	2	101,355	501,224
	3	101,35	501,212
	4	101,337	501,211

## Bijlage IV Waargenomen mestkeversoorten

In de onderstaande tabellen zijn de mestkeversoorten aangegeven met coderingen. Deze zijn als volgt:

- 1 = Aphodius
- 12 = A. sphacelatus
- 13 = A. paykulli
- 14 = A. ater
- 15 = A. fimetarius
- 16 = A. fossor
- 2 = Geotrupes
- 3 = Onthophagus

Case Processing Summary	Total cases	
	N	Percentage
Begrazingseenheid * Mestkeversoort	916	100,0%
Diersoort * Mestkeversoort	916	100,0%
Veesamenstelling * Mestkeversoort	916	100,0%
Begrazingsregime * Mestkeversoort	916	100,0%

Verder zijn per tabel de coderingen voor begrazingseenheid, diersoort, veesamenstelling en begrazingsregime aangegeven.

Crosstab	Mestkeversoort							
	1	12	13	14	15	16	2	3
Begrazingseenheid: 1	38	3	7	12	16	1	0	0
2	17	53	5	0	28	0	2	1
3	0	0	1	0	0	0	0	1
4	1	6	6	0	0	0	0	0
5	40	20	2	2	28	4	1	27
6	16	4	20	0	0	0	0	0

Hierin zijn de begrazingseenheden:

- 1 = Buizerdvlak
- 2 = Vennewater
- 3 = Vogelduin
- 4 = de Limiet
- 5 = Crauwelsland
- 6 = de Rellen

Crosstab	Mestkeversoort							
	1	12	13	14	15	16	2	3
Diersoort: 1	0	0	1	0	0	0	0	1
2	1	6	6	0	0	0	0	0
3	54	7	27	12	16	1	0	0
4	17	53	5	0	28	0	2	1
5	40	20	2	2	28	4	1	27

Hierin zijn diersoorten:

- 1 = konijnen
- 2 = schapen
- 3 = runderen
- 4 = paarden
- 5 = runderen & paarden

Crosstab	Mestkeversoort							
	1	12	13	14	15	16	2	3
Veesamenstelling: 1	72	66	39	12	44	1	2	2
2	40	20	2	2	28	4	1	27

Hierin zijn veesamenstelling:

1 = één diersoort

2 = gemengde begrazing/ twee diersoorten

Crosstab	Mestkeversoort							
	1	12	13	14	15	16	2	3
begrazingsregime: 1	64	28	16	12	30	5	1	8
2	48	58	25	2	42	0	2	21

Hierin zijn begrazingsregime:

1 = Permanente begrazing

2 = Seizoensbegrazing