



ALTERRA

WAGENINGEN UR



Ex ante evaluatie van maatwerk beheer van wilde zwijnen

Alterra-rapport 1944
ISSN 1566-7197

G.W.T.A. Groot Bruinderink, D.R. Lammertsma, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, W. Ozinga,
A.H.P. Stumpel, J.M. Baveco en R.W. de Waal

Ex ante evaluatie van maatwerk beheer van wilde zwijnen

Ex ante evaluatie van maatwerk beheer van wilde zwijnen

G.W.T.A. Groot Bruinderink
D.R. Lammertsma
G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis
W. Ozinga
A.H.P. Stumpel
J.M. Baveco
R.W. de Waal

Alterra-rapport 1944

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, W. Ozinga, A.H.P. Stumpel & R.W. de Waal, 2009. *Ex ante evaluatie van maatwerk beheer van wilde zwijnen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1944. 106 blz. .17 fig.; 11 tab.; 150 ref.

Overall in Europa nemen de wilde zwijnen in aantal toe, zo ook op de Veluwe. Met de toename van de aantallen wilde zwijnen op de Veluwe in de afgelopen jaren, namen ook het aantal aanrijdingen en andere vormen van overlast toe, zoals schade aan gewassen en het omwroeten van wegbermen, tuinen, kampeerterreinen en sportvelden. Daarnaast vond er een maatschappelijke verschuiving plaats die heeft geleid tot meer zorg over de omvang welke het populatiebeheer heeft aangenomen en het daarmee samenhangende dierenwelzijn aspect. De provincie Gelderland, de Faunabeheereenheid Veluwe en de Vereniging Wildbeheer Veluwe willen daarom meer maatwerk in het toekomstig populatiebeheer van wilde zwijnen op de Veluwe. Dit houdt in dat men in bepaalde deelgebieden meer, minder of geen zwijnen tolereert, afhankelijk van de zwaarte waarmee lokale maatschappelijke belangen spelen. Dit beheer vereist een zorgvuldige monitoring van de effecten voor zowel de wilde zwijnen als hun omgeving, om een tijdige bijstelling te kunnen waarborgen. Het betreft met andere woorden een vorm van 'lerend beheren'.

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit gaf in dit verband opdracht tot voorliggende ex ante evaluatie. In deze ex ante evaluatie wordt stilgestaan bij de mogelijke gevolgen van maatwerk beheer voor de aantalsontwikkeling van de wilde zwijnen, waarbij aan de orde zijn dieetkeus, migraties, conditie, inventarisaties en zichtbaarheid. Ook andere, maatschappelijk van belang geachte aspecten krijgen de aandacht zoals de gezondheid en het welzijn van de dieren en mogelijke gevolgen voor de landbouwschade, de verkeersveiligheid, andere vormen van overlast en de relatie met de biodiversiteit. Voorgesteld wordt om het onderzoek naar de effecten op de biodiversiteit te richten op eigenschappen van humusprofielen en vegetaties en op de relatie met het voorkomen van fauna en paddenstoelen. Habitattypen die bijzondere aandacht vragen zijn oude eikenbossen en heischrale graslanden. Dit laatste habitatype wordt o.a. aangetroffen in oude 'wegbermen'.

In alle gevallen wordt aangegeven waar in de kennisbehoefte wordt voorzien door beschikbare gegevens en waar aanvullend onderzoek is gewenst. Vanwege de complexiteit en de onderlinge relaties tussen deze parameters wordt een gebruiksvriendelijk ecologisch model onmisbaar geacht voor de toekomstige ondersteuning van het maatwerk beheer.

Maatwerk beheer kan, zoals aangegeven, resulteren in helemaal geen, weinig, iets meer etc. wilde zwijnen afhankelijk van de belangen ter plaatse. Ook dient worden nagegaan welke de mogelijkheden zijn voor een experiment met terughoudend beheer. Net als de andere vormen van maatwerk beheer vergt dit type onderzoek een periode van enkele generaties wilde zwijnen, goede en slechte mastjaren en een onderzoeksgebied van enkele duizenden ha. Over maatwerkbeheer helder en transparant te worden gecommuniceerd over de eventuele effecten voor de zwijnen, betrokkenen en de omgeving. Met maatwerk en monitoring kan men mogelijk gecontroleerd het zwijnenbeheer tijdig bijstellen indien overlast de overhand neemt.

Trefwoorden: ex ante evaluatie, maatwerk beheer, onderzoekvoorstel, wild zwijn

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding en vraagstelling	11
1.1 Autecologie	11
1.2 Ex ante evaluatie en vraagstelling	12
2 Mogelijke effecten van maatwerk beheer	15
2.1 Aantallen	15
2.1.1 Aantallen, voedsel en conditie	15
2.1.2 Inventarisaties	15
2.1.3 Zichtbaarheid	16
2.1.4 Ecologische modellen	16
2.1.5 Indicatoren en onderzoekaspecten	16
2.2 Landbouwschade, verkeersveiligheid, overige overlast	19
2.2.1 Landbouwschade	19
2.2.2 Verkeersveiligheid	19
2.2.3 Overlast particulieren	20
2.2.4 Indicatoren en onderzoekaspecten	20
2.3 Biodiversiteit	21
2.3.1 Indicatoren en onderzoekaspecten	21
2.4 Diergezondheid en dierenwelzijn	22
2.4.1 Indicatoren en onderzoekaspecten	22
2.5 Beheerexperimenten	23
2.5.1 Maatwerk beheer	24
2.5.2 Een experiment met terughoudend populatiebeheer	24
2.5.3 Haalbaarheid beheerexperimenten	25
2.5.4 Indicatoren en onderzoekaspecten	25
3 Onderzoek bij maatwerk beheer	27
3.1 Algemeen onderzoek	28
3.2 Experimenteel onderzoek	30
3.3 Fasering	31
Dankwoord	35
Literatuur	37
<i>Bijlagen</i>	
1 Aantallen	49
2 Landbouwschade, verkeersveiligheid, overige overlast	71
3 Biodiversiteit	77
4 Diergezondheid en welzijn	91
5 Een experiment met terughoudend populatiebeheer	103

Samenvatting

Overall in Midden en Noordwest Europa nemen de aantallen wilde zwijnen toe, zo ook in Nederland. De Veluwe vormt hierop geen uitzondering (Groot Bruinderink, 2006; Petrak, 2006). Parallel aan de toename van de aantallen wilde zwijnen op de Veluwe vanaf de 80-er jaren van de vorige eeuw, groeide de zorg om de verkeersveiligheid, de landbouwschade en andere vormen van 'overlast'. Ook vond er een geleidelijke verschuiving plaats in de wijze waarop in de maatschappij wordt gedacht over de omvang van het populatiebeheer en in het bijzonder het dierenwelzijnsaspect daarvan. Om die reden willen de provincie Gelderland, de Vereniging Wildbeheer Veluwe en de Faunabeheereenheid Veluwe nagaan of in de toekomst meer differentiatie in het populatiebeheer, met aandacht voor het tijdsaspect (het jaarlijks fluctuerend natuurlijk voedselaanbod) en het ruimtelijk aspect (de zwaarte waarmee maatschappelijke belangen lokaal spelen) tot de mogelijkheden behoort. Gedifferentieerd of maatwerk beheer betreft een vorm van 'lerend beheren'. Genoemde partijen hebben daarom aangegeven behoefte te hebben aan kennis ter ondersteuning van het maatwerk beheer. In het kader van het beleidsondersteunend onderzoek heeft het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit vervolgens opdracht gegeven om ex ante de gevolgen en de beheersbaarheid van maatwerk beheer, inclusief een meer extensief beheer, te onderzoeken. Uit de ex ante evaluatie komt het volgende naar voren.

Om de relaties tussen mensen en wilde zwijnen (de genoemde maatschappelijke belangen) in de toekomst goed te kunnen begrijpen, dient op de eerste plaats het effect van het maatwerk beheer op de aantallen wilde zwijnen te worden bestudeerd. Het vaststellen van het jaarlijks aantalverloop is daarom van groot belang. Hierbij spelen het voortplantingssucces en de sterfte als gevolg van afschot, verkeer en natuurlijke factoren een rol. Ook is daartoe aanvullende kennis vereist over hun voedselkeuze in relatie tot het aanbod, hun conditie, welzijn en daarmee samenhangend terreingebruik en migraties. Belangrijk is tevens dat deze kennis de publieke discussie over het beheer van de wilde zwijnen kan aansturen en objectiveren. De conclusie uit de ex ante evaluatie is, dat we onvoldoende kennis hebben om precies te kunnen voorspellen wat er op de Veluwe gaat gebeuren. Vandaar het advies om 'met de hand aan de (dichtheid)kraan' te experimenteren. Daarvoor is nodig om de zwijnenpopulaties goed te monitoren en om een actueel beeld te hebben van de schade en overlast, van de verkeersaanrijdingen en van de gevolgen voor biodiversiteit.

Deze ex ante evaluatie bevat daarom een onderzoeksvoorstel dat past in het model van lerend beheren. In dit onderzoekvoorstel zijn twee hoofdlijnen uitgezet: het algemeen onderzoek (1) en het experimenteel onderzoek (2).

- 1) Algemeen onderzoek dient plaats te vinden in vijf leefgebieden (Noord, Zuidwest, Midden en Zuidoost Veluwe, het Nationale Park De Hoge Veluwe) en in het zogenaamd nulstandgebied op de Veluwe, waar geen zwijnen worden getolereerd. Het betreft onderzoek dat deels nu al plaatsvindt in het kader van het reguliere

populatiebeheer met daaraan gekoppelde monitoring. Daaraan wordt een rubriek 'nieuw onderzoek' toegevoegd, dat als extra moet worden uitgevoerd ter ondersteuning van het toekomstig maatwerk beheer. Hierin wordt aandacht besteed aan de betekenis van mast en kadavers als voedselbron, de gevolgen van maatwerk beheer voor de omvang en structuur van de populaties, de groeps grootte en - samenstelling, de analyse van het tot op heden gevoerde beheer, de conditie van de dieren en de effecten op biodiversiteit. Voorgesteld wordt dit laatste te richten op eigenschappen van humusprofielen en vegetaties (standplaatscondities) en op de relatie met het voorkomen van fauna en paddenstoelen. Habitattypen welke in dit opzicht bijzondere aandacht behoeven zijn Oude eikenbossen en Heischrale graslanden. Dit laatste type wordt o.a. aangetroffen in de berm van oude wegen en bospaden. In de wegbermen vinden het onderzoek naar verkeersveiligheid en biodiversiteit elkaar: er dient antwoord te komen op de vraag waarom wegbermen bij tijden zo aantrekkelijk zijn voor wilde zwijnen.

Verder zou er aanvullend onderzoek kunnen plaatsvinden naar ethische of maatschappelijke vraagstukken. Zoals hoeveel overlast van de zwijnen accepteren we, hoe vergroten we de zichtbaarheid van de zwijnen, wat vinden we van zwijnen die verhongeren door strenge winter in combinatie met slecht mastjaar.

- 2) Experimenteel onderzoek naar effecten van een terughoudend populatiebeheer in één of meerdere leefgebieden. Dit onderzoek dient zich uit te strekken over een periode van enkele generaties wilde zwijnen en in uiteenlopende mastjaren. Wellicht nog meer dan voor de andere vormen van maatwerk beheer geldt voor een experiment met terughoudend beheer dat een grote, aaneengesloten oppervlakte leefgebied is vereist van enkele duizenden ha. Als randvoorwaarde dienen vóóraf heldere criteria worden vastgesteld, waarbinnen het terughoudend beheer kan plaatsvinden en afspraken worden gemaakt wanneer het beheer moet worden bijgesteld. Ook dit betreft daarom een vorm van lerend beheren. Belangrijke onderzoekaspecten zijn hier het aanbod aan energie, inventarisaties, terreingebruik, migraties en populatiedynamica. Ook dient de aandacht uit te gaan naar draagvlak voor dit beheer en de gevolgen voor de zichtbaarheid van de wilde zwijnen.

Het algemeen en experimenteel onderzoek zijn complementair. De combinatie van de uitkomsten werpt licht op de dichtheidsafhankelijkheid van de effecten van wilde zwijnen. De resultaten zijn essentieel voor de begeleiding van het maatwerk beheer. Immers, in het kader van lerend beheren kunnen de resultaten van dit onderzoek leiden tot wijzigingen in het beheer. Vanwege de complexiteit en onderlinge relaties tussen deze parameters vormt een ecologisch model een onmisbaar stuk gereedschap voor het toekomstig maatwerk beheer. Met de informatie uit beide onderzoeklijnen dient dan ook een populatiedynamisch model worden opgesteld, waarmee de situatie op de Veluwe beter voorspeld kan worden. Voorgesteld wordt om daartoe een bestaand model te verbeteren.

De lopende monitoring van de diergezondheid door de GD heeft geen aanpassing of uitbreiding. Met betrekking tot landbouwschade voldoet de bestaande registratie

door het Faunafonds. Wat betreft het monitoren van vormen van overige schade en overlast is de aangewezen weg optimalisering van het meldpunt van de provincie Gelderland. Met betrekking tot het onderzoek naar de effecten van beheer op de zichtbaarheid van de dieren en op het maatschappelijk draagvlak voor het populatiebeheer wordt volstaan met de constatering dat dit in de eerste plaats een zaak voor de beheerder is. Wat betreft de verkeersveiligheid kan de bestaande registratie van aanrijdingen door de Vereniging Wildbeheer Veluwe (www.faanaregistratie.nl) worden geoptimaliseerd. Aspecten die samenhangen met de verkeersveiligheid zijn op dit moment onderwerp van een gescheiden, eveneens door het ministerie gefinancierd project waarover in 2009 wordt gerapporteerd. Vanzelfsprekend dienen de resultaten daarvan te worden meegenomen bij de uitvoering van het maatwerk beheer. Geconstateerd wordt dat niets bekend is over de daarmee samenhangende letsel- en economische schade.

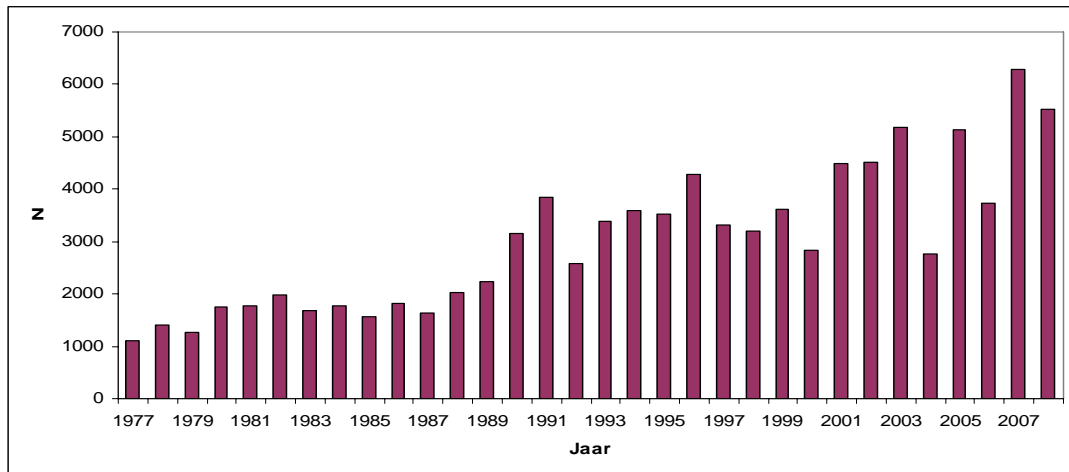
De onderzoekperiode, voorgesteld in deze ex ante evaluatie, is opgesplitst in twee fasen van vijf jaar. Na een voorbereidend jaar en eerste periode van vijf jaar vindt een evaluatie plaats waarin per deelproject wordt bezien of voldoende kennis is vergaard om het maatwerk beheer optimaal ten dienste te staan. Na deze evaluatie kan een deelproject, analoog aan het proces van lerend beheren, worden afgeblazen, aangepast of worden verlengd.

1 Inleiding en vraagstelling

1.1 Autecologie

Wilde zwijnen (*Sus scrofa scrofa* L.) behoren tot de superfamilie van de varkenachtigen (*Suioidea*). Het zijn evenhoevige, niet herkauwende zoogdieren (orde Artiodactyla, suborde Non-ruminantia). Gemiddeld is een volwassen wild zwijn ca. 150 cm lang en 75 cm hoog en weegt het 80 kg. Wilde zwijnen zijn alleseters met een sterke voorkeur voor mast (eikels, beukennotjes, tamme kastanjes). Ze beschikken over een knobbelgebit en stevige hoektanden. Ze kunnen tot diep in de bodem wroeten op zoek naar wortels, wortelstokken, voorraadkamers van bosmuizen en dierlijk voedsel. Vooral in mastrijke jaren wroeten ze in bermen van wegen en bospaden en op andere plekken met een grasmat. Dit kan te maken hebben met een verhoogde inspanning om dierlijk voedsel te bemachtigen (larven, regenwormen). Hierdoor zouden eiwittekorten, ontstaan als gevolg van een te eenzijdig dieet van mast, kunnen worden gecompenseerd. In winters met weinig mast zien we veel wroeten in adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*). Wilde zwijnen kennen zowel een sterke voedselterritorialiteit als lange, veelal nachtelijke trektochten op zoek naar voedsel. Wanneer sprake is van een lokaal groot voedselaanbod, kunnen tijdelijk aggregaties van meerdere familiegroepen optreden.

De voortplantingstijd van het wilde zwijn is oktober – november. Drie maanden + drie weken + drie dagen later worden in een nest (leger) de biggen geboren. De worpgrootte varieert met de leeftijd en conditie van de zeug, welke laatste op de Veluwe samenhangt met het aanbod aan mast. Onder gunstige omstandigheden zijn er bij volwassen zeugen twee worpen per jaar, doen de eenjarige (overloper) zeugen mee aan de reproductie en kunnen zelfs biggen al drachtig zijn. Het komt echter ook voor dat meer dan de helft van de biggen sterft binnen zes maanden na de geboorte tengevolge van (een combinatie van) koude, regenbuien, hagel, wormziekten, predatie of grote droogte. Om nog onopgehelderde redenen zijn de laatste jaren over het algemeen goede jaren voor het wilde zwijn geweest. Rekende men traditioneel met een jaarlijkse aanwas van ca. 100-150%, in de afgelopen periode was deze regelmatig 200-250% (Fig. 1). Deze toename van de wilde zwijnen vindt ook in Duitsland, Frankrijk en Luxemburg plaats (Schley & Roper, 2003; Groot Bruinderink, 2006; Petrak, 2006).



Figuur 1 Aantalsontwikkeling van de wilde zwijnen op de Veluwe. Bron: Vereniging Wildbeheer Veluwe

De vraag hoe op verantwoorde wijze om te gaan met al deze zwijnen wordt daarmee steeds urgenter. De Flora en faunawet, in het bijzonder het Besluit Faunabeheer, stelt dat een verantwoord populatiebeheer rekening houdt met belangen waarmee de grote wilde zoogdieren kunnen conflicteren. Ingeval van het wilde zwijn op de Veluwe zijn dit het (hierboven behandelde) agrarisch grondgebruik, de biodiversiteit, de veiligheid voor de weggebruikers, overige particuliere belangen, het dierenwelzijn en de zichtbaarheid voor het publiek.

1.2 Ex ante evaluatie en vraagstelling

Ieder jaar, vanaf het moment waarop van de eerste beukenootjes en eikels ('mast') vallen, verschijnen berichten in de pers over grote aantallen wilde zwijnen, daarmee samenhangende vormen van overlast en de intensiteit en wijze van populatiebeheer. De setting waarin het wilde zwijn de laatste jaren het nieuws haalt is daarmee overwegend negatief en doet weinig eer aan de inspanning van Rijk, Provincie, faunabeheerders en terreinbeherende organisaties voor het behoud en het bevorderen van een natuurlijke leefwijze van deze grote zoogdiersoort, rekening houdend met maatschappelijke belangen.

In het kader van het beleidsondersteunend onderzoek van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit hebben provincie Gelderland, de Faunabeheereenheid (FBE) Veluwe en de Vereniging Wildbeheer Veluwe (VWV; tekstkader 1) aangegeven behoefte te hebben aan kennis ter ondersteuning van het beheer van wilde zwijnenpopulaties. Die kennis is deels beschikbaar, deels ook niet. Om daarachter te komen was een haalbaarheidsstudie vereist, in de vorm van voorliggende *ex ante* evaluatie. Hierin wordt stilgestaan bij mogelijke gevolgen van maatwerk beheer voor de aantallen wilde zwijnen, hun gedragingen en hun gezondheid en welzijn. En daarmee samenhangend voor de biodiversiteit, de landbouwschade, de verkeersveiligheid en andere vormen van overlast. Ook wordt gezien wat de mogelijkheden zijn voor een experiment met terughoudend populatiebeheer.

Tekstkader 1

De Provincie Gelderland is verantwoordelijk voor de uitvoering van beheer en schadebestrijding van wilde dieren. De FBE Veluwe geeft in haar faunabeheerplan (FBP) invulling aan het beheer van bepaalde inheemse diersoorten op grond van de F&Fwet en het Provinciaal beleid. Bijstelling van beheer kan jaarlijks plaatsvinden met het door FBE ingediende werkplan, mits het binnen de kaders van het FBP past. Daar waar Provinciaal beleid ontbreekt, heeft de FBE een beleidsadviserende rol. De uitvoering van het faunabeheerplan wordt gecoördineerd door de WBE's. Op de Veluwe vervult de Vereniging Wildbeheer Veluwe sinds 1975 een coördinerende rol tussen de WBE's waar edelhert en wild zwijn voorkomen. Deze coördinerende rol van de VWV is ook in de statuten van de FBE Veluwe vastgelegd. Ze heeft hierdoor naast de coördinerende, een evaluerende en adviserende rol richting FBE.

In de ex ante evaluatie wordt aangegeven waar in de kennisbehoefte bij de uitvoering van het maatwerk beheer wordt voorzien door de lopende monitoring en waar aanvullend onderzoek is vereist. Op deze wijze worden de effecten van het maatwerk beheer in beeld gebracht en kan kennis en draagvlak worden gecreëerd. Wat betreft dit laatste aspect: het is van belang dat deze kennis de publieke discussie over het beheer van de wilde zwijnen kan aansturen en objectiveren.

Het jaarlijks door de FBE Veluwe bij de provincie in te dienen werkplan, biedt de mogelijkheid van tussentijdse bijstelling van het maatwerk beheer, bijvoorbeeld welke standen gewenst zijn en welke beheersafspraken daarbij worden gemaakt. Het maatwerk beheer kan daarom worden omschreven met de term 'lerend beheren'. Immers, de gevolgen van maatwerk beheer staan op voorhand niet vast. Onderzoeksvragen die zich hierbij aandienen zijn:

Wat is het effect van maatwerk beheer op:

- 1) de aantallen wilde zwijnen (dieetkeus, migraties, conditie, inventarisaties, zichtbaarheid, draagvlak, een ecologisch model als hulpmiddel);
 - 2) landbouwschade, verkeersveiligheid en andere vormen van overlast;
 - 3) de biodiversiteit;
 - 4) diergezondheid en dierenwelzijn;
- en
- 5) wat zijn de mogelijkheden en randvoorwaarden waaronder een experiment met terughoudend populatiebeheer kan plaatsvinden?

Leeswijzer

In lijn met deze vijf onderzoeksvragen worden achtereenvolgens behandeld aantallen (§ 3.1), landbouwschade, verkeersveiligheid en andere vormen van overlast (§ 3.2), biodiversiteit (§ 3.3), diergezondheid en dierenwelzijn (§ 3.4). Aan het slot van dit hoofdstuk wordt stilgestaan bij beheerexperimenten, waaronder een experiment met terughoudend populatiebeheer (§ 3.5). Aan het begin van iedere paragraaf in hoofdstuk 3 wordt verwezen naar de desbetreffende bijlage met achtergrondinformatie (Bijlage 1 t/m 5). Ten behoeve van de leesbaarheid wordt vervolgens per paragraaf volstaan met de essentie van het onderzoekaspect ter inleiding, gevolgd door een subparagraaf met indicatoren en onderzoekaspecten nodig voor een optimale uitvoering van het maatwerk beheer. Hoofdstuk 4 vormt de synthese in de vorm van een onderzoekvoorstel met bijbehorende fasering..

2 Mogelijke effecten van maatwerk beheer

2.1 Aantallen

Een belangrijk doel van het populatiebeheer is controle van de aantallen wilde zwijnen. Aantalregulatie vindt van nature plaats door dichtheidsafhankelijke en dichtheidsonafhankelijke processen. Een belangrijke dichtheidsafhankelijke factor is het voedselaanbod. In het navolgende wordt ingegaan op een aantal factoren welke te maken hebben met de aantallen wilde zwijnen.

De achtergrondinformatie bij deze paragraaf staat in Bijlage 1.

2.1.1 Aantallen, voedsel en conditie

Het dieet van wilde zwijnen is voornamelijk plantaardig. Mast (eikels, beukenootjes, tamme kastanjes) en breedbladige grassen zijn van groot belang. Het voedselaanbod is medebepalend voor trekbewegingen, gewicht, voortplantings succes en mortaliteit. Bij het ontbreken van mast treden in de loop van de winter energietekorten op door het ontbreken van vetreserves. Het gevolg is een vertraagde groei en een verminderd voortplantingssucces in het daarop volgend voorjaar. Opvallend is dat ook onder slechte omstandigheden er altijd dieren aanwezig zijn in een goede conditie. Zonder uitzondering zijn dit volwassen exemplaren. Het mechanisme hierachter is onbekend.

2.1.2 Inventarisaties

Ieder voorjaar organiseert de Vereniging Wildbeheer Veluwe een telling van de wilde zwijnen. Vanwege de slechte doorkijkbaarheid van het bos en het feit dat lang niet alle wilde zwijnen op de voerplaatsen komen, is dit een lastige bezigheid. Omdat nauwgezet elk jaar volgens dezelfde methode wordt geteld is de uitkomst weliswaar niet nauwkeurig maar wel informatief over de minimaal aanwezige stand. Ook wordt inzicht in trends verkregen. Wanneer herhaalde inventarisaties nodig zijn, bijvoorbeeld in een experiment met terughoudend populatiebeheer, staan een aantal methoden ter beschikking, op basis van directe en/of indirecte waarnemingen. Veelal wordt gebruik gemaakt van vangst - merk - terugvangst (terugzien) of van lijn - transect methoden. Als hulpmiddelen bij directe waarnemingen worden wel (IR)camera's en schijnwerpers gebruikt. Bij indirecte waarnemingen wordt gebruik gemaakt van keuteltellingen. Aan iedere methode kleven nadelen en het lijkt erop dat de thans gehanteerde methode de best toepasbare is.

2.1.3 Zichtbaarheid

Voor recreanten en voor de beheerder (tellingen) is de zichtbaarheid van wilde zwijnen van belang. Deze wordt beïnvloed door de doorkijkbaarheid van een gebied en het gedrag van wilde zwijnen (terreingebruik, activiteitspatroon). Er bestaat geen 1 op 1 relatie tussen de aantallen wilde zwijnen in een gebied en de zichtbaarheid ervan. Het is denkbaar dat de mens, in het bijzonder de jagende mens, bij wilde zwijnen een anti - predator gedrag oproept. Ook onvoorspelbare vormen van recreatie, waarbij de dieren als het ware worden verrast, veroorzaken onrust en vluchtgedrag. Het gevolg daarvan kan zijn een heimelijke leefwijze en daarmee samenhangende geringe zichtbaarheid.

2.1.4 Ecologische modellen

Een ecologisch model is een versimpeling van de werkelijkheid waarmee effecten van beheer inzichtelijk kunnen worden gemaakt. De unieke relatie tussen het wilde zwijn en de mast op de Veluwe werd ooit samengevat in een ecologisch model dat ten grondslag ligt aan de voorjaarsstand van ca. 860 stuks welke de laatste jaren voor de vrije wildbaan (gebied buiten de grote rasters van bijvoorbeeld het NP De Hoge Veluwe en het Kroondomein) van het Centraal Veluw's Natuurgebied (CVN) werd aangehouden.

Wanneer het maatwerk beheer dient te worden ondersteund door ecologische modellen bestaan er een aantal redenen om dit model te actualiseren en te toetsen op nauwkeurigheid. Die redenen hebben te maken met de in het model gebruikte gegevens aangaande mast en eigenschappen van het wilde zwijn (bijvoorbeeld leeftijd- en geslachtsgebonden sterfte, natuurlijke aantalregulatie). Ook is een analyse van het tot op heden gevoerde beheer van belang om de nauwkeurigheid van het gebruikte model te toetsen en eventueel een andere modelbenadering te kiezen. Met betrekking tot de beschikbaarheid van mast beschikken we thans over twee databestanden uit de periode 1930-heden. Analyse van deze set kan licht werpen op de waarde van een juiste mastvoorspelling voor het te voeren populatiebeheer.

2.1.5 Indicatoren en onderzoekaspecten

Voedsel

Het onderzoek naar de beschikbaarheid van mast en breedbladig gras heeft actualisering, mede i.v.m. met aanpassing van de ecologische modellen die het maatwerk beheer moeten ondersteunen. Hierbij dient de aandacht ook uit te gaan naar het effect van verloofing van de Veluwe en naar een mogelijk effect van de opwarming van de aarde. Analyse van een lange reeks van mastgegevens is relevant om op enig moment in het jaar uitspraken te kunnen doen over het verwachte voortplantingssucces van de zwijnen in het voorjaar daarop volgend. Kwantificering van de mastval is een belangrijke bouwsteen voor het model (energieaanbod voor de

wilde zwijnen). Een actueler kartering van de Veluwe moet worden gebruikt voor toepassing van het ecologisch model op Veluwe schaal.

Binnen het kader van het onderzoek naar het voedselaanbod dient ook te worden gekeken naar de rol welke de kadavers en ingewanden (geweide) van geschoten dieren spelen als onderdeel van het menu van het wilde zwijn, c.q. hun conditie, voortplantingssucces en migratiepatroon.

Conditie

Maatgevend voor de conditie van dieren binnen een populatie zijn het gewicht, het voortplantingssucces en de sterfte per geslacht en leeftijdsklasse. Van belang is onderzoek naar de overlevingskans van biggen bij wisselende weers- en voedselomstandigheden. In het tot op heden uitgevoerde onderzoek werden de dieren weliswaar niet bijgevoerd maar was wel sprake van aantalscontrole door afschot. Dit heeft geïnterfereerd met de natuurlijke aantalregulatie (terugkoppeling) door het energieaanbod. Het is dan ook onbekend welke factoren op welke wijze de dynamiek van een niet gereguleerde populatie wilde zwijnen beïnvloeden.

Migraties

Indien maatwerk beheer leidt tot verschuivingen in de leeftijd- en geslachtsstructuur van (deel)populaties heeft dit, naast een effect op de voedselbehoefte en de conditie, ook gevolgen voor migraties, gedrag en daarmee de zichtbaarheid van de wilde zwijnen. Deze mogelijke effecten van maatwerk beheer dienen daarom te worden gevolgd.

Inventarisaties

Een studie naar de effecten van dichtheidsafhankelijkheid vereist kennis over de dichtheid. Voor alle leefgebieden zijn de uitkomsten van de voorjaarstelling en de afschotstatistieken beschikbaar. Deze vormen de basis onder het maatwerk beheer.

In een experiment met terughoudend populatiebeheer is daarnaast jaarrond informatie over de ontwikkeling van de aantallen gewenst. De aandacht zal daarom uit moeten gaan naar toepasbaarheid van geschikte inventarisatietechnieken, aanvullend aan de thans gebruikelijke inventarisatiemethode. Let wel, naast en nooit in de plaats van de tot op heden gehanteerde methode. In bedoeld experiment zullen aanvullende, jaarrond waarnemingen worden gedaan met behulp van de lijn - transect (distance) methode.

Zichtbaarheid

Beheer van grotere gebieden met als doel een grotere zichtbaarheid van wilde hoefdieren is op de Veluwe op dit moment niet aan de orde m.u.v. delen van het NP De Hoge Veluwe. Wanneer de factoren die ten grondslag liggen aan de keuze van wilde zwijnen voor het al dan niet dagactief zijn bekend zijn, kan de mogelijkheid om wild te zien worden vergroot (Altendorf et al., 2001; Brown & Kotler, 2007). Indien het maatwerk beheer leidt tot vervrouwelijking en verjonging van (deel)populaties heeft dit een effect op het gedrag en daarmee de zichtbaarheid van de dieren. Dit type van mogelijke effecten van maatwerk beheer dienen daarom te worden gevolgd.

Factoren die bij het onderzoek naar zichtbaarheid meegenomen moeten worden zijn:

- De wijze van ingrijpen in de populatie (wel of geen afschot van leidzeug).
- De duur van het afschotseizoen.
- De ruimtelijke verdeling van afschot (bv niet schieten op open terrein, afschot op wisselende locaties, jachtvrije zones, jagen langs wegen en in de bebouwde kom).
- Het effect van alternatieve methoden (geluidsdempers, vangkooien, vangkralen, aanzit vs eenmalige drijf/druk/bewegingsjacht).
- Voedselaanbod i.r.t. terreingebruik en verstoring (jacht, recreatie).
- Het effect van lokvoer/wildweides (wildobservatiepunten zonder afschot).

Het onderzoek naar de effecten van uiteenlopende afschotmethodieken op zichtbaarheid van wilde zwijnen dient in één leefgebied plaats te vinden om alle andere factoren die de zichtbaarheid beïnvloeden zoveel mogelijk uit te sluiten. De zichtbaarheid dient gestandaardiseerd en jaarrond te worden bepaald bijvoorbeeld door lijn - transect waarnemingen.

Ecologische modellen

De voorgenomen ecologische modellering sluit aan bij de aspecten voedsel en conditie en beantwoordt de vraag over de werking van dichtheidsafhankelijke mechanismen (bij voorbeeld een verminderd voortplantingssucces bij hoge dichtheid). Het product hiervan is een instrument voor de beheerder, waarmee hij op eenvoudige wijze en op de schaal van bijvoorbeeld een leefgebied de verwachte populatieontwikkeling in het komende seizoen in beeld kan brengen. Dit kan hij vervolgens gebruiken om het maatwerk beheer op te baseren.

Een tweede onderzoeksaspect waarbij ondersteuning door een model van belang is betreft de ruimtelijke beschikbaarheid en benutting van het voedsel op schaal van de gehele Veluwe. Hier gaat het erom de vraag te beantwoorden waar en hoeveel voedsel beschikbaar is in relatie tot de voedselbehoefte van de wilde zwijnen. Het doel daarbij is inzicht te verschaffen in de mismatch die kan optreden tussen lokale aantallen en beschikbaarheid van voedsel en de migraties die dat kan veroorzaken. Hieraan zit ook een verkeersveiligheidsaspect: hoe meer bewegingen, des te groter de kans op aanrijdingen.

Beide deelmodellen worden geïntegreerd in een ruimtelijk populatiedynamisch model waarmee beheersscenario's kunnen worden doorgerekend waarmee het maatwerk beheer kan worden onderbouwd.

Voorgesteld wordt een analyse uit te voeren van de beschikbare datasets van het mastaanbod ter ondersteuning van het ecologisch model. (Voorspelling van de) periodiciteit van de mastval per boomsoort en de relatie met het klimaat zijn hiervan onderdeel.

2.2 Landbouwschade, verkeersveiligheid, overige overlast

Een belangrijke reden voor de uitvoering van de ex ante evaluatie betreft overlast welke van wilde zwijnen wordt ondervonden door de landbouw en het wegverkeer. Daarnaast komen er meer dan voorheen klachten van particulieren die hun eigendommen zien geschaad door wilde zwijnen. Op een aantal van dit soort zaken wordt hieronder nader ingegaan.

De achtergrondinformatie bij deze paragraaf staat in Bijlage 2.

2.2.1 Landbouwschade

Bij wilde zwijnen varieert het totaal door het Faunafonds voor de Veluwe vergoede bedrag over de afgelopen tien jaar tussen € 6.000,- en € 14.000,- (Anonymus, 2009). Bijna alle landbouwgewassen zijn in trek bij wilde zwijnen. Op de Veluwe is de schade het grootst aan maïsakkers en weilanden, maar dat komt ook doordat de uiterst aantrekkelijk gewassen aardappels en suikerbieten goed zijn uitgerasterd.

In jaren zonder eikels en beukennoten neemt de druk op rasters toe en weten wilde zwijnen nogal eens een gaatje te vinden dan wel te maken. Hierdoor komen ze in landbouwgebieden waar ze ongewenst zijn. Het uitrasteren van de grotere landbouwenclaves tegen wilde zwijnen heeft de hoeveelheid schade aanzienlijk teruggebracht in vergelijking tot de periode van voor 1992 (Anonymus, 2009).

Maatwerk beheer kan leiden tot verschillen in dichtheid aan wilde zwijnen in delen van de Veluwe. Echter, de relatie tussen die dichtheid en de overlast voor de landbouw is onduidelijk. Pas bij zeer lage dichtheden zien we een effect. Ook kan maatwerk beheer een effect hebben op de populatiestructuur en daarmee op het risico van landbouwschade.

2.2.2 Verkeersveiligheid

Vanaf 1999 zijn tussen 400 en 1200 aanrijdingen met wilde hoefdieren per jaar geregistreerd. Het leeuwendeel betreft aanrijdingen met wilde zwijnen (100 – 700 per jaar) en reeën (200 – 450 per jaar). Het aantal aanrijdingen per jaar met edelherten schommelt tussen 20 tot 70 stuks. Op dit moment (2009) loopt een onderzoek naar de factoren die een rol kunnen spelen bij aanrijdingen met wilde hoefdieren waaronder wilde zwijnen. Daarin worden de data die in opdracht van de provincie Gelderland door de Vereniging Wildbeheer Veluwe vanaf de 70-er jaren zijn verzameld, geanalyseerd. In deze analyse wordt o.a. gekeken naar een mogelijk effect van de dichtheid aan wilde zwijnen in de omgeving van een aanrijding. Vanzelfsprekend dienen de resultaten te worden meegenomen bij de uitvoering van het maatwerk beheer. De rapportage is einde 2009 gereed. Op deze plaats zij vermeld dat schade, letsel etc. niet worden geregistreerd. Ook bestaat er geen zicht op de

omvang van het bedrag dat is gemoeid met het herstel van omgewroete en veronkruidde bermen en fietspaden door rijk, provincie en gemeenten.

2.2.3 Overlast particulieren

Op basis van data van het meldpunt wildschade van de Provincie Gelderland over 2007-2008 kan inzicht worden verkregen in diverse vormen van overlast door wilde zwijnen zoals die wordt ervaren door particulieren. Het gaat daarbij meestal om omgewoelde borders en gazons. Onbekend is echter welk deel van dit soort overlast feitelijk wordt gemeld. Gewenning aan vormen van overlast en het uitblijven van vergoedingen kan ertoe leiden dat minder bewoners melding doen.

2.2.4 Indicatoren en onderzoekaspecten

Landbouwschade

Landbouwschade wordt gemeld bij en afgehandeld door het Faunafonds. Het Faunafonds geeft ook instant adviezen met betrekking tot voorkomen en beperken van de schade. Dit is dan ook de aangewezen instantie om het effect van maatwerk beheer op landbouwschade te monitoren. Na een aantal jaren kan dan worden bezien of aanvullende maatregelen in de zin van habitatmanipulatie, afweermiddelen en daarmee samenhangende voorlichting aan betrokkenen noodzakelijk zijn.

Verkeersveiligheid

Met betrekking tot de verkeersveiligheid vormt het aantal aanrijdingen met wilde zwijnen (inclusief informatie over letsel en schadebedragen) een belangrijke toets voor het resultaat van maatwerk beheer. In combinatie met lokale aantallen, populatiestructuur en terreingebruik en factoren die dit beïnvloeden zoals beheer, jacht en recreatie, kan het effect van maatwerk beheer in beeld worden gebracht.

Overige vormen van overlast

Bij het monitoren van de overige vormen van overlast vormt het meldpunt van de provincie Gelderland de aangewezen weg. Optimalisatie van het meldpunt door het vergroten van bekendheid en toegankelijkheid verdient aanbeveling.

Bij continuering van de thans gevolgde procedures kan na verloop van een periode van vijf en tien jaar het effect van maatwerk beheer op de aard en omvang van de overlast bij particulieren, de landbouwschade en de verkeerschade inzichtelijk worden gemaakt.

Draagvlak

Landbouwschade, verkeersveiligheid en overige vormen van overlast bepalen in belangrijke mate het draagvlak voor het gekozen populatiebeheer. Het verdient aanbeveling om het draagvlak voor het maatwerk beheer regelmatig te peilen.

2.3 Biodiversiteit

Tijdens het wroeten op zoek naar voedsel, ploegen zwijnen de bodem om, wat leidt tot verstoring van de wortelzone, de humuslagen inclusief de strooisellaag, het onderliggende bodemprofiel en daarmee mogelijk tot een effect op de biodiversiteit. De verwachting is dat de dichtheid aan wilde zwijnen bepalend is voor de wroetintensiteit en daarmee voor een mogelijk effect daarvan op de biodiversiteit.

De mate van verstoring door wroeten (diepte, frequentie), de eigenschappen van de bodem en de opstandstypen spelen hierbij naar verwachting een rol. Oude eikenbossen en heischrale vegetaties vormen op de Veluwe een belangrijk refugium voor karakteristieke plantensoorten en vegetatietypen die door natuurlijke successie, kunstmatige (extra) verzuring en stikstofdepositie bedreigd zijn. Naast een effect op deze vegetatietypen, kunnen hoge dichtheden mogelijk een effect hebben op de kleine fauna, zoals reptielen en op paddenstoelen. Hierop wordt in het navolgende dieper ingegaan.

De achtergrondinformatie bij deze paragraaf staat in Bijlage 3.

2.3.1 Indicatoren en onderzoekaspecten

Belangrijke indicatoren voor het maatwerk beheer zijn de dichtheidsafhankelijke effecten van de aanwezigheid van wilde zwijnen op eigenschappen van humusprofielen en het voorkomen van indicatieve soorten flora, fauna (reptielen) en paddenstoelen in meerdere fysiotopen en opstands- of vegetatietypen.

Onderzoek zou uit moeten gaan van:

- 1) Differentiatie in dichtheden wild zwijn tussen regio's: geen zwijnen (exclosure; nulstandgebied), lage dichtheden (Noord Veluwe), hogere dichtheden (Zuid Veluwe), fluctuerende aantallen (experiment met terughoudend beheer) en binnen beheereenheden (bijv. bosreservaten);
- 2) Meerdere opstandstypen/vegetatietypen van gelijke leeftijd en/of historische achtergrond (binnen een fysiotop), tenminste oude eikenbossen en bermen van oude infrastructuur;
- 3) Meerdere fysiotopen.

Bij een keuze voor hogere dichtheden aan wilde zwijnen is het raadzaam om het onderzoek te richten op bodem en humuskaracteristieken in oude eikenbossen en oude wegbermen. Bermen van oude wegen en grotere bospaden herbergen een belangrijk deel van de soortenrijkdom aan vaatplanten- en paddenstoelen op de Veluwe. Dit habitatype is ook aantrekkelijk voor wilde zwijnen die ze regelmatig diep omwroeten, zowel op rijke als op zeer arme gronden. Er kunnen twee typen bermen worden onderscheiden: bermen met belangrijke heischrale vegetaties (vaak door heidegebieden) en bermen met belangrijke zoomvegetaties en oud-bosplanten. Beide type bermen betreffen Natura 2000-habitatype en zijn als zodanig ook een belangrijk leefgebied voor (bedreigde) paddenstoelen. In het wegbermbeheer zitten dus twee belangrijke componenten: verkeersveiligheid en biodiversiteit.

2.4 Diergezondheid en dierenwelzijn

De meeste wilde hoefdieren zijn, evenals gehouden dieren, vatbaar voor besmettelijke dierziekten als klassieke varkenspest (KVP), Afrikaanse varkenspest (AVP) en mond- en klauwzeer (MKZ). Wederzijdse besmetting is dus mogelijk.

Waar de veehouderij – vanuit economisch perspectief – streeft naar een zo hoog mogelijke gezondheidsstatus, zien beheerders van natuurterreinen dierziekten als een natuurlijk proces, dat men bij voorkeur laat uitwoeden. Uitbraken van besmettelijke dierziekten in de gedomesticeerde populatie hebben grote (economische) gevolgen en leiden tot drastische bestrijdingsmaatregelen, welke ook ongewenste gevolgen kunnen hebben voor de wilde hoefdierpopulaties. Een belangrijke maatregel in dit verband is het compartimenteren van het Veluw's leefgebied van de wilde zwijnen in kleinere gedeelten door gebruik te maken van zwijnenrasters.

Jaarlijks worden bloedmonsters afkomstig van een steekproef van geschoten wilde zwijnen getest op antilichamen tegen KVP virus (KVPV), SVD virus (SVDV), ZvA virus (PRV) en *Trichinella* spp. Na de MKZ epidemie van 2001 is hieraan een serologische test toegevoegd voor antilichamen tegen MKZ virus (MKZV).

Tot nog toe zijn geen antistoffen tegen SVD, ZvA, MKZ en KVP aangetroffen in de wilde zwijnen populatie binnen het leefgebied de Veluwe. Ook *Trichinella* spp. kon niet worden aangetoond.

Het vaststellen van het welzijn van een dier of een populatie dieren is lastig. Veelal neemt men zijn toevlucht tot een maat voor de conditie als indicator, bijvoorbeeld het lichaamsgewicht of het voortplantingssucces. Lastiger wordt het wanneer de omvang en samenstelling van een populatie of groep als maat voor het welzijn wordt gekozen. Ethologisch onderzoek kan licht werpen op het gedrag en factoren waardoor dit wordt beïnvloed. Eventuele effecten van maatwerk beheer op dit gedrag kunnen slechts worden vastgesteld door uitputtend onderzoek in gebieden met uiteenlopende beheerintensiteit en daarmee samenhangende dichtheden. In het navolgende wordt hierop nader ingegaan.

De achtergrondinformatie bij deze paragraaf staat in Bijlage 4.

2.4.1 Indicatoren en onderzoekaspecten

Diergezondheid

De belangrijkste determinanten van het veterinaire risico voor de hierboven behandelde, zeer besmettelijke dierziekten zijn (a) de bewegingspatronen van de wilde zwijnen, (b) de populatieomvang en -structuur en (c) de prevalenties (besmettingsgraad). Wat dit laatste betreft: de huidige monitoring van de zwijnen op de Veluwe door de GD mag als afdoende bewaking worden beschouwd van de besmettingsgraad, ook voor het geval dat de dichtheden zullen wijzigen bij maatwerk beheer. Van belang is wel dat de bewaking zich uitstrekt tot alle leefgebieden.

Op dit moment schiet de kennis over populatieomvang, populatiestructuur en migraties door wilde zwijnen tekort. Die kennis is onontbeerlijk voor een juiste risico-inschatting van de besmettingskans en transmissiesnelheid van genoemde dierziekten. Voorgesteld wordt om in het kader van besmettelijke dierziekten onderzoek te doen naar twee aspecten welke te maken hebben met het voorgenomen maatwerk beheer van wilde zwijnen op de Veluwe, namelijk:

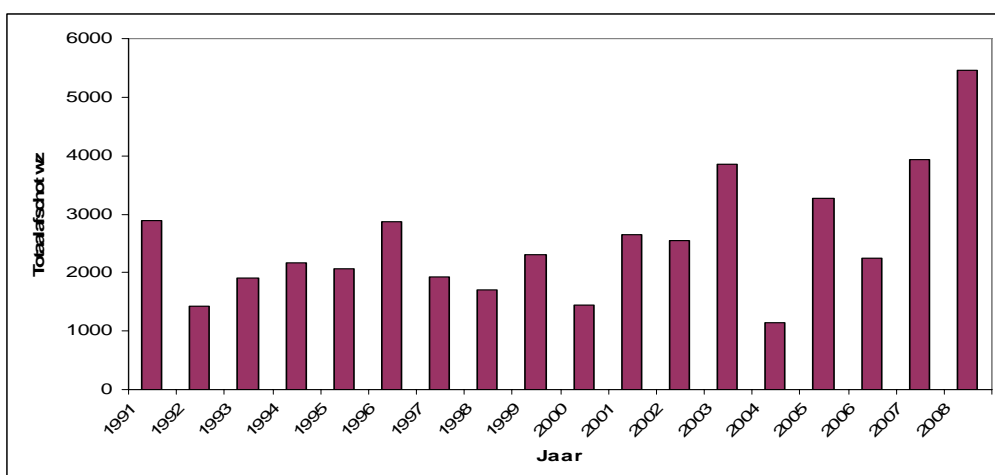
- 1) methodieken om de populatieomvang en populatiestructuur te bepalen;
- 2) migraties en factoren waardoor ze worden veroorzaakt.

Dierenwelzijn

Wat betreft het vaststellen van effecten van beheer op dierenwelzijn wordt uitgeweken naar de resultaten van het onderzoek naar dagactiviteit (van gezenderde dieren) in combinatie met gegevens over de omvang en samenstelling van de groepen zwijnen, het voedselaanbod, de conditie, het voortplantingssucces en de omvang van het curatief afschot.

2.5 Beheerexperimenten

Bij het voorkomen en bestrijden van schade, aanrijdingen of en andere vormen van overlast speelt populatiebeheer (afschot) een rol. In de laatste jaren was dit populatiebeheer gericht op een voorjaarsstand van ca. 850 stuks, te bereiken door afschot in de periode juli – januari. Als het afschotquotum niet wordt gehaald of moet worden vergroot, kan de afschotperiode worden verlengd tot maximaal 15 maart. De omvang die het jaarlijks afschot heeft bereikt en de effecten daarvan op de samenstelling van de populatie, baren niet alleen de (fauna)beheerders en de politiek zorgen (Fig. 2). In toenemende mate worden door ‘het publiek’ vragen gesteld bij de effecten van het beheer, bijvoorbeeld op gedrag en welzijn van de wilde zwijnen, maar ook bij de effectiviteit. Wat dit laatste betreft wordt geopperd dat een keuze voor 850 stuks in het voorjaar betekent dat ieder winterhalfjaar een substantiële afschotinspanning moet worden verricht (zie ook Tekstkader 3 in Bijlage 1).



Figuur 2. Afschot wilde zwijnen op de Veluwe. Het afschot is het verschil tussen de getelde populatiegrootte en de gehanteerde doelstand. Bron: Vereniging Wildbeheer Veluwe

2.5.1 Maatwerk beheer

De provincie Gelderland en de Faunabeheereenheid Veluwe zoeken de oplossing in differentiatie van de intensiteit van het populatiebeheer van wilde zwijnen in tijd (afhankelijk van het aanbod aan mast) en plaats (afhankelijk van de zwaarte waarmee genoemde belangen lokaal een rol spelen; Anonymus, 2009). Gedifferentieerd of maatwerk beheer dus (Tekstkader 2). De traditioneel vaste doelstand van ca. 850 stuks in het voorjaar wordt daarmee verlaten. Maatwerk beheer zal voor de hele Veluwe van toepassing zijn, variërend van nulstandgebieden waarin geen zwijnen worden toegestaan, via gebieden met een lage zwijnendichtheid tot gebieden met meer ruimte voor aantalschommelingen als reactie op een wisselend natuurlijk voedselaanbod. Cf. staand provinciaal beleid wordt de A1 bij de differentiatie in beheer gezien als scheidslijn tussen de Noord en Zuid Veluwe. Op de Noord Veluwe zal strikt de hand worden gehouden aan lage dichtheden vanwege een geschiedenis van relatief veel overlast. Op de Zuidwest, Zuidoost en Midden Veluwe worden de doelstanden verruimd. In deze gebieden, waar de diverse vormen van overlast minder of niet spelen, bestaat de mogelijkheid om het jaarlijks afschot af te stemmen op de heersende voedselsituatie. Er dient daarbij altijd, ongeacht de intensiteit van het beheer, aandacht te zijn voor flankerende maatregelen om schade, aanrijdingen en andere vormen van overlast te voorkomen.

Tekstkader 2

Een voorbeeld van maatwerk beheer

Het beheer van de wilde zwijnen die permanent leven in de parken en bossen van de Duitse deelstaat Berlijn kan met recht maatwerk beheer worden genoemd (Hofer & Erlbeck, 2007). De totale oppervlakte van het Land Berlijn bedraagt 89000 ha waarvan 60000 ha bewoond en daardoor onbejaagbaar is. Op 18000 ha wordt regulier gejaagd. In een stedelijk gebied van ca. 11000 ha wordt vaak zeer lokaal ingegrepen, om overlast te beperken en om veterinaire en welzijnsredenen (www.stadtentwicklung.berlin.de/forsten of www.izw-berlin.de). Op deze manier worden ca. 1500 dieren per jaar geschoten in een sterk geürbaniseerd gebied. Dit maatwerk afschot wordt begeleid met onderzoek naar onder meer de effectiviteit en het migratiepatroon van de wilde zwijnen. Maatwerk beheer blijkt in deze situatie onder lastige omstandigheden, mits begeleid door onderzoek en voorlichting, realiseerbaar.

2.5.2 Een experiment met terughoudend populatiebeheer

De achtergrondinformatie bij deze paragraaf staat in Bijlage 5.

Het afschot afstemmen op het mastaanbod, zoals hierboven aangegeven voor delen van de Zuid Veluwe, houdt in dat er weliswaar afschot is, maar dat bij een goed mastaanbod minder afschot is dan voorheen. De doelstand wordt dan ook hoger dan de tot nu toe voorgeschreven doelstand in de jaren dat het mastaanbod goed is. Bij slechte mastjaren laat men de stand weer dalen. Dit is dan ook makkelijker te verwerken. De wilde zwijnen komen namelijk makkelijker op het lokvoer af.

Maatwerk beheer houdt tevens in dat tijdens de looptijd van het FB-plan ook de mogelijkheid van een praktijkproef met terughoudend populatiebeheer kan worden

verkend. Dit is een plek waar, ongeacht het mastaanbod, zo min mogelijk wordt ingegrepen in de aantallen zwijnen, in overleg met aangrenzende beheerders. In het begeleidend onderzoek zal de aandacht uitgaan naar het mechanisme van natuurlijke aantalregulatie, de gevolgen voor de populatiestructuur en –dynamiek en naar migraties.

Zowel maatschappelijk als ecologisch is een dergelijk experiment van belang. Ofschoon op de Veluwe uitputtend onderzoek is gedaan naar de populatiedynamiek van niet bijgevoerde populaties wilde zwijnen, is nooit onderzoek gedaan naar het effect van een terughoudend populatiebeheer. Terughoudend populatiebeheer heeft naar verwachting een effect op de populatieomvang van wilde zwijnen, maar het is onbekend wanneer en hoe dit effect zich zal manifesteren. In het bijzonder dient de aandacht daarbij uit te gaan naar aantalregulatie door het voedselaanbod, populatiestructuur en migraties.

Het betreffende onderzoeksgebied dient een voldoende groot en qua bodem- en bossamenstelling voldoende representatief deel van de Veluwe te zijn. Het is verstandig om voor de duur van het experiment minimaal uit te gaan van enkele generaties wilde zwijnen waarmee ook een diversiteit aan mastaanbod lijkt gegarandeerd. Een randvoorwaarde die FBE, en daarmee de provincie, stelt is dat een dergelijk experiment moet plaatsvinden binnen een omheind terrein, hoewel ecologisch gezien hier waarschijnlijk geen noodzaak voor bestaat.

2.5.3 Haalbaarheid beheerexperimenten

Voorgesteld wordt om bij de instelling van een terughoudend populatiebeheer de weg der geleidelijkheid te bewandelen opdat ongewenste effecten tijdig kunnen worden gesignaleerd en indien nodig het experiment kan worden aangepast.

Maatwerk beheer resulteert in verschillen in omvang en daarmee dichtheid van de deelpopulaties wilde zwijnen in de verschillende leefgebieden op de Veluwe. Het betreft een vorm van lerend beheren waarmee ervaring moet worden opgedaan.

In dit hoofdstuk is uitputtend ingegaan op ontwikkelingen die samenhangen met een op maat gesneden beheer van de wilde zwijnen en op de bijbehorende indicatoren en onderzoeksaspecten. Het antwoord op de vraag in hoeverre dit beheer haalbaar is, ligt besloten in het gedrag van nader te benoemen, specifieke criteria voor de aangegeven indicatoren. De kracht van maatwerk beheer zit hem juist in de onderlinge afstemming hieromtrent tussen betrokken partijen. In het onderzoek zal daar dan ook de aandacht naar uitgaan in een interactief proces tussen eigenaren, beheerders en onderzoekers. In hoofdstuk 4 wordt daar nader bij stilgestaan.

2.5.4 Indicatoren en onderzoeksaspecten

In de leefgebieden ten noorden en ten zuiden van de A1 dienen aard en omvang van het afschot en de gevolgen van het maatwerk beheer voor de omvang van de populaties, de leeftijd- en geslachtstructuur en de groepsgrootte en -samenstelling te

worden gevolgd. Hetzelfde geldt voor de gewichten van de dieren als maat voor hun conditie en het effect van uiteenlopende dichtheden op de biodiversiteit. In het experiment met terughoudend populatiebeheer kan worden onderzocht hoe conditie, mortaliteit en voortplanting en daarmee de populatieomvang en –structuur afhangen van het energieaanbod. Belangrijke aspecten hierbij zijn de overlevingskansen per geslacht- en leeftijdscategorie en dichtheidsafhankelijke terugkoppelingsmechanismen. Ook de bewegingen van de wilde zwijnen (terreingebruik en migraties) dienen te worden onderzocht, mede in relatie tot aanpalende eigenaren. De ‘weg terug’ dient te worden bewaakt, dat wil zeggen dat de aantallen niet zo mogen oplopen dat er geen weg terug meer is om door middel van populatiebeheer (afschot) opnieuw een acceptabele stand te bereiken. Er dienen criteria met drempelwaarden te worden afgesproken op basis waarvan sprake zal zijn van aanpassen of afblazen van het experiment.

3 Onderzoek bij maatwerk beheer

De argumentatie voor de vereiste schaal in tijd en ruimte staat in Bijlage 5

Per onderzoekthema uit §2.2 is in de voorafgaande hoofdstukken aangegeven welke de belangrijkste onderzoekaspecten zijn van het maatwerk beheer. In het onderzoek worden twee lijnen onderscheiden:

1. *algemeen onderzoek* bij het maatwerk beheer in vijf leefgebieden (Noord, Zuidwest, Midden en Zuidoost Veluwe, het Nationale Park De Hoge Veluwe) en in nulstandgebied op de Veluwe
2. *experimenteel onderzoek* naar effecten van terughoudend beheer in een deel van één of meerdere van deze leefgebieden

Onder het kopje Algemeen onderzoek (§4.1) valt het onderzoek dat nu deels al plaatsvindt, in het algemeen in het kader van het reguliere populatiebeheer met daaraan gekoppelde monitoring. Daaraan is een rubriek ‘nieuw onderzoek’ toegevoegd dat extra moet worden uitgevoerd ter ondersteuning van het toekomstig maatwerk beheer. Het betreft onderzoek waarvan de uitvoering in het algemeen de inzet van ecologen vergt.

Het onderzoek gerangschikt onder het kopje Experimenteel onderzoek (§4.2) betreft het onderzoek in een experiment met terughoudend beheer. De resultaten zijn essentieel voor de begeleiding van het toekomstig maatwerk beheer. Immers, in het kader van lerend beheren kunnen de resultaten van dit onderzoek leiden tot wijzigingen in het beheer. Het experimenteel onderzoek dient te worden uitgevoerd door ecologen in samenwerking met de terrein- en faunabeheerders.

Het algemeen en experimenteel onderzoek zijn complementair. De combinatie van de uitkomsten van het algemeen en het experimenteel onderzoek werpt licht op de dichtheidsafhankelijkheid van de effecten van wilde zwijnen. Voorwaarde qualitate qua is een range in dichtheden. Het voorgenomen maatwerk beheer in combinatie met het mastaanbod en een experiment met terughoudend beheer moeten resulteren in een dergelijke range.

Afbakening

Er zijn uitzonderingen die hier niet verder worden besproken, zoals het onderzoek naar alternatieve vormen van aantalscontrole, de effecten daarvan op zichtbaarheid en op het draagvlak voor het beheer. Onderzoek naar zichtbaarheid en draagvlak zou kunnen worden uitgevoerd door de Faunabeheereenheid Veluwe (of de lokale Wildbeheereenheid), eventueel in samenwerking met ecologen. Op de monitoring van landbouwschade, verkeersveiligheid en andere vormen van overlast wordt niet nader ingegaan, omdat monitoring van deze aspecten is gewaarborgd bij continuering van de huidige monitoring door respectievelijk Faunafonds, provincie Gelderland en Vereniging Wildbeheer Veluwe. Hetzelfde geldt voor de veterinaire bewaking door de Gezondheidsdienst voor Dieren (GD) te Deventer.

Wel moet worden benadrukt dat ook voor dit type onderzoek geldt, dat het idealiter in alle leefgebieden wordt uitgevoerd om na vijf en eventueel tien jaar een mogelijk effect van het maatwerk beheer in beeld te kunnen brengen.

3.1 Algemeen onderzoek

Mast

- **Lopend onderzoek**

De VWV en het IPC Groene Ruimte publiceren jaarlijks een score voor de mast van inlandse eik, Amerikaanse eik en beuk op de Veluwe. Aangevuld met gegevens van ouder datum beschikken we over datasets over de periode 1930-1967 voor heel Nederland en over de periode 1970-heden voor de Veluwe. Door de jaarlijkse telling door de VWV worden gegevens verkregen over de populatieomvang en –structuur van wilde zwijnen, edelherten en damherten in het voorjaar.

- **Nieuw onderzoek**

Analyse van deze datasets in combinatie met gegevens het KNMI, werpt licht op het effect van weersomstandigheden tijdens bloei en vruchtzetting op de jaarlijkse mastproductie. Hierdoor worden uitspraken vooraf over conditie en aanwas van wilde zwijnen in de herfst, winter en voorjaar daarop beter gefundeerd. Hetzelfde geldt voor de dynamiek in mastaanbod tussen de jaren en een mogelijk effect van klimaatsverandering en verloofing op deze belangrijke voedselbron.

Populatie

- **Lopend onderzoek**

Door de jaarlijkse telling door de VWV worden gegevens verkregen over de populatieomvang en –structuur van wilde zwijnen in het voorjaar.

- **Nieuw onderzoek**

Analyse van bestaande (1992-heden) en toekomstige gegevens maakt duidelijk of er een effect is van maatwerk beheer op de populatieomvang en –structuur van het wilde zwijn per leefgebied in het voorjaar. Indien het maatwerk beheer leidt tot vervrouwelijking en verjonging van (deel)populaties heeft dit een effect op de voedselbehoefte en daarmee op het wroetgedrag. Dit soort mogelijke effecten van maatwerk beheer dienen daarom te worden gevolgd.

Groep

- **Lopend onderzoek**

In de jaarlijkse telling van de VWV worden gegevens verkregen over de groeps grootte en –samenstelling van wilde zwijnen in het voorjaar.

- **Nieuw onderzoek**

Analyse van bestaande (1992-heden) en toekomstige gegevens kan duidelijk maken of er een effect is van maatwerk beheer op groeps grootte en –samenstelling van wilde zwijnen. Dit onderdeel wordt om financiële redenen beperkt tot 1 of 2 leefgebieden.

Beheer

- **Lopend onderzoek**

Jaarlijks wordt door de VWV het afschot van wilde zwijnen geregistreerd naar geslacht en leeftijd. Voor zover ontbrekend dient dit te worden aangevuld met de omvang van het curatief afschot.

- **Nieuw onderzoek**

Analyse van bestaande (1992-heden) en toekomstige afschotgegevens maakt duidelijk of er een effect is van maatwerk beheer op de structuur van het afschot, maatwerk naar leeftijd en geslacht en op de omvang van het curatief afschot.

Conditie

- **Lopend onderzoek**

Vanaf 1998 registreert de VWV de gewichten en de conditie van geschoten wilde zwijnen naar leeftijd en geslacht. Door de jaarlijkse telling door de VWV worden gegevens verkregen over de populatieomvang en –structuur van wilde zwijnen. Voor zover ontbrekend dient dit te worden aangevuld met de omvang van het curatief afschot.

- **Nieuw onderzoek**

Analyse van bestaande (1998-heden) en toekomstige gegevens kan duidelijk maken of er een effect is van maatwerk beheer op het gewicht en de conditie van de wilde zwijnen. Hieraan zit een duidelijk dierenwelzijnsaspect.

Soortenrijkdom

- **Lopend onderzoek**

Er wordt op dit moment geen onderzoek verricht dat is gericht op het effect van wilde zwijnen op de soortenrijkdom. Wel worden inventarisaties door de tbo's uitgevoerd.

- **Nieuw onderzoek**

Oude eikenbossen (H9190)

1. Monitoring wroetactiviteit (tijdstip, oppervlak, frequentie en diepte).
2. Vergelijking van (myco)flora, mijten, springstaarten en humusprofiel buiten en binnen invloed van zwijnen (boshistorisch onderzoek)
3. Bestudering van bodem en humusontwikkeling op grond van bestaande gegevens (Bosreservaten of A-locatieonderzoek, Bosecosystemen, Koolstofvastlegging; desk study)
4. Vergelijking voorkomen van oude bossoorten en al dan niet verstoorte humusprofielen (desk study)
5. Relatie tussen eigenschappen van humusprofielen en het voorkomen van (myco)flora, reptielen, mijten en springstaarten (desk study)

Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)

1. Monitoring wroetactiviteit (tijdstip, oppervlak, frequentie en diepte).
2. Vergelijking van (myco)flora buiten en binnen invloed van zwijnen (boshistorisch onderzoek)

Wegbermen (H6230)

1. Monitoring wroetactiviteit (tijdstip, oppervlak, frequentie en diepte)
2. Vergelijking van (myco)flora, larven, regenwormen en reptielen buiten en binnen invloed van zwijnen in het type heischraal grasland
3. Vergelijking van nutriëntengehalten (C, N, P, Na) en pH buiten en binnen invloed van zwijnen

3.2 Experimenteel onderzoek

In het experimenteel onderzoek naar de mogelijkheid van een terughoudend beheer zijn de onderzoekitems gelijk aan die onder het kopje ‘algemeen onderzoek’ (§4.1) voor wat betreft de effecten op de soortenrijkdom. Echter, de populatieomvang en –structuur, de daaruit afgeleide energiebehoefte en de groeps grootte en –samenstelling worden niet eenmalig maar jaarrond gevolgd. Daarnaast gaat de aandacht uit naar:

- energieaanbod
- inventarisaties
- terreingebruik
- migraties
- populatiedynamica
- criteria experiment

Energieaanbod

Van mast, breedbladig gras en kadavers wordt maandelijks het energieaanbod vastgesteld.

Inventarisaties

Door de jaarlijkse telling door de VWV worden gegevens verkregen over de populatieomvang en –structuur van wilde zwijnen in het voorjaar. Een pilot lijn - transecttellingen (distance sampling) wordt maandelijks uitgevoerd ter ondersteuning, niet ter vervanging van de thans gevolgde telmethode. Dit kan worden uitgevoerd in 1 leefgebied. Afhankelijk van de uitkomst al dan niet toepasbaar voor de duur van de hele proef.

Terreingebruik

Om jaarrond het terreingebruik en de activiteitspatronen (migraties, zichtbaarheid, dagactiviteit) te bestuderen dient een aantal wilde zwijnen te worden voorzien van een GPS zender. Opslag en analyse van data dient geautomatiseerd te gebeuren.

Migraties

Technieken om migraties van wilde zwijnen in beeld te brengen zijn het aanbrengen van oormerken, chippen, het gebruik van stabiele isotopen en/of ‘zeldzame elementen’ (Rare Element Analysis) en DNA technieken.

Gekozen wordt voor grootschalig chippen in het leefgebied waarin de proef met terughoudend beheer wordt uitgevoerd, inclusief de aangrenzende gebieden. Daarnaast is gekozen voor pilots in twee leefgebieden bij aanvang van het onderzoek

om in een later stadium het dieronvriendelijk vangen en chippen van wilde zwijnen mogelijk te kunnen vervangen door het gebruik van stabiele isotopen, Rare Element Analysis of DNA technieken of een combinatie daarvan. Indien een van deze alternatieven voor het chippen werkbaar zou blijken, ontstaat de mogelijkheid om migraties over meerdere l te onderzoeken.

Populatiodynamica

Een pilot lijn-transectellingen (distance sampling) wordt uitgevoerd ten behoeve van een jaarrond beeld van de populatieomvang en structuur (juveniel, subadult, adult) en conditie (op basis van een score analoog aan de praktijk bij vrijlevende runderen). Zie ook bij inventarisaties. Het resultaat wordt gecombineerd met gegevens van eventueel curatief afschot.

Criteria experiment

Gemonitord worden:

- overlast bij aangrenzende beheerders
- omvang en locaties van het curatief afschot

teneinde te bepalen of er, gelet op de situatie elders op de Veluwe (die ontleend wordt aan onderzoek Algemeen en aan het Meldpunt schade van de provincie Gelderland) sprake is van disproportionele effecten.

Ecologisch model

De onder Algemeen en Experimenteel onderzoek verzamelde gegevens dienen voor verbetering van een bestaand ecologisch model dat op termijn het maatwerk beheer kan ondersteunen, omdat het de effecten ervan op voorhand in beeld kan brengen.

3.3 Fasering

De onderzoeksperiode, voorgesteld in deze ex ante evaluatie, is opgesplitst in twee fasen van vijf jaar (Fig. 3). Na een voorbereidend jaar en eerste periode van vijf jaar vindt een evaluatie plaats waarin per deelproject wordt bezien of voldoende kennis is vergaard om het maatwerk beheer optimaal ten dienste te staan. Na deze evaluatie kan een deelproject, analoog aan het proces van lerend beheren, worden afgeblazen, aangepast of verlengd.

Algemeen onderzoek

Analyse dataset mast

In het voorbereidend jaar nul (0) worden de mastgegevens geanalyseerd.

Populatie

Het analyseren wordt gedaan in het voorbereidend jaar 0, halverwege de looptijd van het experiment (jaar 4) en aan het einde van het experiment (jaar 9).

Onder uitbesteding is een bedrag opgenomen voor de inspanning van de (secretaris) van de Vereniging Wildbeheer Veluwe die de ruwe data aanlevert.

Groep

Dit onderzoek strekt zich uit over de gehele onderzoeksperiode met zwaartepunten in jaar 0, de tussentijdse evaluatie (jaar 4) en een het einde van het onderzoek (jaar 9). Onder uitbesteding is een bedrag opgenomen voor de inspanning van de (secretaris) van de Vereniging Wildbeheer Veluwe die de ruwe data aanlevert.

Beheer

De analyse wordt gedaan in het voorbereidend jaar 0, halverwege de looptijd van het experiment (jaar 4) en aan het einde van het experiment (jaar 9).

Onder uitbesteding is een bedrag opgenomen voor de inspanning van de (secretaris) van de Vereniging Wildbeheer Veluwe die de ruwe data aanlevert.

Conditie

De analyse wordt gedaan in het voorbereidend jaar 0, halverwege de looptijd van het experiment (jaar 4) en aan het einde van het experiment (jaar 9).

Onder uitbesteding is een bedrag opgenomen voor de inspanning van de (secretaris) van de Vereniging Wildbeheer Veluwe die de ruwe data aanlevert.

Soortenrijkdom wroetfrequentie

Het betreft tweewekelijkse opnamen in jaar 0 t/m 9, over alle leefgebieden en gedurende de hele loop van het onderzoek (3 habitattypen).

Soortenrijkdom bodem

Dit onderzoek vergt bemonstering en analyse aan het begin (jaar 0), halverwege (jaar 4) en aan het eind van de onderzoeksperiode (jaar 9). Onderzocht worden de bodem- en humusontwikkeling (2 habitattypen).

Soortenrijkdom (myco)flora, fauna en nutriënten

Dit onderzoek vergt bemonstering en analyse aan het begin (jaar 0), halverwege (jaar 4) en aan het eind van de onderzoeksperiode (jaar 9). Onderzoek spitst zich toe op de (myco)flora (3 habitattypen), het voorkomen van larven, regenwormen en reptielen (2 habitattypen) en de mijten en springstaartenfauna (2 habitattypen). Ook wordt onderzoek gedaan naar het voorkomen van bepaalde nutriënten (1 habitatype).

Desk study Oude eikenbossen

De deskstudy Oude eikenbossen (onder Algemeen onderzoek, Soortenrijkdom, punten 3, 4 en 5) kan worden uitgevoerd bij de aanvang van het onderzoek (jaar 0 en 1).

Experimenteel onderzoek

Aanbod energie

Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de eerste helft van de onderzoeksperiode (jaar 0 t/m 4).

Inventarisaties

Dit onderzoek vergt opnamen en analyses gedurende de gehele looptijd van het onderzoek (jaar 0 t/m 9).

Terreingebruik

Dit onderzoek vergt opnamen en analyses gedurende de gehele looptijd van het onderzoek (jaar 0 t/m 9).

Migraties

In het kader van het onderzoek naar migraties is opgevoerd het onderdeel ‘migraties chippen’ voor de gehele onderzoeksperiode (jaar 0 t/m 9). Hierbij worden wilde zwijnen gevangen en voorzien van een chip. In eerste instantie wordt dit onderzoek uitgevoerd in het gebied met terughoudend beheer en de aangrenzende gebieden. Uit het oogpunt van dierenwelzijn stellen we voor te zoeken naar een alternatief. Dit kan in de vorm van een aantal pilots aan het begin van de onderzoeksperiode (jaar 0 t/m 2). Voorgesteld wordt om de bruikbaarheid te toetsen van stabiele isotopen, zeldzame elementen Rare Element Analysis en DNA. De pilots zijn in de begroting opgenomen als één post. Indien uit deze pilots een bruikbaar alternatief voor het vangen en chippen naar voren komt, ontstaat de mogelijkheid om bewegingen Veluwe - breed te onderzoeken vanaf jaar 3. In dat geval vervangt deze alternatieve methode het vangen en chippen van zwijnen en wordt voor het vervolg (vanaf jaar 3) uit die post bekostigd. Indien de alternatieve methoden niet werkbaar blijken, wordt het vangen en chippen voortgezet.

Populatiodynamica

De lijn - transecttellingen worden maandelijks uitgevoerd gedurende jaar 0 t/m 9.

Criteria experiment

Feitelijk dient het experiment met terughoudend beheer permanent te worden bewaakt op mogelijke overlast voor naburige beheerders (jaar 0 t/m 9). Er is een jaarlijkse post opgenomen voor analyse en jaarlijkse tussenrapportage.

Ecologisch model

De onder algemeen en experimenteel onderzoek verzamelde gegevens leveren de bouwstenen voor verbetering van een bestaand ecologisch model dat op termijn het maatwerk beheer kan ondersteunen. Het dient daartoe de effecten van maatwerk beheer op de omvang en samenstelling van (deel)populaties op voorhand in beeld te brengen op basis van de mastverwachting. De analyse van de mastgegevens (zie onder algemeen) staat hier dan ook onlosmakelijk mee in verband. Jaarlijks is een bepaalde inspanning vereist voor de totstandkoming van dit model (analyse afschotgegevens en populaties).

Thema/jaar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Algemeen											
Mast		■									
Populatie						■	■				■
Groep						■	■				■
Beheer						■	■				■
Conditie						■	■				■
Soortenrijkdom wroetfrequentie						■	■				■
Soortenrijkdom bodem						■	■				■
Soortenrijkdom (myco)flora en fauna						■	■				■
Soortenrijkdom deskstudy		■									
Experiment											
Aanbod energie					■						
Inventarisaties						■	■				■
Terreingebruik						■	■				■
Migraties						■	■				■
Pilots migraties			■								
Populatiodynamica						■	■				■
Criteria experiment						■	■				■
Ecologisch model						■	■				■

Figuur 3. Fasering onderzoek maatwerk beheer wilde zwijnen. Zwart: rapportages

Dankwoord

Onze collega's Rienk Jan Bijlsma, Nico van den Brink, Sipke van Wieren, Herbert Prins en Ron Ydenberg voorzagen de conceptversie van dit rapport van commentaar. Met de Projectgroep werd interactief en ook bilateraal overlegd over de aard en inhoud van dit rapport.

De Projectgroep bestond uit de volgende personen:

A.A.J. Smolders, J. G. Sevenster, P. Joop, F. Stavast, J.J. Ostendorf,
R.A.F. Nij Bijvank (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit)
J. Cronau en T. Dikker (provincie Gelderland)
P. van Huffelen (Faunabeheereenheid Veluwe)
G.J. Spek (Vereniging Wildbeheer Veluwe)
L. Jacobs (Staatsbosbeheer) en
R. Ketelaar (Vereniging Natuurmonumenten).

In hun hoedanigheid van ervaringsdeskundigen zijn gesprekken gevoerd met de faunabeheerders A. Troost (Kroondomein), C. de Jong (Kootwijk Loobos) en J. Wensink (NP De Hoge Veluwe).

We zijn iedereen dankbaar voor zijn bijdrage aan dit rapport.

Literatuur

Alban, L., M.M. Andersen, T. Asferg, A. Boklund, N. Fernández, S.G. Goldbach, M. Greiner, A. Højgaard, S. Kramer-Schadt, A. Stockmarr, H.H. Thulke, Å. Uttenthal & B. Ydesen, 2005. Classical swine fever and wild boar in Denmark: a risk analysis. Wildrisk Group. Danish Institute for Food and Veterinary Research.

Altendorf, K.B., J.W. Laundré, C.A. López González & J.S. Brown, 2001. Assessing effects of predation risk on foraging behavior of mule deer. *Journal of Mammalogy* 82(2):430-439.

Anonymous, 1997. Report on Annual Meeting of National Swine Fever Laboratories. Vienna, Austria, 16-17 June 1997. European Commission, doc. VI/7888/97.

Anonymous, 1998. De uitbraak van klassieke varkenspest. Eindevaluatie. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag (in Dutch).

Anonymous, 1999. Classical swine fever in wild boar. Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, Adopted 10 August 1999. European Commission, Report XXIV/B3/R09/1999. 46 pp.

Anonymus, 2009. Faunabeheerplan Veluwe 2010-2014.

Arnolds, E., 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 35: 209-244.

Arnolds, E. & M. Veerkamp, 2008. Basisrapport Rode Lijst Paddenstoelen. Nederlandse Mycologische Vereniging, Utrecht.

Arnolds, E., Th.W. Kuyper & M. Noordeloos (red), 1995. Overzicht van de paddestoelen in Nederland. Nederlandse Mycologische Vereniging, Wijster.

Artois, M., K.R. Depner, V. Guberti, J. Hars, S. Rossi & D. Rutili, 2002. Classical swine fever (hog cholera) in wild boar in Europe. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 21 (2): 287-303.

Barbadillo Escriva, L.J. & A. Martínez de Castilla, 1987. La guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. Incafo, Madrid. 694 pp.

Baubet, E., Y. Ropert-Coudert & S. Brandt, 2003. Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar. *Wildlife Research*, 30: 179-186.

Baveco, J.M. & G.W.T.A. Groot Bruinderink, 1997. Wild boar (*Sus scrofa*) population demography in relation to fluctuating mast availability: a modeling approach. In:

- Baveco, J.M., 1997: Population dynamics in object-oriented and individual-based models. *IBN Scientific Contributions* 6: 65-91.
- Berger, J. P.B. Stacey, L. Bellis & M.P. Johnson, 2001. A mammalian predator-prey imbalance: grizzly bear and wolf extinction affect avian neotropical migrants. *Ecological applications* 11(4):947-960.
- Bieber, C. & Ruf, T., 2005. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: Ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology*, 42, 1203-1213.
- Bijlsma, R.J., 2002. Bosrelicten op de Veluwe. Een historisch-ecologische beschrijving. *Alterra rapport 647*. Wageningen.
- Bijlsma, R.J., 2008. Bosreservaten: koplopers in de natuurlijke ontwikkeling van het Nederlandse boslandschap. *Alterra-rapport 1680*, Wageningen.
- Bijlsma, R.J., H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx, J.J. de Jong, M.N. van WIjk & L.J. van Os, 2001. Bospaden voor bosplanten. Bospaden en –wegen als transportroute, vestigingsmilieu, refugium en uitvalsbasis voor bosplanten. *Alterra-rapport 193*, Wageningen.
- Bijlsma, R.J., H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx & J.J. de Jong, 2002. Bospaden: een vertrouwd vangnet voor bosplanten. *Ned. Bosbouw-tijdsschr.* 74 (2002), 1: 10-15.
- Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, R. Haveman, R.W. de Waal & E.J. Weeda, 2008. *Natura 2000* habitattypen in Gelderland. *Alterra rapport 1769*, Wageningen.
- Bijlsma, R.J., J. den Ouden & H.N. Siebel, 2009a. Oude eikenbossen: nieuwe inzichten en kansen voor het beheer. *De Levende Natuur* 110(2): 77-82.
- Bijlsma R.J., R. de Waal, P. Hommel & H. Diemont, 2009b. Heide met een dikke H. Een miskend onderdeel van een veerkrachtig heidelandschap. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 2: 2-5
- Boitani, L. L. Mattei, D. Nonis & F. Corsi, 1994. Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. *J. Mammol.* 75(3): 600-612.
- Bongi, P., S. Ciuti, S. Grignolio, M. del Frate, S. Simi, D. Gandelli & M. Apollonio, 2008. Anti-predator behaviour, space use and habitat selection in female roe deer during the fawning season in a wolf area. *Journal of Zoology* 276: 242-251.
- Brandrud, T.E. & V. Timmermann, 1998. Ectomycorrhizal fungi in the NITREX site at Gardsjon, Sweden; below and above-ground responses to experimentally-changed nitrogen inputs 1990-1995. *Forest ecology and management* 101: 207-214.
- Briedermann, L., 1990. *Schwartzwild*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

- Casal, J., J.M. Moreso, E. Planas-Cuchí & J. Casal, 1997. Simulated airborne spread of Aujeszky's disease and foot-and-mouth disease. *Vet. Rec.* 140: 672-676.
- Cortes-Avizanda, A., N. Selva, M. Carrete & J.A. Donazar, 2008. Effects of carrion resources on herbivore spatial distribution are mediated by facultative scavengers. *Basic and Applied Ecology* 10(3): 265-272.
- Creel, S., J. Winnie, B. Maxwell, K. Hamlin & M. Creel, 2005. Elk alter habitat selection as an antipredator response to wolves. *Ecology* 86(12):3387-3397.
- de Boer, R., 2006. Zwijnen halen traject overhoop. RAVON-Meetnet Reptielen Nieuwsbrief 37: 7.
- de Haan, C.C., 1999. Die Europäische Eidechsenarter *Malpolon monspessulanus* (Hermann, 1804). In W. Böhme (ed): *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, pp. 661-756, 789-807. Vol. 3/IIA, *Serpentes II: Colubridae 2*. Aula verlag, Wiebelsheim.
- de Haas, A.G., 1995. Habitatbenutting en activiteit van wilde zwijnen in een Veluws leefgebied. Intern Rapport IBN.
- de Jong, M.C.M. & T.G. Kimman, 1994. Experimental quantification of vaccine-induced reduction in virus transmission. *Vaccine* 12(8): 761-766.
- Dekkers, L.J.M., 2009. Serologisch onderzoek bij wilde zwijnen in Nederland (4025209). Gezondheidsdienst voor Dieren, Deventer.
- Delft, B. van, R. de Waal, R. Kemmers, P. Mekking & J. Sevink (translation), 2007. *Field Guide Humus Forms. Description and classification of humus forms for ecological applications*. Wageningen/Amsterdam. Alterra, Universiteit van Amsterdam, IBED.
- Dewulf, J., H. Laevens, F. Koenen, K. Mintiens & A. De Kruif, 2000. Airborne transmission of classical swine fever under experimental conditions. *Vet. Rec.* 147: 735-738.
- Dietrich, 1984. Ergebnisse und Tendenzen der Forschungen am Wildschwein *Sus scrofa* in den Jahren 1975-1983. *Säugetierkundige Mitteilungen* 31: 23-237.
- Edwards, S., 2000. Survival and inactivation of classical swine fever virus. *Vet. Microbiol.* 73: 175-181.
- Egli, S, F. Ayer & F. Chatelain, 1990. Der Einfluss des Pilzsammelns auf die Pilzflora. *Mycologia Helvetica* 3: 417-428.

- Elbers, A.R.W., A. Dekker & L.J.M. Dekkers, 2003. Serosurveillance of wild deer and wild boar after the epidemic of foot-and-mouth disease in the Netherlands in 2001. *Vet. Rec.* 153: 678-681.
- Elbers, A.R.W., L.J.M. Dekkers, G.J. Spek, L.J.M. Steinbusch & A.C.A. van Exsel, 2001a. Resultaten van sero-surveillance van veewetziekten bij wilde zwijnen in Nederland 1999-2001. *Tijdschr. Diergeneesk.* 126: 779-781.
- Elbers, A.R.W., H. Moser, H.M. Ekker, A.P.P. Crauwels, J.A. Stegeman, J.A. Smak & F.H. Plumiers, 2001b. Tracing systems used during the 1997-1998 classical swine fever epidemic in The Netherlands: a case study. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 20: 614-629.
- Farez, S. & R.S. Morley, 1997. Potential animal health hazards of pork and pork products. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 16 (1): 65-78.
- Filippi, E. & L. Luiselli, 2002. Negative effect of the wild boar (*Sus scrofa*) on the populations of snakes at a protected mountainous forest in central Italy. *Ecologia Mediterranea* 28(1): 93-98.
- Geisser, H. & H.U. Reyer, 2004. Efficacy of hunting, feeding, and fencing to reduce crop damage by wild boars. *J. Wildl. Manage.* 68(4): 939-946.
- Genov, P.V., 1994. Nourriture du sanglier (*Sus scrofa* Attila Thomas, 1912) dans les montagnes de Bulgarie. *Ekologiya* 26: 51-67.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., 1975. Zwartwild op de Veluwe. Doctoraal verslag RUG en R.I.N., Arnhem.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., 2006. Actual and future distribution of wild ungulates in the Netherlands and the Dutch-German border area. In: *Wilde zwijnen in Nederland: zero tolerance of weren en beheren. Verslag van een internationaal symposium te Wageningen.* Faunafonds, Dordrecht.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., 2008. Toepasbaarheid in Nederland van afweer- en lokmiddelen voor wilde zwijnen (*Sus crofa scrofa* L.). *Alterra rapport 1739*, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. & E. Hazebroek, 1995. Modelling carrying capacity for wild boar in a forest/heathland ecosystem. *Wildlife Biology* 1:2: 81-87.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. & E. Hazebroek, 1996. Wild boar (*Sus Scrofa* L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. *Forest Ecology and Management* 88: 71-80.

Groot Bruinderink, G.W.T.A. & D.R. Lammertsma, 1998. Application of the K-concept to prevent and control outbreaks of Classical Swine Fever. In: Measures to control Classical Swine Fever in European Wild Boar. Proc. Symp. European Union, Perugia, Italy, 6-7 April 1998.

Groot Bruinderink, G.W.T.A. & D.R. Lammertsma, 2001. Terreingebruik en gedrag van runderen, pony's, edelherten, reeën en wilde zwijnen in het Nationaal Park Veluwezoom van de Vereniging Natuurmonumenten. Alterra-rapport 343, Wageningen.

Groot Bruinderink, G.W.T.A. & D.R. Lammertsma, 2008. Aspecten van beheer van wilde zwijnen op de Veluwe. *De Levende Natuur* 109(4): 176-180.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., E. Hazebroek & H. van der Voet, 1994. Diet and condition of wild boar, *Sus scrofa scrofa*, without supplemental feeding. *J. Zool. Lond.* 233: 631-648.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., E. Hazebroek & H. van der Voet, 1997. Wroeten door het wilde zwijn en de gevolgen voor bodem en bosverjonging. In: Wieren, S.E., van, Groot Bruinderink, G.W.T.A., Jorritsma, I.T.M. and Kuiters, A.T. (eds) *Hoefdieren in het boslandschap*. Backhuys Publishers, Leiden: 131-145.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma, H. Baveco, R.M.A. Wegman, A.J. Griffioen & G.J. Spek, 1999. Aantallen wilde zwijnen in het Veluws bos/heidegebied op basis van het natuurlijk voedselaanbod. IBN-rapport 420.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma, K. Kramer, J.M. Baveco, A.T. Kuiters, S.J. Wijdeven, P. Cornelissen, J.T. Vulink, H.H.T. Prins, S.E. van Wieren, F. de Roder & V. Wigbels, 1999. Dynamische interacties tussen hoefdieren en vegetatie in de Oostvaardersplassen. IBN-rapport 436.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma & A.T. Kuiters, 2000. Interacties tussen runderen, edelherten en wilde zwijnen op de Zuidoost Veluwe. Alterra-rapport 150.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., T. van der Sluis, D.R. Lammertsma, P.F.M. Opdam & R. Pouwels, 2003. Designing a coherent ecological network for large mammals in northwestern Europe. *Cons. Biol.* 17(2): 549-557.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., R.J. Bijlsma, J. den Ouden, C.A. van den Berg, A.J. Griffioen, I.T.M. Jorritsma, R. Kluiver, K. Kramer, A.T. Kuiters, D.R. Lammertsma, H.H.T. Prins, G.J. Spek & S.E. van Wieren, 2004. De relatie tussen bosontwikkeling op de Zuidoost Veluwe en de aantallen edelherten, damherten, reeën, wilde zwijnen, runderen en paarden. Alterra, Wageningen. ISSN 1566-7197.

Groot Bruinderink, G.W.T.A., C.J. de Vos, D.R. Lammertsma, G.J. Spek, R. Pouwels, A.J. Griffioen & T.J.A. Gies, 2007. Robuuste verbindingen en wilde hoefdieren. Verwachte aantallen hoefdieren en mogelijke overlast voor de landbouw, het verkeer en de diergezondheid. Alterra-rapport 1506, Wageningen.

Guberti, V., D. Rutilli, G. Ferrari, C. Patta & A. Oggiano, 1998. Estimate of the threshold abundance for the persistence of the classical swine fever in the wild boar population of the Eastern Sardinia. In: Report on measures to control classical swine fever in European wild boar, Perugia, Italy, Commission of the European Communities, Document VI/7196/98-AL: 54-61.

Gutowski, J. M., 2004. Invertebrates as a biological monitoring object in Bialowieza primeval forest. Forest Research Papers 1: 23-54.

Haas, B., R. Ahl, R. Böhm & D. Strauch, 1995. Inactivation of viruses in liquid manure. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 14, 435-445.

Hazebroek, E., G.W.T.A. Groot Bruinderink & J.VB. van Biezen, 1995. Veranderingen in het voorkomen van kleine zoogdieren na uitsluiting van edelhert, ree en wild zwijn. Lutra 38: 50-59.

Hebeisen, C., 2007. Population size, density and dynamics, and social organization of wild boar (*Sus scrofa*) in the Basin of Geneva. Thesis Universite de Neuchatel, Faculte des sciences.

Heijerman T., 1990. Seasonal changes in the relative abundance of some dung beetle species in faeces of the wild boar and mufflon (Coleoptera: Scarabaeoidea) Entomologische berichten 50(7): 81-86.

Hofer, H. & M. Erlbeck ,2007. Wildtiermanagement im urbanen Raum? Wildtiere in Berlin im Spannungsfeld von Tierschutz, Jagdrecht und Naturschutz. Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung in Berlin (IZW), Berlin.

Hone, J., 2002. Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. Biol. Conserv., 105: 231-242.

Howe, T., F. J. Singer & B.B. Ackerman, 1981. Forage relationships of European wild boar invading northern hardwood forest. J. Wildl. Manage., 45: 748-754.

Janeau, G. & F. Spitz, 1984. Budget espace temps des sangliers (*Sus scrofa* L.) en forêt de Grésigne. INRA Publ. 22.

Janeau, G., B. Cargnelutti, S. Cousse, M. Hewison & F. Spitz, 1995. Daily movement pattern variations in wild boar. Ibex J.M.E. 3: 98-101.

Jansen, A.E., 1984. Vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the north-east of the Netherlands. Pudoc, Wageningen.

- Jedrzejewska B., H. Okarma, W. Jedrzejewski & L. Milkowski, 1994. Effects of exploitation and protection on forest structure, ungulate density and wolf predation in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *J. Appl. Ecol.*, 31: 664-676.
- Kaden, V., E. Lange, H. Steyer, W. Bruer & Ch. Langner, 2003. Role of birds in transmission of classical swine fever virus. *J. Vet. Med. B* 50: 357-359.
- Kaminski, G., S. Brandt, E. Baubet & C. Baudoin, 2005. Life-history patterns in female wild boars (*Sus scrofa*): mother-daughter postweaning associations. *Can. J. Zool.* 83: 474-480.
- Keizer, P.J., 1993. The ecology of macromycetes in roadside verges planted with trees. Proefschrift LUW.
- Keizer, P.J., 2003. Paddenstoelvriendelijk natuurbeheer. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Kern, B., K.R. Depner, W. Letz, M. Rott, S. Thalheim, B. Nitschke, R. Plagemann & B. Liess, 1999. Incidence of classical swine fever in wild boar in a densely populated area indicating CSF virus persistence as a mechanism for virus perpetuation. *J. Vet. Med. B* 46: 63-67.
- Keuling, O., 2009. Schweine-ganz privat. *Pirsch* 3: 4-9.
- Keuling, O., N. Stier & M. Roth, 2008. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *Eur. J. Wildl. Res.* 54: 729-737.
- Koehler, W. & J. Burzynski, 1965. An attempt at the liquidation of a primary center of mass appearance of injurious insect with the application of complex method. *BioControl* 10 (4): 367-372.
- Kramer, K., G.W.T.A. Groot Bruinderink & H.H.T. Prins, 2006. Spatial interactions between ungulate herbivory and forest management. *Forest Ecol. & Manage.* 226: 238-247.
- Kramer-Schadt, S., N. Fernandez, H.H. Thulke, 2005. Explaining classical swine fever persistence by combining epidemiological and ecological modelling. In: Mellor, D.J., Russell, A.M., Wood, J.L.N. (eds). *Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine*, Nairn, Inverness, Scotland, 30th, 31st March and 1st April 2005: 57-67.
- Laddomada, A., 2000. Incidence and control of CSF in wild boar in Europe. *Vet. Microbiol.* 73: 121-130.
- Leclercq, M. 1996. On the entomofauna of a wild boar carcass. *Bulletin & Annales de la Société Royale Belge d'Entomologie*.

- Lenders, A.J.W. & P.W.A.M. Janssen, 2009. Predatie van adders door wilde zwijnen? Natuurhistorisch Maandblad (in druk).
- Massei, G. & P.V. Genov, 2004. The environmental impact of wild boar. *Galemys* 16: 135-145.
- Massei, G., P.V. Genov, B.W. Staines & M.L. Gorman, 1997. Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area. *J. Zool.* 242(3): 411-423.
- Melis, C., P.A. Szafranska, B. Jedrzejewska & K. Barton, 2006. Biogeographical variation in the density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. *J. Biogeogr.* 33: 803-811.
- Merriggi, A. & O. Sacchi, 1992. Factors affecting damage by wildboars to cereal fields in northern Italy. In *Ongules/Ungulates 91*. Edited by F. Spitz, G. Janeau, G. González, and S. Aulangier. Société Française pour l'Étude et Protection des Mammifères – Institut des Recherches sur Grandes Mammifères (SFEPM–IRGM), Toulouse, France: 192–196.
- Meuwissen, M.P.M., M.A.P.M. van Asseldonk & R.B.M. Huirne, 2003. Alternative risk financing instruments for swine epidemics. *Agr. Syst.* 75: 305-322.
- Moraal, L.G., 1993. Aantastingen door insecten en mijten in 1992: in bossen, natuurgebieden en wegbepantingen. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 65(4): 211-219.
- Mouchantat, S., B. Haas, W. Lutz, K. Pohlmeier & K. Frölich, 2005. Absence of antibodies to foot-and-mouth disease virus in free-ranging roe deer from selected areas of Germany (2001-2002). *Journal of Wildlife Diseases* 41: 599-605.
- Moutou, F., 2005. Foot-and-mouth disease in wildlife. Risks and risk management proposals for Europe. Bijdrage aan de FAO EU-FMD bijeenkomst.
- Munoz, A. & R. Bonal, 2007. Rodents change acorn dispersal behaviour in response to ungulate presence. *Oikos* 116(10): 1631-1638.
- Nolet, B.A., J.M. Baveco & H. Kuipers, 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 voor overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 1. De capaciteit van opvanggebieden voor overwinterende ganzen en smienten: een ruimtelijk expliciet depletie model. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1840. 71 blz.
- OIE, 2006. Handistatus II. <http://www.oie.int/hs2/report.asp?lang=en>.
- Oord, J.G., 2002. Handboek Faunaschade. Faunafonds, Dordrecht.
- Ozinga, W.A. & E. Arnolds, 2003. Mycorrhizapaddestoelen als leidraad voor beheeradviezen voor bossen op voedselarme zandgrond. *De Levende Natuur* 104: 177-183.

- Ozinga, W.A. & J. Baar, 1997. Primaire Grove-dennenbossen in stuifzandgebieden als refugium voor zeldzame mycorrhizapaddestoelen. *De Levende Natuur* 98: 129-133.
- Ozinga, W.A., 1993. Invloed van strooisel van *Deschampsia flexuosa* op de groei van ectomycorrhizaschimmels. Rapport Biologisch Station Wijster.
- Ozinga, W.A., 2008. Assembly of plant communities in fragmented Landscapes: The role of dispersal. PhD thesis, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Ozinga, W.A., J. van Andel & M.P. McD-Alexander, 1997. Nutritional soil heterogeneity and mycorrhiza as determinants of plant species diversity. *Acta Botanica Neerlandica* 46: 237-254.
- Petrak, M., 1996. Wildschäden verhindern-nicht vergüten. *Wild und Hund* 7: 22-25.
- Petrak, M., 2005. Verhütung von Wildschäden im Walde: Aufgabe für Waldbesitzer, Forstleute und Jäger. Rapport Löbf, Bonn
- Petrak, M., 2006. Ontwikkeling van wilde zwijnenpopulatie in Duitsland: oorzaken, historie, wetgeving, landbouwschade, beheer, trends en verwachtingen. In: *Wilde zwijnen in Nederland: zero tolerance of weren en beheren*. Verslag van een internationaal symposium te Wageningen. Faunafonds, Dordrecht.
- Pigott, C.D., 1975. Natural regeneration of *Tilia cordata* in relation to forest-structure in the forest of Bialowieza, Poland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 270: 151-179.
- Prins, H.H.T., 2009. "Landscape of Fear" or "Landscape of Comfort" in Welgevonden? Start document and sampling protocol. Intern document WUR/DOW.
- Purger, J.J. & L.A. Meszaros, 2006. Possible effects of nest predation on the breeding success of ferruginous ducks *Aythya nyroca*. *Bird Conservation International* 16(4): 309-316.
- Reidy, M.M., T.A. Campbell & D.G. Hewitt, 2008. Evaluation of electric fencing to inhibit feral pig movements. *J. Wildl. Manage.* 72(4): 1012-1018.
- Ripple, W.J. & R.L. Beschta, 2004. Wolves and the ecology of fear: can predation risk structure ecosystems? *BioScience* 54(8):755-766.
- Roos, A.M. de, N. Galic & H. Heesterbeek, 2009. How resource competition shapes individual life history for nonplastic growth: ungulates in seasonal food environments. *Ecology*: Vol. 90, No. 4, pp. 945-960.

- Rossi, S., E. Fromont, D. Pontier, C. Crucière, J. Hars, J. Barrat, X. Pacholek & M. Artois, 2005. Incidence and persistence of classical swine fever in free-ranging wild boar (*Sus scrofa*). *Epidemiol. Infect.* 133: 559-568.
- Russo L., G. Massei & P. Genov, 1997. Daily home range and activity of wild boar in a Mediterranean area free from hunting. *Ethology Ecology & Evolution* 9: 287-294.
- Schley, L. & T.J. Roper, 2003. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal review* 33 (1): 43-56.
- Schmid-Vielgut, B., 1991. A method of biological control? Influence of fenced wild boars on forest chockchafer population density. *AFZ. Allgemeine Forst Zeitschrift fuer Waldwirtschaft und Umweltvorsorge (Germany, F.R.)*v. 46(14): 719-721
- Schnyder, M., K.D.C. Stärk, T. Vanzetti, M.D. Salman, B. Thür, W. Schleiss & C. Griot, 2002. Epidemiology and control of an outbreak of classical swine fever in wild boar in Switzerland. *Vet. Rec.* 150: 102-109.
- Singer, F. J., W.T. Swank & E.E.C. Clebsch, 1982. Some Ecosystem responses to European wild boar rooting in a deciduous forest. Research/ resources management report 54. U.S. department of the interior. Tennessee.
- Singer, F.J., W.T. Swank & E.E.C. Clebsch, 1984. Effects of wild pig rooting in a deciduous forest. *J. Wildl. Manage.* 48: 464-473.
- Smit, J. & R. Krekels, 2008. Vliegend hert op de Veluwe. Beschermingsplan 2009-2013. EIS-Nederland en Bureau Natuurbalans-Limes Divergens, Leiden.
- Sodeikat, G. & K. Pohlmeier, 2003. Escape movements of family groups of wild boar *Sus scrofa* influenced by drive hunts in Lower Saxony, Germany. *Wildl. Biol.* 9 (suppl. 1): 257-263.
- Spitz, F. & G. Janeau, 1995. Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*). *J. Zool* 237(3): 423-434.
- Straka, U. 2007. Wildsuhlen als Amphibienlaichplätze: Ein Fallbeispiel aus den Eichen-Mittelwäldern des Weinviertels (Niederösterreich). *Elaphe* 15(2): 53-54.
- Stumpel, A.H.P., 2004. Reptiles and amphibians as targets for nature management. *Alterra Scientific Contributions* 13. Alterra, Wageningen. 210 pp.
- Sutmoller, P., S.S. Barteling, R. Casas Olascoaga & K.J. Sumption, 2003. Control and eradication of foot-and-mouth disease. *Virus Research* 91: 101-144.

Sutmoller, P., G.R. Thomson, S.K. Hargreaves, C.M. Foggin & E.C. Anderson, 2000. The foot-and-mouth disease risk posed by African buffalo within wildlife conservancies to the cattle industry of Zimbabwe. *Prev. Vet. Med.* 44: 43-60.

Termorshuizen, A.J., 1990. Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of *Pinus sylvestris*. Proefschrift LUW.

Terpstra, C., 1991. Hog cholera: an update of present knowledge. *Br. Vet. J.* 147: 397-406.

Thomson, G.R., W. Vosloo, A.D.S. Bastos, 2003. Foot and mouth disease in wildlife. *Virus Research* 91: 145-161.

Thulke, H.-H., T. Selhorst & T. Müller, 2005. Pseudorabies virus infections in wild boar: data visualisation as an aid to understanding disease dynamics. *Prev. Vet. Med.* 68, 35-48.

Treiber, R., 1997. Vegetationsdynamik unter dem Einfluß des Wildschweins (*Sus scrofa* L.) am Beispiel bodensaurer Trockenrasen der elsässischen Harth. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 6: 83-95.

Truve, J., 2004. Pigs in Space : Movement, dispersal and geographic expansion of wild boar in Sweden. Dissertatie Goteborg University.

Van der Aa, A., S. Mesman, F. Rinia, R. Soons & K. Verburg, 2000. Ramp toeristen? De rol van toeristen bij de insleep van MKZ. Wageningen Universiteit, Wageningen.

Van Klink, E., H. Kampf, G. Hovens, M. Snijdelaar, F. Stavast & T. Brandwijk, 2004. Spanning veehouderij-natuur over productiedieren en wilde beesten. Expertisecentrum LNV, rapport nr. 347.

van Strien, A.J., A. Zuiderwijk, B. Daemen, I. Janssen & M. Straver, 2007. Adder en levendbarende hagedis hebben last van versnippering en verdroging. *De Levende Natuur* 108(2): 44-48.

Veerkamp, M.T., 1999. De paddenstoelenflora van het Berken-Zomereiken- en Wintereiken-Beukenbos. *De Levende Natuur* 100: 173-178.

Veerkamp, M.T., 2005. De diversiteit van paddestoelen in het Nederlandse bos. Alterra rapport 1157, Wageningen.

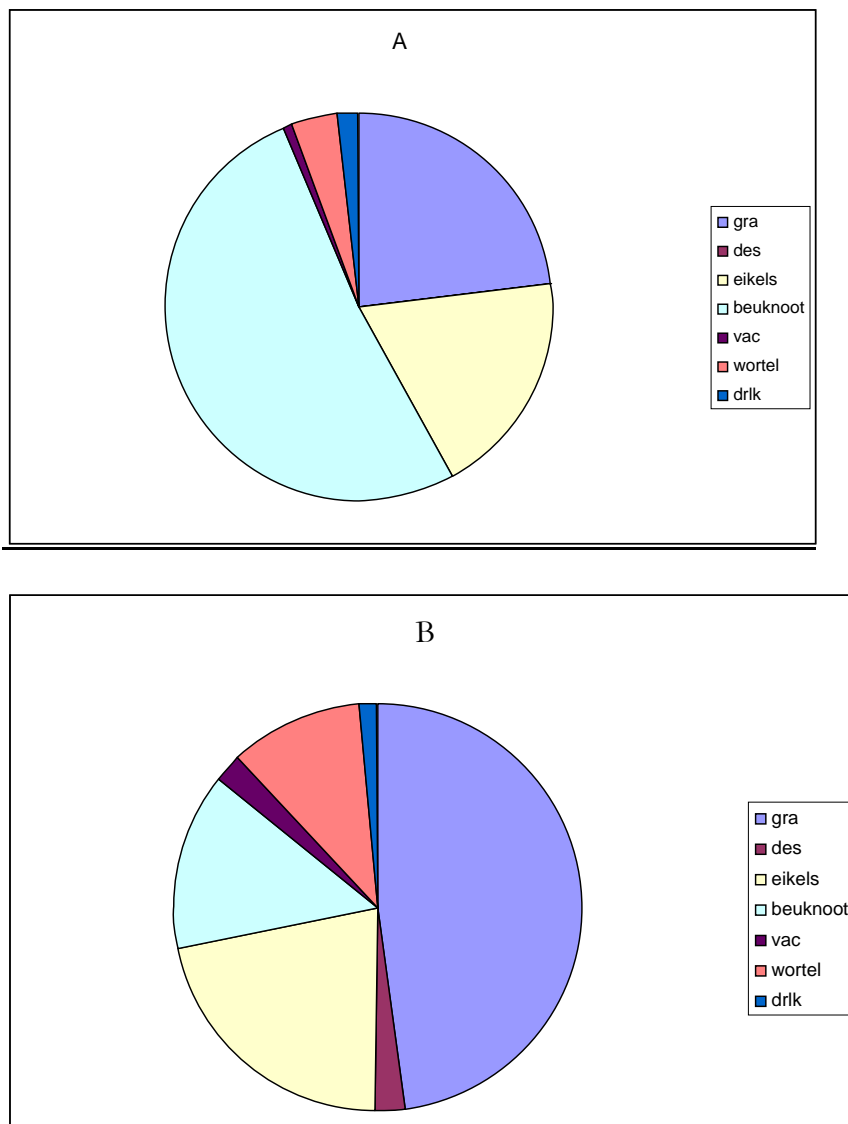
Völkl, W. & M. Romstöck-Völkl, 2002. Die Reptilienfauna des Nationalparks Bayerischer Wald: Eine Analyse verfügbarer Daten und Identifizierung potentieller Lebensräume. Völkl & Romstöck-Völkl Ökologische Planung, Seybothenreuth.

- Völkl, W. & M. Romstöck-Völkl, 2004. Artenhilfsprogramm “Kreuzotter (*Vipera berus*) im Fichtelgebirge”. Völkl & Romstöck-Völkl Ökologische Planung, Seybothenreuth.
- Vossestein, M.R., 2009. Diverse brieven aan de minister van LNV en provinciale staten van Gelderland.
- Vtorov, I. P., 1993. Feral pig removal: effects on soil microarthropods in a Hawaiian rain forest. *J. Wildl. Manage.* 57: 875-880.
- VWV, 2008. Nieuwsbrief 34, Verslag verenigingsjaar 1 april 2007- 31 maart 2008. Vereniging Wildbeheer Veluwe, Vaassen.
- Waal, R.W. de, 1996. De dynamiek van strooisellagen in boscosecosystemen op de overgang van kalkrijk naar kalkarm. In: R.H. Kemmers (ed). De dynamiek van strooisellagen. Voordrachten tijdens de themamiddag georganiseerd door DLO-Staring Centrum, Wageningen, 6 oktober 1995
- Waal, R.W. de, 2007. SYNBIOSYS. De fysiotopen in Nederland. *Stratiotes* 33/34: 14-25.
- Welander, J., 2000. Spatial and temporal dynamics of wild boar (*Sus scrofa*) rooting in a mosaic landscape. *J. Zool. Lond.* 252: 263-271
- Wieren, S.E., van, 2007. Rooting boar and falling acorns: The quest for animal protein; In: *Wilde zwijnen in Nederland: zero tolerance of weren en beheren?* Faunafonds, Dordrecht.
- Wittmann, G., 1991. Spread and control of Aujeszky's disease (AD). *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.* 14: 165-173.
- Yadin, H. & D. Chai, 1994. Surveillance of FMD in wild animals in Israël. Report of the session of the Research group of the Standing Technical Committee for the Control of Foot-and-Mouth Disease. Vienna, Austria, September 19-22, 1994: 21-26.
- Zanardi, G., C. Macchi, C. Sacchi & D. Rutili 2003. Classical swine fever in wild boar in the Lombardy region of Italy from 1997 to 2002. *Vet. Rec.* 152: 461-465.
- Zwart-Roodzant, M.H. & R. Stokkers, 1999. Wildschade in Nederland. Publicatie nr. 96, PAV, Lelystad.

Bijlage 1 Aantallen

Menu, migraties en conditie

Onderzoek naar de ecologie van wilde zwijnen op de Veluwe vond plaats in de periode 1987 – 1997. Het betrof twee, niet bijgevoerde maar wel door afschot gecontroleerde populaties: de populaties Hoog-Soeren (HS) en Ugchelen-Hoenderloo (UH). Mast van zomereik (*Quercus robur*), wintereik (*Q. petraea*), Amerikaanse eik (*Q. rubra*) en beuk (*Fagus sylvatica*) is, indien beschikbaar, stapelvoedsel en belangrijkste energiebron in de periode oktober – april. Breedbladige grassen (*Poa*, *Holcus*, *Lolium* en *Agrostis* spp.) vormen het belangrijkste alternatief (Fig. 4).



Figuur 4. Menusamenstelling (drooggewichtpercentages) van het wilde zwijn in mastrijke (Fig. A) en mastarme (Fig. B) jaren op de Veluwe in de periode 1 oktober – 15 april. Gra: breedbladige grassen; des: bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*); vac: blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*); drlk: dierlijk voedsel

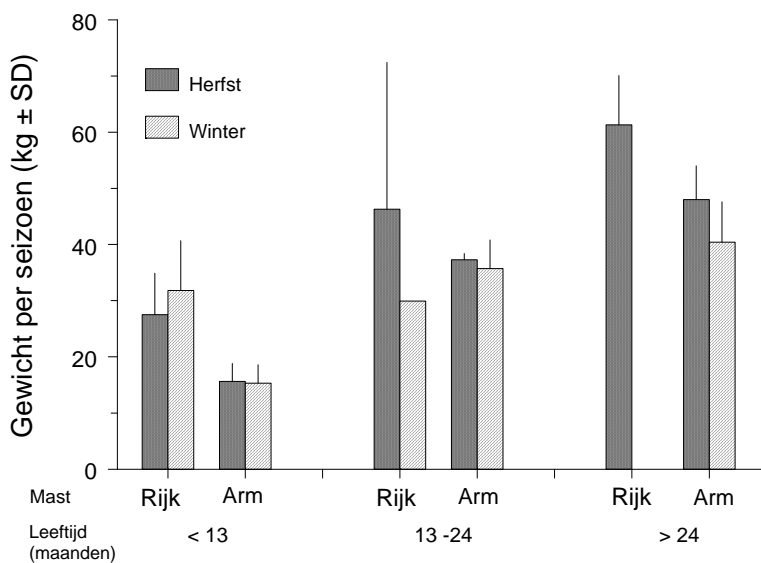
Het percentage dierlijk voedsel nam in de loop van de winter af van 4 naar 0% in mastrijke en van 2 naar 1% mastarme jaren. Biggen consumeerden naar verhouding meer dierlijk voedsel dan volwassen dieren. Zowel gewervelde als ongewervelde soorten worden gegeten (Groot Bruinderink *et al.*, 1994; Massei & Genov, 2004). Indien beschikbaar kan aas een belangrijk onderdeel uitmaken van het dieet (Melis *et al.*, 2006).

Het aandeel in het dieet van de voedselcomponenten is afhankelijk van het aanbod en van de dichtheid aan wilde zwijnen (Groot Bruinderink *et al.*, 1994) en varieert per seizoen, soms zelfs per dag, bijvoorbeeld als tijdens een regenachtig dag veel wormen aan de oppervlakte komen (Baubet *et al.*, 2003). De snelheid waarmee mast opdraakt is dichtheidsafhankelijk. Bij hoge dichtheden zal daarom sneller moeten worden uitgeweken naar alternatieve voedselbronnen. Afhankelijk van de beschikbaarheid daarvan zullen effecten optreden op trekbewegingen, gewicht, voortplantingssucces en mortaliteit. De dichtheid van andere hoefdiersoorten is medebepalend voor de aanwezigheid van mast en breedbladige grassen.

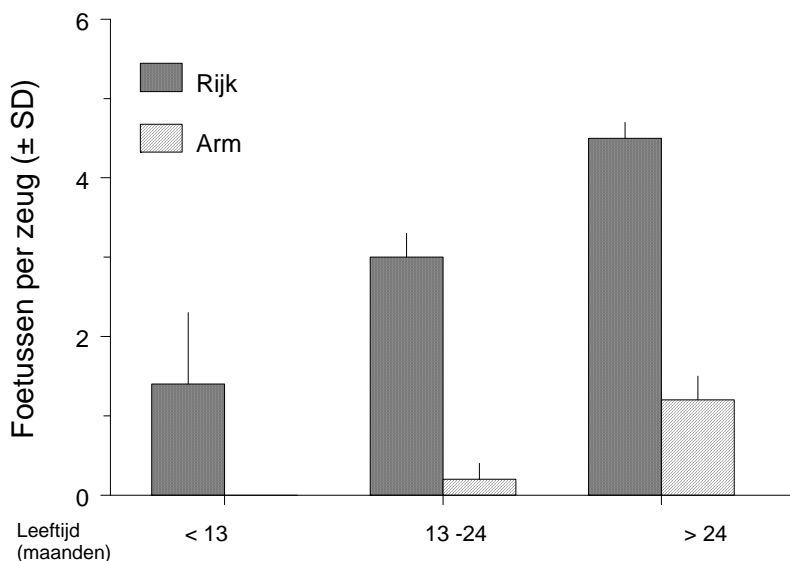
Ook de voedingsfysiologie speelt een rol bij de dieetkeus. Zo moeten zwijnen de consumptie van eikels en beukenootjes, die vooral koolhydraten bevatten, combineren met dierlijk eiwit om hun dieet in balans te houden (van Wieren, 2007). Dit kan ertoe leiden dat in de herfst de predatie van ongewervelde diersoorten het grootst is.

Het staat daarmee vast dat de aanwezigheid van mast en breedbladig gras de migraties kan sturen. Op een deel van de Veluwe blijven kadavers van geschoten wilde hoefdieren achter in het veld. Wilde zwijnen zijn belangrijke afnemers van deze kadavers. Ook kadavers kunnen daarom migraties sturen.

De voorkeur van het wilde zwijn gaat uit naar (inlandse) eikels. Omdat die aan het eind van de maand oktober altijd op zijn, vormen beukenootjes de enige beschikbare mast in het winterhalfjaar van 1 oktober - 15 april. In die periode bedroeg het energiegehalte van het natuurlijk dieet in mastrijke en mastarme winters 10,0 en 7,5 MJ/kg droge stof. Er werd dan ook een verband gevonden tussen de conditie van de dieren, uitgedrukt in kg metabolisch lichaamsgewicht MW/100 ha en voortplantingssucces, en de beschikbaarheid van mast (Fig. 5 en 6).



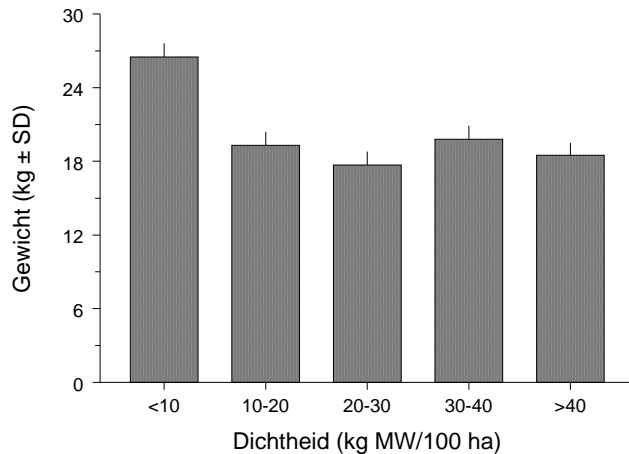
Figuur 5. Gewichtsontwikkeling van wilde zwijnen (kg \pm SD) per leeftijdscategorie (in maanden) in de populatie HS in herfst (15 september – 31 december) en winter (1 januari – 15 april) in relatie tot de beschikbaarheid van mast. Periode: 1987-1997. De gewichten zijn 'ontweide gewichten' die door te vermenigvuldigen met een factor 1,4 zijn om te rekenen naar 'levend gewicht'. Bron: Groot Bruinderink & Lammertsma, 2008



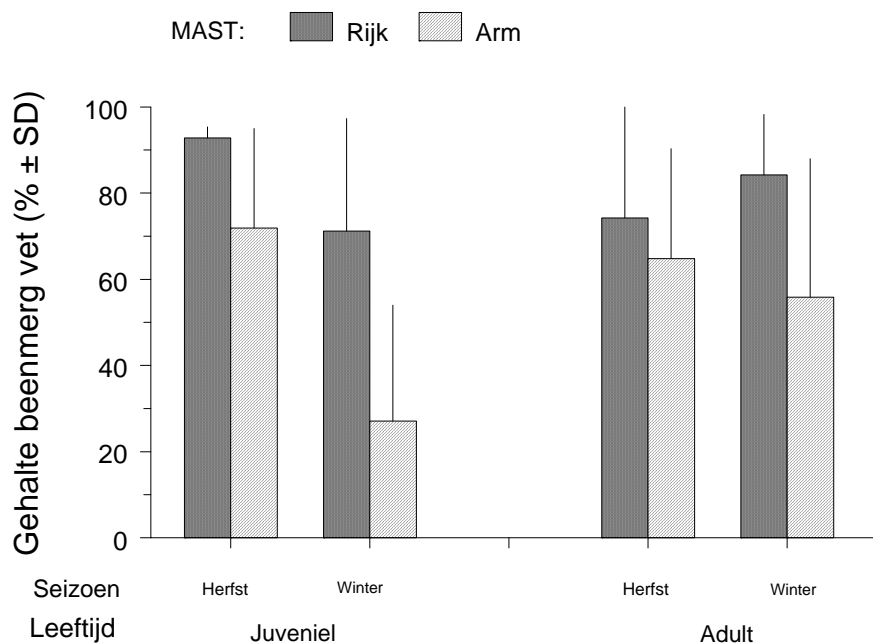
Figuur 6 Aantal foetussen per zeug en leeftijdsklasse (\pm SD) in de populatie HS in relatie tot de beschikbaarheid van mast. Periode: 1987-1997. Bron: Groot Bruinderink & Lammertsma, 2008

Ook werd een negatief verband aangetoond tussen de dichtheid aan wilde zwijnen en het lichaamsgewicht (in kg; Fig. 7). Het gehalte beenmergvvet, de laatste energiereserve die wilde zwijnen kunnen aanspreken (onderhuids, darm en niervet zijn dan al uitgeput), is illustratief voor het belang van mast. In de herfst werd er nauwelijks een effect gevonden van de beschikbaarheid van mast op deze laatste energievoorraad. 's Winters echter daalde het beenmergvvetgehalte vooral bij de

juvenile dieren (≤ 12 maanden) dramatisch (Fig. 8). Na een mastloze winter overleefden er geen biggen in de HS populatie waar breedbladig gras ontbrak als alternatieve energiebron. Ook werden er in het voorjaar geen biggen geboren. Opvallend is dat ook onder slechte omstandigheden er altijd dieren aanwezig zijn in een goede conditie. Zonder uitzondering zijn dit volwassen exemplaren.



Figuur 7. Het effect van dichtheid op het gemiddeld gewicht van wilde zwijnen. Bron: Groot Bruinderink & Lammertsma, 2008



Figuur 8. Het gehalte beenmergvet van wilde zwijnen per leeftijdscategorie in relatie tot seizoen en beschikbaarheid van mast. Bron: Groot Bruinderink & Lammertsma, 2008

Inventarisaties

Bij bestandsinventarisaties (tellingen) van hoefdieren kan, afhankelijk van het doel, gekozen worden voor directe of indirecte waarnemingen. Als bijvoorbeeld de

leeftijds- en geslachtsverhouding bekend moeten zijn, zal vaak gekozen moeten worden voor directe waarnemingen. In een omgeving waarin je de dieren lastig kunt zien, zal sneller gekozen worden voor indirecte waarnemingen zoals sporen of uitwerpselen. Meestal dient het telresultaat niet te worden geïnterpreteerd als de absolute waarheid, maar als een index of trend. Voor het vaststellen van een betrouwbare trend is het van belang dat dezelfde methode ieder jaar weer wordt gebruikt: bijvoorbeeld in dezelfde tijd van het jaar, onder gelijke weersomstandigheden, met zoveel mogelijk dezelfde waarnemers e.d. In alle gevallen dienen de jaarlijkse resultaten bewaard te blijven als bron van informatie voor toekomstig onderzoek en beheer. Overal klinkt momenteel de roep om goedkope, maar tegelijk betrouwbare en nauwkeurige inventarisatiemethoden (Merrigi et al., 2008).

Bij de meest gangbare methoden wordt in het navolgende stilgestaan. Een goed overzicht staat in Mayle *et al.* (1999), Schwarz & Seber (1999) en Merrigi *et al.* (2008).

Directe waarnemingen

Directe waarnemingen van dieren liggen het meest voor de hand. Soms wordt een soort drukjacht zonder afschot georganiseerd, maar ook tellingen vanuit de lucht zijn ingeburgerd. Concentratie van de dieren in groepen, op aantrekkelijke of aantrekkelijk gemaakte (voer)plaatsen in het terrein, kan deze telmethode vergemakkelijken. Methoden waarbij een schatting kan worden gemaakt van het deel van de populatie dat niet wordt gezien kunnen efficiënter zijn in termen van geïnvesteerde tijd. Dit geldt bijvoorbeeld voor de merk-terugvangst (terugzien) methode (mark-recapture of resighting). Het vangen en merken is echter dieronvriendelijk en tijdrovend en daarmee te duur voor grootschalige toepassing (Lebreton et al., 1992). Alternatieve methoden zijn de catch-per-unit effort (CPUE; Noss et al., 2005) of de lijn-transectmethode (Vincent et al., 1991, 1996; Focardi et al., 2002). Als de waarschijnlijkheid groot is dat er binnen het studiegebied variatie optreedt in gemeten factoren, bijvoorbeeld in de zichtbaarheid van hoefdieren afhankelijk van boomsoort en boomleeftijdsklasse, dan wordt gestratificeerd waarnemen of monstereisen van belang. Hiervoor wordt het gebied opgedeeld in strata die elk een groep van gelijke eenheden bevat. Van elk stratum wordt een onafhankelijk random monster genomen en de schatting van de totale populatie wordt dan berekend door de gemiddelden van de strata te combineren.

Grond

Zichtwaarnemingen vanaf vaste (uitkijk) posten (Engels: vantage points) en/of mobile posten zijn het meest ingeburgerd in Europa als middel om bijvoorbeeld wilde zwijnen of reeën te inventariseren (Merrigi et al., 2008). Over het algemeen wordt aangenomen dat deze methodes een onderschatting opleveren van de werkelijke populatie (Andersen, 1953; Strandgaard, 1972 Anonymus, 2000). Mysterud et al. (2007) gaan in op de waarde van een combinatie van jaarrond zichtwaarnemingen en aantal afgeschoten dieren, met de uitkomsten van voorjaarstellingen van het edelhert. Zij benadrukken dat de voorjaarstelling zich over meerdere dagen moet uitstrekken (gemiddelde met standaardafwijking en betrouwbaarheidsinterval) en dat zoveel mogelijk onder dezelfde omstandigheden moet worden geteld.

Lucht

Zichtwaarnemingen van witstaartherten vanuit de lucht leveren weinig bruikbare informatie op (Pettorelli et al., 2007). Daniels (2006) heeft getracht in Schotland (edelherten op open terrein!) zichtwaarnemingen op de grond, zichtwaarnemingen vanuit een helikopter, infrarood (IR)-waarnemingen vanuit een helikopter en keuteltellingen te vergelijken. Hij gebruikte camerabeelden als ondersteuning bij de schatting van de werkelijke populatieomvang. Weersomstandigheden verhinderden goede IR-waarnemingen. Zichtwaarnemingen op de grond of vanuit een helikopter lieten de kleinste variatie in uitkomsten zien. In zijn situatie was het werken met een helikopter het goedkoopst en leverde ook nog eens de beste resultaten op. Potvin & Breton (2005) komen tot een vergelijkbare conclusie en ervoeren eveneens dat IR-waarnemingen onuitvoerbaar waren vanwege de dichte vegetatie. Potvin et al. (2004) concludeerden echter dat tellingen vanuit de lucht voor grote gebieden een voldoende betrouwbare schatting opleverde voor damherten. De nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van tellingen uit de lucht zal uiteindelijk, net als de meeste andere methodes, sterk afhankelijke zijn van het terreintype (bos/open veld) en de geleverde inspanning (financiën).

Capture-mark-recapture CMR en CPUE

Door middel van de capture-mark-recapture methode of de catch-per-unit-effort (CPUE) kan op basis van het aantal gevangen dieren uit een populatie een schatting van de totale omvang van die populatie worden gemaakt (Seber, 1982). Het blijkt echter dat, wanneer slechts een klein gedeelte van de populatie wordt gevangen, de betrouwbaarheid van deze methode snel afneemt (Lancia et al., 1996). Ook staat vast dat in gebieden met veel dekking (wilde zwijnen in bos) het missen van een deel van de populatie en dus een onderschatting een probleem kan zijn (Belant & Seamans, 2000). De uitkomst kan ook worden beïnvloed door anti-predatorgedrag van een soort (Lebreton et al., 1992). CPUE indices zijn gevoelig voor de waarnemingsinspanning of schaal van het waarnemingsgebied (Pettorelli et al., 2007). Denk daarbij bijvoorbeeld aan waarnemers die hotspots opzoeken waarvan ze weten dat er veel dieren zitten (Jagers op Akkerhuis et al., 2004). Je zou dit ook vooringenomen waarnemen kunnen noemen.

Lijn-transect tellingen en 'distance sampling'

Een variant op de boven beschreven zichtwaarnemingen zijn lijn-transect tellingen (line transects). Hierbij worden waarnemingen langs vaste transecten in het landschap gedaan. Er zijn verschillende varianten van deze methode in gebruik. Soms wordt de zichtbare oppervlakte bepaald (of afgebakend) om de waarnemingen te kunnen omrekenen naar een populatiedichtheid, soms wordt het aantal waarnemingen gebruikt als index (o.a. Vincent et al., 1991; 1996). Door de (loodrechte) afstand van de waarneming tot de transectlijn te meten, kan ook een dichtheid worden berekend. Deze methode wordt distance sampling genoemd (Buckland et al., 2004). Een waarneming kan daarbij zijn een dier, maar bijvoorbeeld ook een keutelhoop (zie bij Indirecte waarnemingen). Een juiste stratificatie naar vegetatie- of landschapstypen is noodzakelijk. Aan deze methode kleven in het algemeen dezelfde bezwaren als aan de zichtwaarnemingen: in dichte vegetatietypen wordt weinig waargenomen.

Hulpmiddelen

Schijnwerpers

Nachtelijke observaties met behulp van schijnwerpers worden vaak gebruikt om aantallen hertachtigen te schatten. Er zijn relatief weinig kosten mee gemoeid, het is eenvoudig, verstoring is minimaal bij juiste toepassing en het biedt de mogelijkheid reeksen over jaren met elkaar te vergelijken (Belant & Seamans, 2000; Simon et al., 2008). Problemen duiken op bij slecht weer en dichte vegetaties, geringe afstand tot de dieren/tot de waarnemer met lichtreflectie. Ook is deze methode onnauwkeurig als het gaat om het vaststellen van de populatiestructuur (leeftijds- en geslachtsstructuur; McCullough, 1982). Bij gebruik van de schijnwerpermethode worden al gauw de dichtheden aan hertachtigen overschat op open terrein en onderschat in gesloten vegetaties (McCullough, 1982). De ervaring op de Veluwe is dat in de eerste nacht nog zwijnen worden gezien, daarna minder of in het geheel niet meer.

Camera's

Camera detectie op afstand (time lapse en triggered camera of videosystemen) kan behulpzaam zijn bij inventarisaties. De methode vindt brede toepassing in ecologisch onderzoek. Denk aan voedsleecologie, identificeren van ei- en nestpredatie, documenteren van broedgedrag e.d. (Cutler & Swann, 1999). Nadeel is het optreden van technische problemen, de frequentie van de monitoring, het gegeven dat de apparatuur opvalt voor dier en mens, de verstoring door andere soorten dan de bestudeerde soort en gewenning aan aas. Schattingen van aantallen/dichtheden zijn lastig uitvoerbaar wanneer, zoals bij wilde zwijnen, individuele herkenning moeilijk is.

Het gebruik van het infrarood spectrum

Allison & Destefano (2006) schreven een review over uitrustingen en technieken om bij geringe lichtsterkte dieren waar te nemen door beeldversterking (bv. restlichtversterkers). Hun conclusie is dat hiermee een belangrijk hulpmiddel beschikbaar is voor nachtelijke studies van wildlife. Echter, er blijven problemen bestaan met contrast, slecht weer, groeps grootte en dichtheid. Restlichtversterkers verzamelen licht uit de onderste waarden uit het infrarood spectrum, versterken de fotonen (lichtdeeltjes) en zetten ze om in elektrische energie.

De ontwikkeling van het gebruik van warmtebeelden (thermal imaging) in ecologisch onderzoek gaat snel. Er wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van het detecteren van dieren met behulp van apparatuur die onderscheid maakt tussen de hoeveelheid warmte die de dieren uitstralen en hun omgeving. Die warmtestraling bevindt zich in het zg. thermisch infrarood deel van het stralingsspectrum. Bij het gebruik van warmtebeelden worden de hoogste waarden uit het infrarood licht spectrum verzameld en uitgestraald als warmte. De toepassing is veelal militair of industrieel van aard, maar wordt in toenemende mate ook gebruikt bij faunatellingen. Er zijn handzame monoculair, binoculair, camera's en wapenkijkers. De huidige apparatuur maakt waarnemingen op grote afstand mogelijk, heeft een hoge resolutie (een helder beeld) en is gevoelig voor zeer kleine temperatuurverschillen. Apparatuur is in de handel voor een prijs variërend van 1000 tot tienduizenden Euro's.

Boonstra et al. (1994) vonden met behulp van thermal imaging eekhoorns, sneeuwchazens en muizen. Ook konden ze activiteit bij de nesten aantonen. Met behulp van thermisch infrarood lukte dit echter weer niet, waarschijnlijk vanwege het isolerend vermogen van nest en pels.

Drake et al. (2005) vergeleken tellingen van witstaartherten (*Odocoileus virginianus*) vanuit de auto met die met behulp van Forward-Looking Infrared (FLIR) sensoren over het zelfde traject. Beide methoden leverden een vrijwel identiek resultaat: 229 (SE 10,04) en 214 (SE = 18,7; P = 0,46). Dit 'vooruit gericht' thermisch infrarood detectiesysteem FLIR kan eenvoudig aan de vleugel van een vliegtuig of aan het onderstel van een helikopter worden gemonteerd. In dit geval vloog de heli op een hoogte van ca.150 m met een snelheid van ca. 80 km/h. Zij trekken een aantal belangwekkende conclusies over het gebruik van deze techniek:

1. De IR techniek kan een bruikbaar alternatief zijn wanneer de zichtbaarheid van de dieren op een of andere wijze wordt belemmerd.
2. Wat blijft is onduidelijkheid over de vraag welk deel van de totaal aanwezige populatie wordt gezien.
3. De techniek laat ruimte voor subjectieve interpretaties van wat wordt gezien. De plek waar een dier zich bevindt, bijvoorbeeld open terrein of dicht bos, kan de nauwkeurigheid van de IR detectie beïnvloeden. Ook dubbeltellingen, bijvoorbeeld a.g.v vluchtgedrag van open terrein naar dekking, kunnen de teluitkomst beïnvloeden (Gill et al., 1997). Het onderscheid tussen landbouwhuisdieren en herten is soms lastig te maken (laat staan tussen damhert en ree!).
4. Toekomstig onderzoek naar toepasbaarheid en betrouwbaarheid vergt dan ook een op andere wijze verkregen nauwkeurige schatting van de populatieomvang.
5. In vergelijking met andere methoden is de IR-methode duur (ca. 8 keer zo duur als een telling vanaf de weg).
6. Het weer moet meewerken met bijvoorbeeld een zichtbaarheid > 5 km, de omgevingstemperatuur mag niet hoger zijn dan 13 0C en loofbomen moeten geen blad dragen. Toepasbaar in de winter dus en bij voorkeur 's nachts wanneer de dieren de dekking verlaten (vliegen is vergunningplichtig en oriëntatie lastig).
7. Laagvliegende helikopters jagen de dieren de dekking in.

Dit verhaal wordt ondersteund door de resultaten van een studie van Dunn et al. (2002) aan edelherten (wapiti; *Cervus elaphus canadensis*) met gebruikmaking van de zelfde FLIR-techniek, in open terrein afgewisseld met bos. Edelherten konden worden onderscheiden van landbouwhuisdieren en muilhoedherten op basis van hun morfologie en warmtestraling. Belangrijk bij dit laatste was dat alleen de edelherten een zodanig goed isolerende pels in de nekstreek hebben, dat de nek wegvalt uit het warmtebeeld. Lastig was dat het opgaand naaldbos (*Pinus ponderosa*) dezelfde warmtestraling had als de edelherten. FLIR had dus geen meerwaarde boven zichtwaarnemingen. De auteurs voeren daartoe drie redenen aan:

1. de dieren zijn te goed geïsoleerd;
2. de kale bodem straalt te veel warmte uit zodat edelherten niet afsteken;
3. detectie werd verhinderd door de kronen van de naaldbomen.

Een in deze onderzoeken niet genoemd voordeel van deze techniek kan zijn de relatief eenvoudige organisatie (er zijn weinig mensen bij betrokken) en het feit dat alle beelden digitaal worden vastgelegd. Gemiddeld leverde de IR-telling van Dunn et al. (2002) ca. 50% van de traditionele zichtwaarnemingen op de grond. Ook Haroldson et al. (2003) zien gemiddeld 56% van een populatie witstaartherten m.b.v. IR-detectie vanuit de lucht in een loofbosrijke situatie.

Focardi et al. (2001) vergeleek het resultaat van thermisch infrarood (TI) met schijnwerpertellingen (ST) voor edelhert, damhert, wild zwijn, vos, konijn en haas. Gemiddeld werden 53,8% van het aantal dieren dat met TI werd gespot ook gezien met de ST. Voor het wilde zwijn was dit slechts 18%, en voor damhert en vos maakte het niet zoveel uit. Bij het edelhert was TI efficiënter m.u.v. de winterperiode. Groepen mannelijke edelherten werden beter gezien met TI dan met ST. Op korte afstand werd bij het wilde zwijn met TI het beste resultaat bereikt. Het wilde zwijn heeft geen reflecterende tapetum lucidum in de ogen en is dus minder zichtbaar bij ST.

Indirecte waarnemingen

Keuteltellingen

Als maat voor de presentie van hoefdieren kan worden gekozen voor de mestdichtheid: het aantal mesthopen per 100 m² (Neff, 1968). De mestdichtheid kan worden bepaald volgens de plot-clearance methode (Putman, 1990; Mayle et al., 1999), waarbij de uitwerpselen steeds bij ieder veldbezoek van de transecten worden verwijderd, teneinde dubbeltellingen bij een volgend bezoek te voorkomen. Een transecttelling dient zoveel mogelijk door dezelfde twee waarnemers te worden uitgevoerd om de menselijke fout te minimaliseren (Neff, 1968). Keutel(hoop)tellingen worden met name in de UK gebruikt als maat voor de dichtheid van hoefdieren. In dat geval moet bekend zijn hoeveel keutelhopen een hoefdiersoort per tijdseenheid produceert en hoe lang zo'n hoop per vegetatietype blijft liggen. Op de Veluwe is ervaring opgedaan met het tellen van keutels van wilde zwijnen (Groot Bruinderink et al., 2000).

Problemen bij de methode

Onder een mesthoop (Eng. pellet group) verstaan we: het totaal aan uitwerpselen waarvan met een hoge mate van consensus tussen de waarnemers kan worden aangenomen dat ze tot een en dezelfde mestlozing van het dier behoorden. Dat wil lang niet altijd zeggen dat de uitwerpselen altijd mooi bijeen liggen. Zelf onder het lopen en rennen wordt gemest, zodat onderdelen van de lozing in een langgerekte rij komen te liggen. De bemonsteringsfrequentie moet lang genoeg zijn om de kans om een representatief aantal mesthopen aan te treffen, maar kort genoeg om te voorkomen dat de periode tussen twee waarnemingen korter is dan de afbraaksnelheid van de mest. Achter de methode zit de aanname dat dieren onafhankelijk van plaats, tijd en gedrag mest deponeren. In werkelijkheid is dit niet het geval (Putman, 1990). Een ander nadeel van deze methode kan zijn dat bij een lage populatiedichtheid de dataset teveel nulwaarden en een grote mate van variatie in aantallen uitwerpselen tussen de transecten vertoont, waardoor statistische interpretatie bemoeilijkt wordt. En tenslotte, mest kan ook lang niet altijd op soort

gedetermineerd worden. In boekjes afgebeelde typische vormen van keutels verschillen duidelijk, maar de praktijk is minder eenduidig.

Om het aantal keutelgroepen te kunnen vertalen in een aantal aanwezige dieren is het nodig om te weten hoeveel keutelgroepen per tijdseenheid worden geproduceerd. Hoewel deze methode wereldwijd veel wordt toegepast is er weinig gedegen onderzoek gedaan naar de keutelproductie. De resultaten van dit geringe aantal studies zijn bovendien bijna allemaal gebaseerd op metingen aan één of enkele dieren binnen een raster gedurende een korte periode.

Conclusies

Een groot probleem in veel behandelde studies is dat de werkelijke aantallen hoefdieren niet bekend waren. De methodes konden in die gevallen dus niet worden gekalibreerd. Ook is weinig informatie beschikbaar om de variatie in de uitkomsten te zien bij gebruik van verschillende technieken. Hetzelfde geldt voor de kosten en baten.

De uitwerking van de traditionele wildtelling gebaseerd op zichtwaarnemingen, biedt weinig inzicht in de variatie tussen waarnemingsronden (Gaillard et al., 2003). Het interpreteren van de data kan vergemakkelijkt worden door vang-merk-waarneming/terugvang methoden. Tevens kan dan een nauwkeuriger correctiefactor ontwikkeld worden om de populatiegrootte te bepalen. Voor een analyse van de populatieontwikkeling dienen veranderingen in kalf : hinde (big : zeug) ratio, hert : hinde (keiler : zeug) ratio in tenminste twee leeftijdscategorieën (juveniel + subadult en adult), groepsgrootte en -samenstelling geanalyseerd te worden. Dit impliceert dat een groot deel van de populatie nauwkeurig kan worden aangesproken.

De indrukken uit deze desk study naar inventarisatietechnieken zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1. Waardering van een aantal directe en indirecte methoden om hoefdieren te inventariseren (voor afkortingen zie tekst). Scores: +: goed; ±: twijfelachtig; -: slecht

Methode	betrouwbaar	nauwkeurig	kosten	toepasbaarheid wild zwijn
Direct				
Zicht_land	+	-	+	+
Zicht_lucht	+	-	± tot +	-
IR_lucht	+	±	± tot +	- tot ±
IR_land	+	±	+	- tot ±
CMR	±	+	-	±
CPUE	±	+	-	±
Distance	±	+	-	±
Indirect				
Keutel tellingen	±	±	±	±

Zichtbaarheid

Voor recreanten en voor de beheerder (tellingen) is de zichtbaarheid van wilde zwijnen van belang. Deze wordt beïnvloed door de doorkijkbaarheid van het habitatype en het gedrag van wilde zwijnen. Er is daarom geen 1 op 1 relatie tussen de aantallen wilde zwijnen in een gebied en de zichtbaarheid ervan.

Anti predator gedrag

Adaptaties in het gedrag van dieren worden vaak veroorzaakt door veranderingen in de omgeving (daglichtperiode, aanwezigheid van voedsel, predatoren etc.) of in de behoefte van de dieren zelf (voortplanting, dispersie etc.). Er bestaat een duidelijke negatieve correlatie tussen de omvang van het voedselaanbod en de zichtbaarheid en ook tussen jachtactiviteiten door de mens en zichtbaarheid.

Dieren kunnen trachten de ontmoetingskans met een predator te verkleinen: anti-predatorgedrag. Wapiti (*Cervus elaphus*) reageren op wolven door in het bos te blijven (ecology of fear). Hiermee hebben wolven een groter effect op de populatiedynamica van wapiti dan via predatie (Creel et al., 2007). Hetzelfde anti-predator gedrag werd aangetoond bij reegeten met kalveren (Bongi et al., 2008).

Het risico van predatie kan op die manier een groot effect hebben op de structuur van ecosystemen en daarmee op de (dynamiek van) soortenrijkdom (Ripple & Beschta, 2004). Na het verdwijnen van grizzly en wolf namen de elanden met name in rivierbegeleidend bos in het Greater Yellowstone Ecosystem over een periode van 150 jaar explosief toe. Daarmee veranderde de vegetatiestructuur van dit habitatype bos als gevolg van begrazing. Het gevolg was een erosie van soortenrijkdom (Berger et al., 2001).

Interacties met de omgeving beïnvloeden het gedrag van zwijnen met gevolgen voor hun terreingebruik en hun effecten op die omgeving. Het is denkbaar dat de mens, in het bijzonder de jagende mens, bij een wild zwijn een anti-predator gedrag oproept. Het gevolg daarvan kan zijn een heimelijke leefwijze en daarmee samenhangende geringe zichtbaarheid.

Terreingebruik

Het terreingebruik van wilde zwijnen is afhankelijk van het geslacht en de leeftijd. Keilers leven solitair terwijl zeugen in wisselende familieverbanden samenleven (Boitani et al., 1994; Keuling et al. 2008). Zeugen blijven veelal van jaar tot jaar in hetzelfde gebied (Keuling, 2009; Keuling et al., 2008). Het sociale systeem van zwijnen is matrilineaal, waarbij sommige home ranges generaties lang worden overgedragen van moeder op dochter. Ca 20% van de jaarlingen in een populatie blijft niet bij de moeder en disperseert (Kaminski et al., 2005), waarbij binnen een rotte of alle jongen bij de moeder blijven of alle jongen gezamenlijk dispergeren. Het terreingebruik van een rotte wordt in sommige gebieden bepaald door de leidzeug (Leitbache; Keuling et al., 2008), terwijl in andere gebieden de rotte 's nachts kan opsplitsen in wisselende groepjes en individuen om overdag pas weer samen te smelten (Hebeisen, 2007). Wanneer de leidzeug wordt geschoten zou het sociale verband worden verbroken en breekt de rotte op. Hebeisen (2007) echter, stelt dat

aggregaties zeer flexibel zijn en dat deze ook na de dood van de leidzeug in stand blijven. Aggregaties van wilde zwijnen in rottes en hun terreingebruik zijn dynamisch en afhankelijk van veel factoren zoals het voedselaanbod van een specifiek gebied in ruimte en tijd, leeftijd en geslacht, de reproductiecyclus, de dichtheid en groeps grootte, en de mate van verwantschap tussen individuen (Hebeisen, 2007; Boitani et al., 1994).

Activiteitspatroon

Het activiteitspatroon van zwijnen hangt af van diverse factoren zoals de daglengte, energiebehoefte en weersomstandigheden, leeftijd en geslacht. 's Winters zijn zwijnen het minst actief, in de lente neemt de activiteit toe om te pieken in de zomer, waarna in de herfst de activiteit weer afneemt. Zeugen verplaatsen zich meestal het minst, zijn trouw aan een beperkt aantal geprefereerde locaties en maken vooral wanneer ze zogende biggen hebben weinig uitstapjes binnen hun home range (Janeau et al., 1995; Boitani et al., 1994). Keilers zijn minder gebonden aan vaste locaties en hebben een strategie die gericht is op de inspectie van hun home range. Na het spenen van de biggen neemt de activiteit van de jongen toe, waarbij ze als subadult steeds meer uitstapjes maken of dispergeren. Wanneer er sprake is van voedselschaarste, door mastarme jaren of als wroeten bemoeilijkt wordt bij strenge vorst, neemt de activiteit af en krimpt de home range (Briedermann, 1990; Massei et al., 1997).

Zwijnen zijn voornamelijk nachtactief (Briedermann, 1990; Keuling, 2009; Keuling et al., 2008). In Mecklenburg-Vorpommern bedroeg de dagactiviteit gemiddeld 12% van het aantal waarnemingen met een significante piek in mei en juni van 25-28% van de waarnemingen. Het vegetatietype had geen effect op het activiteitspatroon, maar de afstand tot infrastructuur wel. Op meer dan 150m van wegen en gebouwen nam de dagactiviteit toe. Bij een verhoogde jachtfrequentie nam de dagactiviteit af van 18% naar 8%. Een verband tussen jacht, soort jacht, activiteit en home range grootte werd echter niet gevonden.

Zwijnen die hun dagrustplaats hebben op een dekkingrijke plek die tevens voedsel biedt (akkerbouwpercelen) zijn meer dagactief (Merriggi & Sacchi, 1992), maar niet beter zichtbaar. In perioden met voedseltekorten en bij verminderde menselijke verstoring neemt de dagactiviteit toe (Russo et al., 1997). Jonge dieren zijn beter zichtbaar dan oudere ervaren dieren die voorzichtiger zijn bij het betreden van open gebied (Keuling et al., 2008; Spitz & Janeau, 1995). Afschot van wilde zwijnen op open vlaktes kan er dus toe leiden dat rottes deze gebieden in het afschotseizoen mijden. Zwijnen hebben twee anti jacht strategieën (Keuling et al., 2008; Sodeikat & Pohlmeier, 2003): 1) in de veilige delen van de home range blijven waardoor het activiteitsgebied verkleint of 2) de home range vergroten of tijdelijk verschuiven naar veilig gebied.

Ecologische modellen

De unieke relatie tussen het wilde zwijn en de mast op de Veluwe is samengevat in een ecologisch model (Tekstkader 3). Dit model ligt ten grondslag aan de voorjaarsstand van ca. 860 stuks welke de laatste jaren voor de vrije wildbaan van het CVN werd aangehouden.

Tekstkader 3

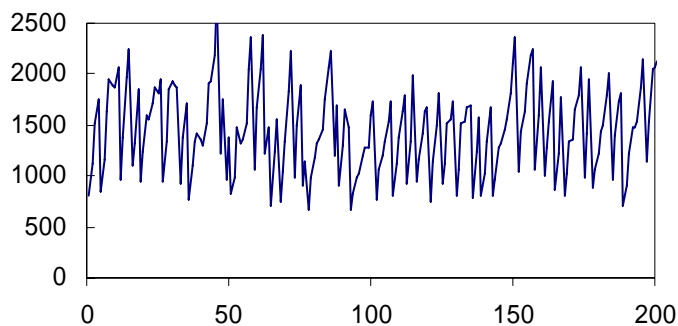
In de niet bijgevoerde maar wel bejaagde populaties wilde zwijnen werd een unieke relatie gevonden tussen de beschikbaarheid van mast en breedbladige grassen enerzijds en de conditie, het voortplantingssucces en daarmee de populatieomvang van wilde zwijnen anderzijds. Op basis hiervan werd een ecologisch model ontwikkeld voor de populatiedynamiek van een populatie wilde zwijnen op de Veluwe (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1995; Baveco & Groot Bruinderink, 1997). Onder de Veluwe moet in dit geval worden verstaan de 'vrije wildbaan' met een omvang van ca. 65.000 ha. Het model is gebruikt als instrument om gevolgen van uiteenlopende beheerscenario's inzichtelijk te maken.

Scenario A: 'geen beheer'

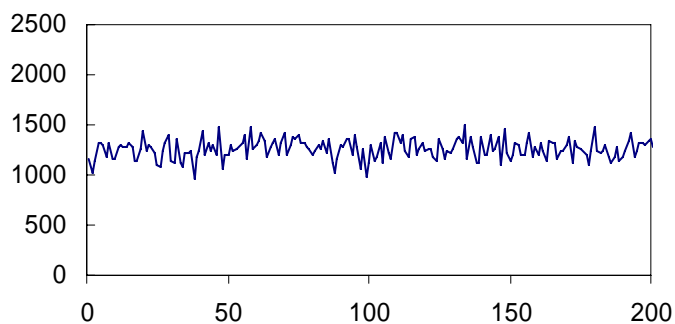
Onder dit scenario voorspelt het model voor een periode van 200 jaar een mediane zomerstand van 1580 wilde zwijnen (Fig. 9A). Fluctuaties om die waarde worden veroorzaakt door schommelingen in het mastaanbod en natuurlijke terugkoppelingsmechanismen bij hoge dichtheden. Niet zozeer de absolute uitkomst van 1417 stuks is van belang, als wel het patroon met grote pieken en dalen dat wordt weergegeven.

Indien gekozen wordt voor aantalscontrole ontstaan een aantal opties waarvan we er slechts één weergeven.

A.



B.

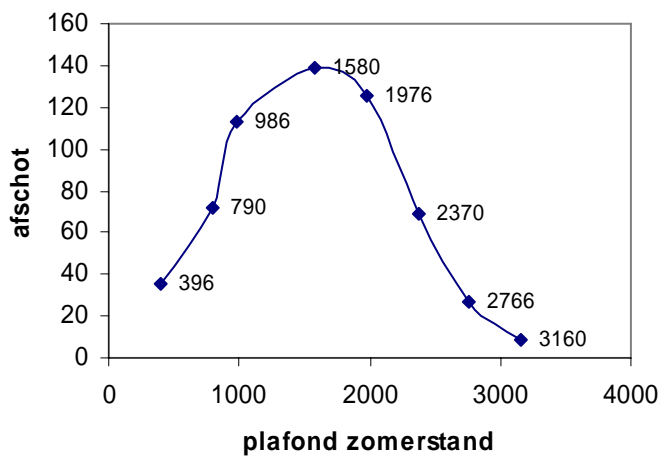


Figuur 9. Vervachte aantalsfluctuaties (Y-as, zomerstanden) van wilde zwijnen op de Veluwe (vrije wildbaan 65.000 ha) bij het achterwege laten van beheer (Fig. 9A) en bij een beheer dat is gericht op een plafondwaarde van de gemiddelde waarde van de zomerstand (Fig. 9B). Het betreft een modeluitkomst met een tijds horizon van 200 jaar (X-as) met gebruikmaking van mastgegevens over de periode 1930-1993.

Scenario B: 'plafond zomerstand = 1580'

Onder dit scenario voorspelt het model een mediane uitkomst van 1255 zwijnen (Fig. 9B). Pieken in de aantallen naar boven verdwijnen door het afschot (alles boven de 1580 wordt afgeschoten). Diepe dalen verdwijnen, omdat er gemiddeld voldoende voedsel beschikbaar is voor de 'afgeroomde' populatie. Het voedselaanbod fluctueert zodanig dat er in 50% van de jaren voldoende voedsel is voor maximale reproductie en in 50% van de jaren onvoldoende. Dit heeft tot gevolg dat er gemiddeld in 50% van de jaren afschot gepleegd wordt, terwijl de bestandsomvang afnemend is, door het uitblijven van aanwas. Er is veel minder sprake van natuurlijke regulatie van de aantallen door het voedselaanbod.

Er zijn meer scenario's denkbaar van streefwaarden voor de populatieomvang in relatie tot het meerjarige gemiddelde dat werd gevonden onder scenario A. De bijbehorende afschotinspanningen om die streefwaarden te realiseren, worden weergegeven door een parabool (Fig. 10).



Figuur 10. Modeluitkomst van het benodigd afschot (Y-as, lange termijn gemiddelde) van wilde zwijnen op de Veluwe (vrije wildbaan 65.000 ha) per jaar in relatie tot het niveau van de als plafond afgesproken zomerstand.

Het jaarlijkse afschot is het grootst indien ervoor wordt gekozen om de plafondwaarde van 1580 aan te houden. Indien wordt gekozen voor een hogere plafondwaarde, worden effecten merkbaar van dichtheidsafhankelijke terugkoppelingsmechanismen die, ook zonder afschot, zullen resulteren in een afname van de populatieomvang. Het afschot vindt in toenemende mate plaats in de marge van de natuurlijke sterfte, wordt mede daarom te lager en gemakkelijker realiseerbaar. Voor streefwaarden onder de 1580 geldt eveneens een lager afschotquotum. Dit kan lastiger te realiseren zijn omdat de populatieomvang kleiner is. Let wel: het gaat hier voortdurend om de keuze van een bepaalde stand. Afschot is een voortvloeisel daaruit.

Wanneer het maatwerk beheer dient te worden ondersteund door ecologische modellen bestaan er een aantal redenen om dit model te actualiseren en te toetsen op nauwkeurigheid. Die hebben te maken met de in het model gebruikte gegevens aangaande mast en eigenschappen van het wilde zwijn (bijvoorbeeld leeftijds- en geslachtsgebonden sterfte).

Analyse van het gevoerde beheer

In 2009 is onderzocht welke van de beschikbare modellen het beste past bij het waargenomen populatie verloop (Veluwe breed) van de laatste 10 jaar. De beschikbare modellen zijn eenvoudige modellen met leeftijdstructuur en tijdstappen van één jaar. Eén van deze modellen is identiek aan het model van (Bieber & Ruf, 2005) en betreft een matrix model (zonder dichtheidsafhankelijkheid) met drie sets demografische parameters voor verschillende voedselsituaties (weinig, gemiddeld, veel mast). In het vervolg wordt dit model aangeduid als DO. De afwezigheid van dichtheidsafhankelijke mechanismen betekent dat dit model enkel exponentiële groei of afname vertoont. Een ander model maakt de relatie met voedselaanbod dichtheidsafhankelijk, door de drie sets van demografische parameters te koppelen aan per-capita voedselaanbod, als in (Baveco & Groot-Bruinderink, 1997). We duiden dit model aan met DA.

Daarnaast hebben we twee vergelijkbare modellen zónder leeftijdsstructuur geformuleerd, met als doel beter te begrijpen wat nu de typische dynamiek van een dergelijk systeem is, met en zonder dichtheidsafhankelijkheid (DA en DO), bij een sterk fluctuerend voedselaanbod en (grote) onzekerheid in getelde aantallen.

Welk model het beste?

- De tellingen zijn hoogst waarschijnlijk een onderschatting van de aantallen. Alleen wanneer we ervan uitgaan van dat niet meer dan 50 tot 70% van de dieren geteld worden, produceren de modellen voor de *bele* tijdreeks aantallen groter dan nul.
- Modellen met dichtheidsafhankelijkheid passen niet beter op de tijdreeks (tellingen, afschot, verkeersslachtoffers) dan modellen zonder dichtheidsafhankelijke terugkoppeling. Dit is een indicatie dat dichtheidsafhankelijkheid (via reproductie) de afgelopen jaren geen rol heeft gespeeld in de dynamiek. De populatie is door afschot weliswaar niet op de doelstand gebracht, maar waarschijnlijk wel op een niveau gehouden waarop reproductie niet door (per capita) voedselaanbod beperkt wordt.

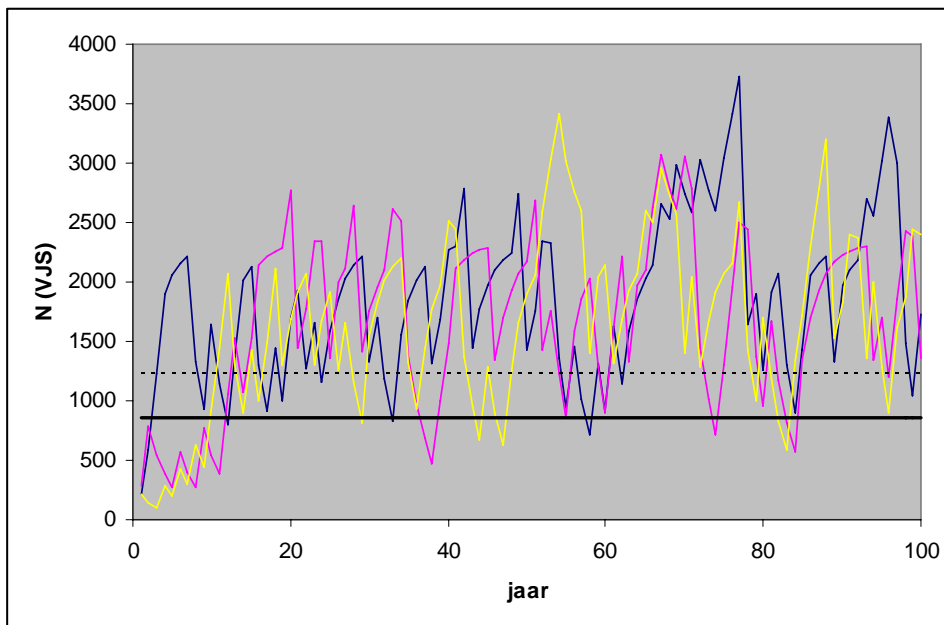
Eenvoudige modellen inclusief onzekerheid tellingen

Belangrijkste conclusies uit de analyse van eenvoudige modellen met (DA) en zonder (DO) dichtheidsafhankelijke terugkoppeling zijn (Fig. 11 t/m 14):

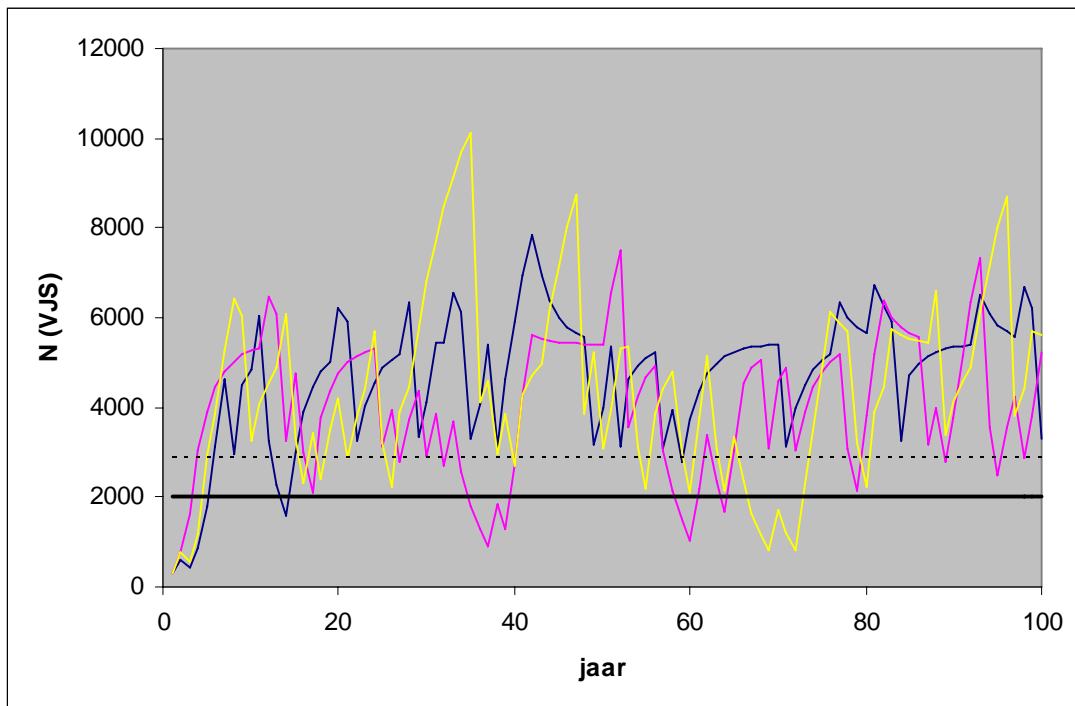
- Het fixeren van de populatie op een niveau waarop geen sprake is van natuurlijke (dichtheidsafhankelijke) regulatie mechanismen, lijkt onmogelijk. Imperfecte voorspellingen van de komende voorjaarsstand zijn hier de belangrijkste oorzaak voor. Naarmate de onderschatting van zomerstand in de tellingen sterker is, neemt de stand waar de populatie naar toe groeit toe. Corrigeren voor gemiddelde efficiëntie van de tellingen is geen optie door de hoge uitsterfkansen die het gevolg zijn.
- De populatie groeit dus altijd uit de range van lage dichtheid, naar een omvang waarop – waarschijnlijk – dichtheidsafhankelijke processen een rol gaan spelen. De details van het terugkoppelingsmechanisme (de vorm van de functie die de afhankelijkheid van reproductie met dichtheid beschrijft) bepalen deels de aard van de dynamiek. Het cyclische patroon dat hoort bij een sterk discrete drempelwaarde in reproductie, wordt echter gemaskeerd door de geprononceerde dynamiek in voedselaanbod (mast).

- Voor een relatief lage doelstand (als voorbeeld 860) zijn de voorspelde verschillen in dynamiek tussen de twee typen modellen (DO en DA) beperkt, met wat lagere maxima voor het DA model. Voor een hogere doelstand (als voorbeeld 2000) zijn de verschillen echter gigantisch, met maxima tot 10000 in het DO model en tot 3500 in het DA model. Het DO model lijkt minder realistisch; dat verhoging van de doelstand tot dergelijke grote aantallen gaat leiden is dus niet aannemelijk. Meer inzicht in het niveau waarop dichtheidsafhankelijke processen gaan optreden is echter noodzakelijk om het gevolg van hogere doelstanden op de resulterende aantallen in te schatten.
- Inzicht in de vorm van de dichtheidsafhankelijkheid (of beter nog inzicht in het mechanisme ervan) is essentieel: bij een sterk discrete drempelwaarde in de dichtheidsafhankelijke variabele, wordt populatie dynamiek niet alleen aangedreven door fluctuaties in voedsel (de “pulsed resources”), maar is er ook sprake van intrinsieke fluctuaties die bij een constant voedselaanbod tot een cyclisch aantalsverloop zouden leiden.

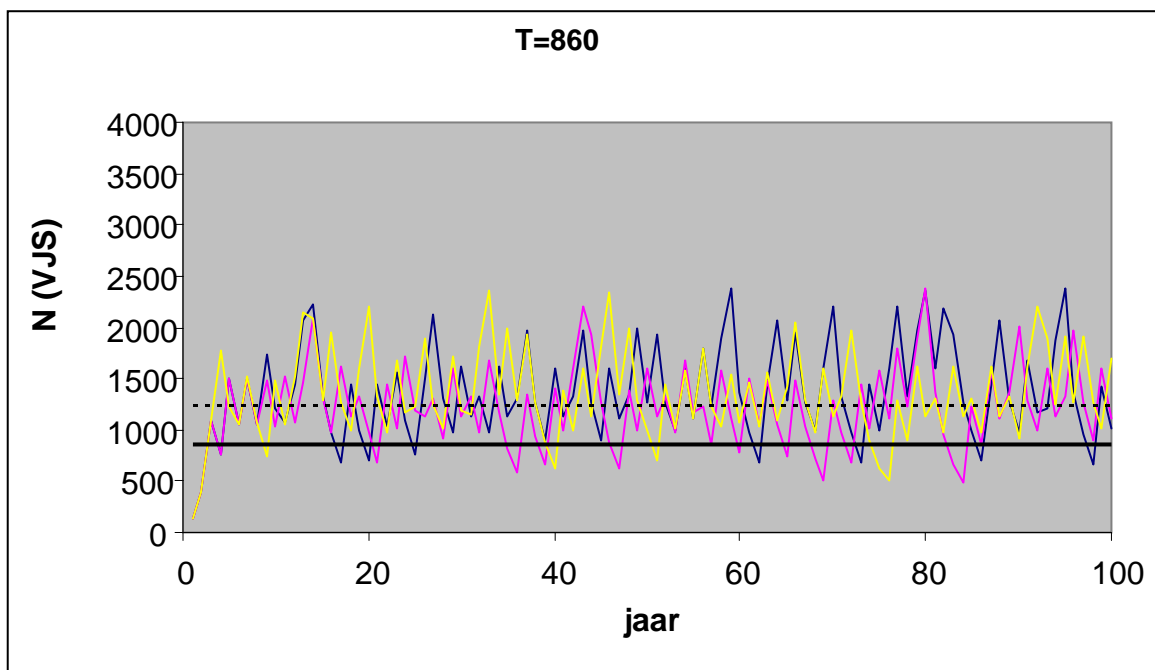
De analyses van Vossestein lijken in zoverre relevant dat deze simpele modellen laten zien dat we bij het huidige beheer, met lage doelstanden, effectief de controle over het aantal kwijt kunnen raken. De door Vossestein veronderstelde terugkoppeling tussen jachtdruk en aanwas (per individu) – hogere jachtdruk betekent meer aanwas – zou tot gevolg hebben dat deze situatie eerder voorkomt. Omdat wij, i.t.t. Vossestein, veronderstellen dat bij toenemend aantal het dichtheidsafhankelijke model beter bij de werkelijkheid past omdat natuurlijke regulerende processen gaan meespelen, beoordelen we deze ‘out of control’ situatie anders, en niet zozeer als een ‘zwijnenbom’.



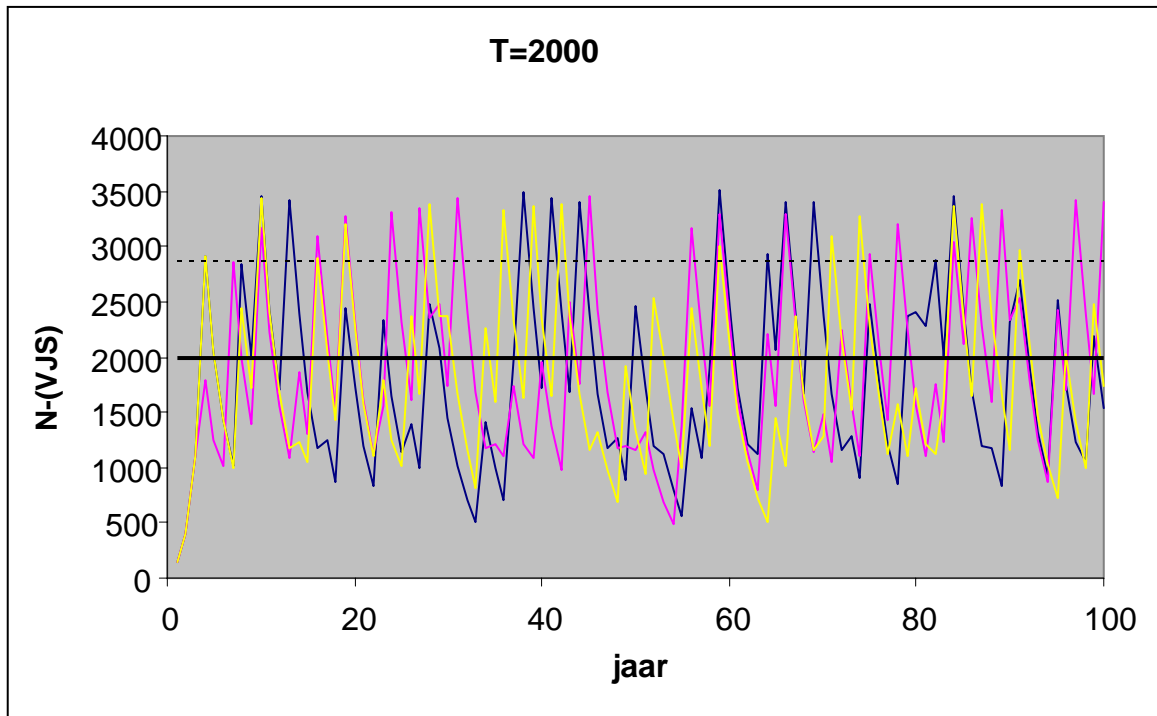
Figuur 11. Model DO. Drie simulaties van populatie dynamiek bij een dynamisch voedselaanbod in een model zonder dichtheidsafhankelijkheid. Kans op arm jaar = 0.25; kans op gemiddeld jaar = 0.5; kans op rijk jaar = 0.25; efficiëntie van de tellingen = 0.7. Aanwas per individu in arm jaar = 0, in gemiddeld jaar = 2, in rijk mast jaar = 3; mortaliteit = 0.3 (0.1 natuurlijke sterfte, 0.2 verkeerssterfte). N (VJS): voorjaarsstand. Zwarte doorgetrokken lijn: gestelde doelstand 860; stippellijn: effectieve (eigenlijke) doelstand



Figuur 12. Model DO. Doelstand 2000.



Figuur 13. Model DA. $T=860$, sterk discrete drempel in dichtheidsafhankelijkheid. Drie projecties van populatie dynamiek bij voedselaanbod in drie klassen met een verschillende kans van optreden ($0.5 * \text{mediaan voedselaanbod}$, $p=0.25$; mediaan , $p=0.5$; $2 * \text{mediaan}$, $p=0.25$). Drempel bij 1035 individuen bij mediaan voedselaanbod.



Figuur 14. Model DA. T=2000.

Wat zeggen deze modellen over perspectieven gedifferentieerd beheer?

De modellen bieden inzicht in de aard van de dynamiek en de effecten van beheer op de dynamiek. Het kenmerk van de tot op heden toegepaste modellen is dat zij niet-ruimtelijk zijn en gebaseerd op een jaarlijkse tijdstap. Het eerste kenmerk betekent dat ze betrekking hebben op een goed ‘gemengde’ populatie, zonder ruimtelijke structuur. Het tweede kenmerk betekent dat bijvoorbeeld het toestandsverloop van individuele kenmerken (zoals gewicht of omvang van reserves) door het jaar heen niet bijgehouden wordt. De analyse heeft betrekking op de Veluwe als geheel. De modellen kunnen echter evengoed per leefgebied toegepast worden, met de voor ieder leefgebied kenmerkende arealen aan eik en beuk opstanden en gras, en verschillende doelstanden (zie de analyse in Groot Bruinderink et al., 1999). Zonder deze analyse uit te voeren kunnen al wel in algemene zin enkele gevolgen van het opdelen in kleinere (afgegrensde) ruimtelijke eenheden voor de dynamiek voorspeld worden: door toeval bepaalde fluctuaties zullen een grotere rol spelen in de kleinere populaties (met mogelijke consequenties voor uitsterfkans) en de afhankelijkheid van een specifieke voedselbron kan groter zijn door eenzijdige samenstelling van de arealen (minder ‘spreiding van risico’). Dit betekent dat de dynamiek per leefgebied gezien potentieel groter is dan voor de Veluwe gemiddeld.

Voorgesteld modelonderzoek

Een aantal populatiedynamische modellen zijn toegepast op de Veluwe situatie (zie bijvoorbeeld tekstkader 2). Dit zijn eenvoudige modellen met leeftijdsstructuur en tijdstappen van één jaar; modellen met en zonder een dichtheidsafhankelijke terugkoppeling tussen voedselbeschikbaarheid en reproductie. Eén model is identiek aan het model van Bieber & Ruf (2005). Dit betreft een matrix model (zonder

dichtheidsafhankelijkheid) met drie sets demografische parameters voor verschillende voedselsituaties (weinig, gemiddeld, veel mast). De afwezigheid van dichtheidsafhankelijke mechanismen betekent dat dit model enkel exponentiële groei of afname vertoont. Een tweede model is identiek aan het (Bieber & Ruf, 2005) model. Het voegt er echter dichtheidsafhankelijkheid aan toe (Baveco & Groot-Bruinderink, 1997). Met dit laatste model kan voorspeld worden hoe gedifferentieerd beheer uitpakt in termen van verwachte aantallen, in plaats van verwachte groeisnelheden. De voorspellingen hebben echter een beperkte waarde.

Aspect 1.

De manier waarop dichtheidsafhankelijke terugkoppeling – bepalend voor het dynamische gedrag – is ingebouwd, is eenvoudig en onderbouwd door één studie (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1995).

Aspect 2

Er wordt bovendien uitgegaan van ofwel één Veluwe populatie ofwel een aantal afgegrensde leefgebieden zonder enige uitwisseling, terwijl in het gedifferentieerd beheer weliswaar een aantal aspecten per leefgebied geregeld worden maar er ook uitwisseling tussen leefgebieden mogelijk is. Het bestaand modelinstrumentarium is daarmee niet toereikend.

In het onderzoekvoorstel worden de twee aspecten aangepakt in een combinatie van veld- en modelstudies. De twee aspecten zijn ook te formuleren als de vragen:

- hoe & wanneer werkt het natuurlijke dichtheidsafhankelijke regulatie mechanisme? Dit is een cruciale aanname in het model met natuurlijke regulatie. De onderbouwing is beperkt tot een schatting van een drempelwaarde in per capita aanwezig voedsel in de winter, waaronder geen aanwas meer werd waargenomen. Onderbouwing is nodig evenals inzicht in het mechanisme.
- In hoeverre is het streven naar een integraal door wilde zwijnen benutbare Veluwe strijdig met gedifferentieerd beheer? Leiden lokale verschillen in de hoeveelheid voedsel, gecombineerd met dichtheidsverschillen, tot migratie vanuit gebieden met schaarste en dus een anders dan gewenst patroon van dichtheden?

Voorgesteld wordt op deze aspecten modelonderzoek vanaf de start van het project in directe samenhang met veldonderzoek uit te voeren. Hiermee wordt voorkomen dat gegevens worden verzameld die uiteindelijk niet gebruikt kunnen worden om dynamiek en ruimte gebruik te voorspellen, of dat modellen worden ontwikkeld waarvan het gedrag bepaald blijkt te worden door verbanden waarover geen empirische gegevens en onderbouwing beschikbaar blijken. Hieronder wordt dit verder uitgewerkt, per deel aspect.

Dichtheidsafhankelijke regulatie

De lichaamsconditie van de dieren vormt de schakel tussen voedselaanbod, reproductie en sterfte. We modeleren daarom de dagelijkse groei en toename van de reserves in afhankelijkheid van het dagelijkse voedselaanbod. Het type model dat hierbij hoort is een individu gebaseerd energiebudget model. Voorgesteld wordt in grote lijnen een benadering te hanteren als die van Roos et al. (2009) voor de Konicks in de Oostvaardersplassen.

We testen aannames over intra- en interspecifieke concurrentie. De uitputting van voedselbronnen in de loop van de winter wordt eenvoudig, niet-ruimtelijk gemodelleerd.

Het model beschrijft het verloop van conditie (lengte, gewicht) gedurende de winter, van individuen in de verschillende jaarklassen, bij een specifieke omvang van voedselbronnen en van de populatie. De conditie bepaalt de omvang van de worpen, maar ook het moment van geslachtsrijp worden en daarmee de fractie van overlopers (subadulten) die meedoen met de reproductie. De conditie bepaalt de sterftekans van de individuen, vooral van de (pasgeboren) biggen. Deze relaties worden zoveel mogelijk gekwantificeerd met de gegevens die in het project worden verzameld, liefst over meerdere leefgebieden en meerdere jaren.

Met dit deelmodel is het mogelijk om, per deelgebied of voor de hele Veluwe, in de zomer, met gebruikmaking van een inschatting van de aankomende mast en het verwachte aantal verkeersslachtoffers, een vooruitblik te maken naar de conditie van de dieren in de loop van de winter, per sexe en leeftijdsklasse, en de daaruit volgende omvang van de aanwas en mogelijke sterfte door voedseltekort. Naast de doelstand kunnen daarmee ook aspecten van dierenwelzijn in de overwegingen voor het bepalen van afschotquota betrokken worden.

Voorgesteld wordt om dit model geschikt te maken voor direct gebruik door de beheerder. De veronderstelling is dat een dergelijk model als hulpmiddel tot betere prognoses over sterfte en reproductie leidt, waardoor minder verrassingen (zie: "Winter genadig voor dieren in Oostvaardersplassen", Trouw, 11-3-2009) optreden. Het verschil tussen de modelprognose en de realiteit worden in het lerende beheer gebruikt om het model te verbeteren.

Ruimtelijk voedselaanbod, dagelijks migratie

We brengen de verspreiding in kaart van eik, beuk en gras en kwantificeren de mastopbrengsten in kansverdelingen. Met een uitputtings- of depletiemodel beschrijven we, met een tijdstap van een dag, hoe door consumptie het voedselaanbod, per locatie, afneemt. Iedere dag kiezen de individuen, op grond van foerageerregels een foerageerlocatie en verplaatsen zich. In deze regels spelen een rol:

- de ruimtelijke verspreiding van het voedselaanbod, en
- de mogelijke benutting van dit voedsel door de wilde zwijnen.

Het model is in opzet vergelijkbaar met model van Nolet et al. (2009) voor overwinterende ganzen op landelijke schaal. Door foerageren neemt de lokale hoeveelheid voedsel af en kan er uiteindelijk sprake zijn van totale uitputting van het voedsel. Dit deelmodel voorspelt dus het voedsel- en ruimtegebruik en de bijbehorende verplaatsingen in de loop van het jaar (of halve jaar), bij verschillende scenario's voor de verbindingen voor de zwijnen tussen leefgebieden.

Het model beschrijft de lokale exploitatie van voedselbronnen (wat wordt waar gegeten) door het winter halfjaar, bij een specifieke omvang van de populatie en van de voedselbronnen. Hieruit wordt het ruimtegebruik afgeleid. Bovendien levert dit

een schatting op van het moment waarop uitputting van het voedsel optreedt, of kritische drempels voor bijvoorbeeld wel of geen netto aanwas worden overschreden. Veldwerk – vooral het volgen van gezenderde dieren – levert de benodigde informatie voor het ontwikkelen en toetsen van het model. Bij voorkeur data uit meerdere leefgebieden met verschillende doelstanden, en over meerdere jaren. Noodzakelijk is dat in die gebieden het voedselaanbod en de ruimtelijke verdeling ervan goed vastgesteld (kunnen) worden. Data met betrekking tot de conditie van de dieren (zie deelmodel dichtheidsafhankelijke regulatie) in deze gebieden zijn nodig om te kunnen toetsen of voorspelde tekorten ook werkelijk optreden. Tekorten in de ‘natuurlijke’ voedselbronnen leiden tot druk op alternatieve voedselbronnen, zoals tuinen, sportvelden, wegbermen, etc.; voorspellingen hieromtrent kunnen ook getoetst worden aan de experimentele data.

Geïntegreerd model

Het toekomstig maatwerk beheer kan optimaal worden ondersteund na samenvoeging van de twee deelmodellen tot één ruimtelijk populatiedynamisch model. De opties bij het vormgeven betreffen de hoogte van de doelstanden per leefgebied en mogelijk ook de mate van verbondenheid die gerealiseerd wordt tussen de leefgebieden. Of dit laatste relevant is, en we dus verwachten dat maatwerk beheer gaat leiden tot verplaatsingen, is een uitkomst van het onderzoek.

Bijlage 2 Landbouwschade, verkeersveiligheid, overige overlast

Landbouwschade

De keuze van wilde zwijnen voor bepaalde landbouwgewassen hangt samen met de beschikbaarheid en kwaliteit. De beschikbaarheid wordt bepaald door het bouwplan. Overlast door wilde zwijnen hangt samen met de ruimtelijke configuratie van de agrarische bedrijven in het landschap. Wilde hoefdieren verblijven als regel overdag in bos- en natuurgebied en treden 's nachts uit om te foerageren op landbouwgronden. Heerst er veel rust op die landbouwgronden dan kan er ook overdag worden gefoerageerd. Schade door wilde zwijnen komt vooral door het wroeten waarmee dierlijk voedsel, ingezaaide korrels, pootgoed of kuilvoer worden bemachtigd. De omvang van de overlast heeft niet alleen te maken met de verspreiding en de aantallen wilde zwijnen, maar ook met de gewastypen, de voorkeur voor een bepaald gewas, de schadegevoeligheid van het gewastype, de nabijheid van dekking, de beschikbaarheid van alternatief voedsel zoals mast en de weersomstandigheden in de lente en de zomer (Groot Bruinderink, 1975; Groot Bruinderink et al., 2007). Ook kan de leeftijdsstructuur van de populatie een rol spelen: hoe jonger, hoe groter de groepen en de behoefte aan hoogwaardig voedsel. Gegevens over gewasvoorkeur, in situaties waar wilde zwijnen in een cafetariaproef konden kiezen uit gewassen, zijn niet beschikbaar. Een overzicht van de schadefenologie is daarom indicatief (Tabel 2).

Tabel 2. Seizoensaspecten van schade aan gewassen door wilde zwijnen

gewas	maanden
winter- en zomergraan	10 - 8
aardappelen	5 - 9
suiker- en voederbieten; knolgroen; winterpeen	3 - 10
maïs	4 - 10
gras(zaad)	1 - 12
vollegrondsgroenten	1 - 8
kuilvoer	1 - 12

Bronnen: Groot Bruinderink, 1975; Zwart-Roodzant & Stokkers, 1999; Groot Bruinderink & Lammertsma, 2001; Oord, 2002

Hoewel de meeste landbouwenclaves op de Veluwe zijn uitgerasterd zijn wilde zwijnen in staat om gaten in het raster te vinden of te maken. De schade betreft voornamelijk schade aan gewassen op verspreid liggende landbouwpercelen binnen de Veluwe dan wel aan landbouwgewassen grenzend aan de Veluwe. Dit type schade wordt gemeld bij en afgehandeld door het Faunafonds. Uitgekeerde schadebedragen op de Veluwe over 10 jaar (Tabel 3) wijzen uit dat er sprake is van lage bedragen per jaar.

Tabel 3. Structurele (>= 3 keer voorgekomen) overlast door wilde zwijnen in Gelderland in de periode 1995 – 2005. Gemiddelde oppervlakte (ha) en door Faunafonds(voorheen Jachtfonds) uitgekeerd bedrag (€) per gewas per jaar. -: niet structureel. G; jaargemiddelde over alle gewassen, structureel en niet structureel; R: idem voor range. Aardappel: consumptie- en fabrieksaardappelen. Graan: winter- en zomergraan. Bieten: suikerbieten. Bewerkt naar gegevens van het Faunafonds te Dordrecht

Gewas/ diersoort	aard- appel	gras	maïs	graan	suiker- bieten	appels peren	fruit- bomen	G	R
Gelderland									
Gem. opp. (ha)	4,1	8	19,5	-	-	-	-	30,2	2,2 -65
Gem. bedrag (€)	967	2209	3908	-	-	-	-	6092	1090 - 13266
Gem. €/ha	236	276	265					202	-

Preventie en mitigatie

Aantallen hoefdieren

Vanwege het ontbreken van een duidelijke relatie met de dichtheid heeft bestandsreductie in relatie tot het optreden van schade en/of overlast pas zin wanneer die resulteert in minimale dichtheden (Putman & Kjellander, 2002; Geisser & Reyer, 2004). Binnen een landschapsmozaïek van natuur en cultuur kan als leidraad gelden de aantallen af te stemmen op het natuurlijke voedselaanbod in het areaal bos en natuur binnen het leefgebied (Groot Bruinderink & Lammertsma, 1998). Opmerkelijk is dat in Duitsland de oppervlakte van het door wilde hoefdieren bezochte landbouwareaal voor 50% meetelt bij de bepaling van het voedselaanbod (Ueckermann in Petrak, 2005).

Daar waar zwijnen op de Veluwe infiltreren in omrasterde landbouwenclaves kunnen deze vrij makkelijk door afschot worden verwijderd. Bij enclaves groter dan 1.000 ha, zoals het gebied ten westen van het wilde zwijnen raster Ede – Otterlo, blijkt het moeilijker een 0-stand te handhaven. Afschot van wilde zwijnen in 0-stand gebieden buiten het CVN blijkt tot op heden effectief om vestiging van permanente populaties te voorkomen. Een verhoogde realisatie van het totale afschot in direct aan de bebouwde kom grenzend gebied of langs wegen kan de dichtheid en druk op de bebouwde kom mogelijk verminderen.

Populatiestructuur

Er is een relatie tussen de structuur (geslacht- en leeftijdsstructuur) van een populatie wilde zwijnen en het risico van landbouwschade. Zoals hierboven aangegeven geldt voor wilde zwijnen: hoe jonger de populatie des te groter de groepen en des te kleiner het activiteitsgebied. Grote geconcentreerde schade kan het gevolg zijn. In Duitsland moet daarom het afschot voor 70-80% uit biggen bestaan. Die mogen dan ook het gehele jaar door bejaagd worden. Zeker 10% moet uit volwassen zeugen bestaan.

Habitatmanipulatie

Een manier om het risico van schade te verkleinen is door habitatmanipulatie. Er bestaan diverse vormen van habitatmanipulatie:

- bevorderen van de aanwezigheid van kwalitatief goed natuurlijk voedsel als alternatief, zo ver mogelijk van schadegevoelige objecten. In Nederland geldt een verbod op bijvoeren. Afleidend voeren in bos vermindert de schade niet doordat dit vaak ineffectief is op het moment dat gewassen oogstbaar zijn (Geisser & Reyer, 2004). Daarnaast kan het leiden tot een hogere reproductie;
- aanbieden van geschikte dekking voor wilde hoefdieren op zo groot mogelijke afstand van het areaal landbouwgrond dient hetzelfde doel;
- afrasteren van arealen om schade te voorkomen. Rasteren is kostbaar en staat haaks op de ontsnippering van natuur. Een tijdelijk elektrisch raster kan deels schade verminderen. Reidy *et al.* (2008) constateerden dat geen enkel elektrisch raster zwijnen voor 100% weert. 2-3 draden zijn effectiever dan enkeldraads, en reduceren de schade met 50% ten opzichte van enkeldraads raster. Het aanbrengen van elektrisch raster leidde tot een schade reductie van 64% ten opzichte van niet rasteren van graan;
- het zoneren van de recreatie en zo nodig instellen van rustgebieden. Dit wordt in Duitsland gezien als een laatste hulpmiddel nadat al het andere is geprobeerd. Het gevaar van loslopende honden wordt daarbij als regel schromelijk overdreven. Het gaat om jagende of struinende honden en die zijn er niet zoveel. Zo nu en dan opgejaagd worden (bijvoorbeeld door wolven) heeft er trouwens altijd bij gehoord.
- Aanpassing van bermen is mogelijk door de aanleg van een semi-open bestrating en het verwijderen van eik en beuk waardoor bermen minder aantrekkelijk worden als foerageergebied.

Afweermiddelen

Uit de literatuur kan een opsomming worden afgeleid van preventieve en mitigerende maatregelen om schade door wilde hoefdieren te voorkomen (preventie) en verminderen (mitigatie). Algemeen geldt dat wilde hoefdieren aan de meeste afweermiddelen binnen 14 dagen zijn gewend. De kracht van de afweer zit hem dan ook in het onverwachte karakter door een afwisseling van middelen. Gangbare middelen zijn o.a.: geurgordijn, vlaggen, flitslampen, knalapparaten, aanbieden alternatief voedsel, rasters, afschot, elektronische geluidsgolven, geur- en smaakstoffen (Groot Bruinderink, 1975; Petrak, 1996; 2005; Zwart-Roodzant & Stokkers, 1999; Oord, 2002; Groot Bruinderink *et al.*, 2007). Combinatie van deze middelen met afschot van individuen uit een rotte kan daarbij mogelijk een negatieve associatie met objecten teweegbrengen. Andreassen *et al.* (2005) deden onderzoek naar het effect van geurgordijnen (Duftzaun) op het aantal aanrijdingen van elanden met treinen. Dit middel bleek een gemiddelde reductie van 85% van het aantal aanrijdingen teweeg te brengen op behandelde stukken van 500m lengte ten opzichte van onbehandelde stukken. De hoge variatie in het gemeten effect maakten een eenduidige conclusie over de effectiviteit van dit middel niet mogelijk. Dit laatste bleek overigens uit een desk study van Groot Bruinderink (2008).

Voorlichting

Voorlichting aan particulieren en recreatiebedrijven is van belang. De betreffende eigenaar of grondgebruiker dient zelf legale maatregelen te nemen om gevrijwaard te blijven van schade en of overlast door grofwild. Om zwijnen te weren bij recreatiebedrijven en tuinen volstaat alleen de aanleg van een deugdelijk raster. Overlast binnen de bebouwde kom bestaat veelal uit wroetschade die kan worden voorkomen door habitatmodificatie. Het omgooien van vuilnisbakken kan worden voorkomen door deze dusdanig neer te zetten dat ze niet om te gooien zijn of door de deksel te beveiligen. Voorlichting zou daarnaast (onterechte) gevoelens van onveiligheid kunnen wegnemen. In eerste instantie is dit een taak voor gemeentes maar mogelijk kan dit Veluwebreed worden opgepakt. Afschot is alleen een optie als dit binnen het afschotseizoen en binnen de vrijgegeven categorieën kan plaats vinden en voor zover het geen bebouwde kom betreft. Bij overlast in bebouwde kommen is de Gemeente de instantie die in overleg met de bewoners tot een gedragen oplossing van problematiek dient te komen. Indien toch afschot noodzakelijk is wordt in samenwerking met de belanghebbenden dit afgesproken binnen een Plan van Aanpak (concept FB-plan 2009-2014).

Conclusies

Overlast

- schade heeft een geografisch en tijdelijk karakter
- de totale uitgekeerde en gemelde schade wordt niet nauwkeurig geregistreerd met betrekking tot particulieren, bedrijven en autoschade
- individuele bedrijven of particulieren kunnen zwaar worden getroffen
- de meeste meldingen van overlast komen voort uit een inadequate afrastering aardoor wilde zwijnen eenvoudig schade kunnen aanrichten
- schade door wilde zwijnen is het grootst bij grasland (weilanden, bermen, gazons, voetbalvelden).

Preventie

- een absolute preventie bestaat uit compleet afschot of een deugdelijk raster
- lage dichtheden zijn in preventief opzicht van belang
- een evenwichtige populatiestructuur is in preventief opzicht van belang
- habitatmanipulatie is soms bruikbaar als schadepreventie
- om gewinning aan afweermiddelen te voorkomen bestaat een goede preventie uit een onvoorspelbare combinatie van uiteenlopende middelen.
- voorlichting aan particulieren en (recreatie)bedrijven is van belang om schade te verminderen en onveiligheidsgevoelens weg te nemen
- het verdient aanbeveling om het meldpunt van de provincie aan te passen waardoor een gedegen analyse van alle schadegegevens (landbouw, verkeer, bedrijven, particulieren) mogelijk wordt.

Verkeersveiligheid

Over de aanrijdingen met wilde zwijnen en daarmee samenhangende factoren wordt elders verslag gedaan (Groot Bruinderink et al., 2009 in voorber.). Op deze plaats zij vermeld dat schade, letsel etc. niet wordt geregistreerd. Ook bestaat er geen zicht op

de omvang van het bedrag dat is gemoeid met het herstel van omgewroete en veronkruide bermen en fietspaden door rijk, provincie en gemeenten.

Overlast particulieren

Op basis van data van het meldpunt wildschade van de Provincie Gelderland over 2007-2008 is een analyse gemaakt van de schade. Het meldpunt wildschade is bedoeld voor mensen die schade door wilde zwijnen willen melden en nergens anders terecht kunnen. Veel bewoners en recreatieondernemingen melden hun schade echter niet omdat ze gewend zijn samen te leven met wilde zwijnen (VWV 2008). In totaal werden 87 meldingen gedaan. Het betrof 1 keer edelhert en 86 keer wild zwijn. De gegevens van het meldpunt zijn niet eenduidig opgeslagen waardoor een wetenschappelijke analyse bemoeilijkt wordt. Toch zijn er wel enige hoofdlijnen uit te destilleren. De totale gemelde schade bedraagt over 2 jaar ca. €113.000. Het betreft hierbij een ruwe schatting van de schade. Van veel schade wordt niet gemeld hoe hoog het bedrag is of melders geven totale bedragen op zonder eenduidige opgave van de herstelkosten van bv het omgewroete oppervlak. Liefst 53% van het totale bedrag is afkomstig van 1 recreatiebedrijf dat ondanks schadewerende maatregelen (raster en schrikdraad) herhaalde wroetschade ondervond.

De volgende categorieën schade werden onderscheiden:

Auto:	aanrijding met schade
Geen:	positieve melding/goed gebruik van preventieve maatregelen
Hond:	letselschade door aanvallen van hond
Letsel:	letselschade door struikelen over wroetplekken
Ongenoegen:	gevoelens van onveiligheid, ergernis door omduwen van vuilnisbakken, lawaaioverlast etc.
Overige schade:	schade aan eigendommen door omduwen van vuilnisbakken, bloempotten etc.
Sportveld:	schade aan sportvelden
Wroet:	schade aan grasvelden, tuinplanten, hekwerken
Agrarisch:	schade aan weilanden en akkerbouw

Ruim 50% van de meldingen betreft schade aan tuinen van particulieren door wroeten in gazons of borders (Tabel 4). Aanvullende schade in deze categorie betreft schade aan hagen en hekwerken waar zwijnen zich toegang verschaffen tot een perceel. Een aantal recreatiebedrijven (9% van de meldingen) melden schade aan kampeerplekken en tuintjes. Agrariërs en andere bewoners van de Veluwe hebben een eigen verantwoordelijkheid als het gaat om het weren van zwijnen. Zij moeten zelf adequate maatregelen nemen om schade te voorkomen. Veruit de meeste meldingen van overlast komen voort uit een inadequate afrastering waardoor wilde zwijnen eenvoudig schade kunnen aanrichten. In enkele gevallen is getracht om middels hekwerken en schrikdraad zwijnen te weren, maar dit was niet altijd succesvol. Eén recreatiebedrijf meldt dat na aanleg van een raster en wildroosters 8 jaar geleden geen schade meer optrad en ervaart de aanwezigheid van wilde zwijnen niet als bezwaar.

Over 2007 en 2008 werden ongeveer even veel meldingen gedaan (resp. 42 en 44; (Tabel 5). In 2007 werd schade gemeld in 18 plaatsen, in 2008 in 10 plaatsen. De meeste meldingen (40%) worden gedaan door de inwoners van Epe. In 2008 verdubbelde hier het aantal meldingen. Veelal betreft het hier meldingen van schade aan tuinen en ongenoegen doordat zwijnen hier binnen de bebouwde kom wroeten en voedsel zoeken in vuilnisbakken. Overige schadecategorieën worden verspreid over de Veluwe sporadisch gemeld.

Tabel 4. Schade per categorie per eigenaar

eigenaar	type schade								
	auto aanrijding	geen	hond	letsel	Onge-noegen	Ov-schade	sportveld	wroet	agrarisch
bedrijf								2	
boer									2
particulier	2	1	2	1	18	4		46	1
recreatiebedrijf		1						8	
sportveld							5		
Totaal	2	2	2	1	18	4	5	56	3

Tabel 5. Aantal meldingen per plaats

	2007	2008	totaal
Apeldoorn	5	4	9
Beekbergen	2		2
Ede gld	3		3
Emst		2	2
Epe	11	24	35
Ermelo	1	2	3
Garderen	1		1
Harderwijk	1		1
Hatter	1	3	4
Heerde	2		2
Hoenderloo	1	2	3
Hoog soeren	1		1
Loenen	1		1
Nunspeet	1		1
Putten	1	1	2
Uddel		1	1
Ugchelen		3	3
Vaassen	3		3
Vierhouten	3	2	5
Wapenveld	3		3
Wenum Wiesel	1		1

Bijlage 3 Biodiversiteit

Wilde zwijnen grazen en wroeten en kunnen daarmee zowel een direct als indirect effect op hun omgeving uitoefenen. Ze consumeren vertegenwoordigers van flora, fauna en paddenstoelen. Ze wroeten in de strooisellaag en de bodem, op zoek naar wortels, wortelstokken en dierlijk voedsel. In mastrijke jaren doen ze dat vooral in grasmatten en wegbermen. In mastarme jaren wordt op de Veluwe in de nawinter bovendien veel gewroet in adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*). Vooral in mastrijke jaren neemt de wroetactiviteit toe (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1996). Tijdens het wroeten op zoek naar voedsel, ploegen zwijnen de bodem om, wat leidt tot veranderingen in de wortelzone, de humuslagen inclusief de strooisellaag en het onderliggende bodemprofiel. In het voorafgaande is ingegaan op het dieet van wilde zwijnen. Daarin zitten oorzakelijke verbanden met het wroetgedrag. Op deze plaats wordt volstaan met daarnaar te verwijzen.

Gezien de overwegend (zeer) voedselarme bodem van de Veluwe, verwachten wij dat wilde zwijnen vooral de relatief mineraal- en/of voedselrijke terreindelen frequent zullen bezoeken en dat hier het effect op de biodiversiteit het grootst zal zijn. Voorbeelden zijn oude bossen, oude wegbermen, leemkuilen e.d. Juist deze biotopen vormen een refugium voor karakteristieke Veluwse plantensoorten en vegetatietypen die door natuurlijke successie, kunstmatige (extra) verzuring en stikstofdepositie bedreigd zijn. Voorbeelden hiervan zijn heischrale vegetaties (Natura 2000-habitatype H6230) en oude eikenbossen (H9190).

Deze overwegingen hebben geleid tot een focus in het voorgestelde onderzoek op effecten van zwijnen bij verschillende dichtheden op:

- kenmerken van langdurig ongestoorde ontwikkeling van humusprofiel en bodem, met name in oude bossen (Natura 2000-habitattypen)
- biotopen van karakteristieke vaatplanten en paddenstoelen van oude bossen en heischrale bermen
- karakteristieke kleine fauna

Dit hoofdstuk presenteert eerst een literatuuroverzicht met betrekking tot deze aspecten (5.1 - 5.3). In paragraaf 5.4 en 5.5 wordt ingegaan op de verwachtingen bij uitvoering van maatwerk beheer, belangrijke indicatoren daarvoor en de prognose ten aanzien van deze indicatoren.

Gevolgen van wroeten van zwijnen op bodem en humus

Er wordt vanuit gegaan dat wroeten leidt tot menging van organische stof van het humusprofiel met de minerale bodem waarbij de dichtheid van de minerale bovengrond afneemt. Dit leidt tot een versnelde afbraak van de organische stof (Singer et al., 1992, Jezerski & Myrcha, 1994) en daarmee een hogere mineralisatie van de belangrijkste nutriënten (N en P) en een hogere beschikbaarheid van tal van kationen. Daarnaast treedt een verandering op van de vochthuishouding van de bosbodem (Massei et al., 2004). Dit heeft effecten op de opstand (verjonging en groei), de ondergroei en soortsamenstelling en op de (activiteit van de) fauna. Toch

zijn deze effecten niet overal en altijd aan te tonen. Dit heeft te maken met het variabele gedrag van de zwijnen en onvoldoende specifieke registratie van de opbouw van de bodem en het humusprofiel (Van Delft et al., 2007, Bijlsma et al., 2009). De omvang van bovenstaande effecten hangt in hoge mate af van de mate van verstoring, de frequentie, het moedermateriaal, het bodemtype en het opstandstype.

Typen wroetgedrag

Er worden in het algemeen twee (Singer, 1995) of drie (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1996) typen wroeten onderscheiden. De driedeling komt op de volgende effecten neer:

- Oppervlakkige verstoring: hierbij wordt bij het zoeken naar eikels en beukennoten alleen het halfverteerde deel van het uitwendige humusprofiel verstoord;
- Matig diepe verstoring: hierbij wordt bij het zoeken naar wortels en insecten het uitwendige humusprofiel gemengd met de minerale bovengrond;
- Diepe verstoring: bij het zoeken naar wortels, insecten en voorraadkamers van muizen, wordt de minerale bodem soms dieper dan 50 cm totaal op zijn kop gezet.

Oppervlakkig wroeten

Oppervlakkig wroeten leidt tot enige vermenging van het minerale deel en het organische deel van bodem en humusprofiel. Bij jonge opstanden, met dunne slecht ontwikkelde humusprofielen, vindt een grotere menging plaats van zand met het organisch materiaal in het nauwelijks en half verteerd strooisel, dan bij oudere opstanden met dikke humusprofielen. Bij oude (dikke) humusprofielen blijft de grotendeels amorfe H-laag onberoerd. Het organisch stofgehalte van de halfverteerde humuslaag (F-laag; Van Delft, 2007) dat normaal tussen de 70 en 90% ligt, kan dan dalen tot 40 tot 50% (Schulp et al., 2008; ongepubliceerde gegevens afkomstig van o.a. Bosesystemen, ME3 koolstofproject). Deze lichte menging verhoogt de doorluchting en de doorwortelbaarheid (weerstand van bodems voor jonge wortels). Dit effect zal groter zijn naarmate de originele compactheid van de strooisellaag groter is. De mineralisatie, de afbraak van de organische stof en de beschikbaarheid van nutriënten worden in theorie bevorderd, maar dit effect is bij ondiepe verstoring niet significant (Singer et al., 1982). Singer et al. (1982) vonden bij lichte verstoring ook geen significante verschillen in biomassa van het strooisel.

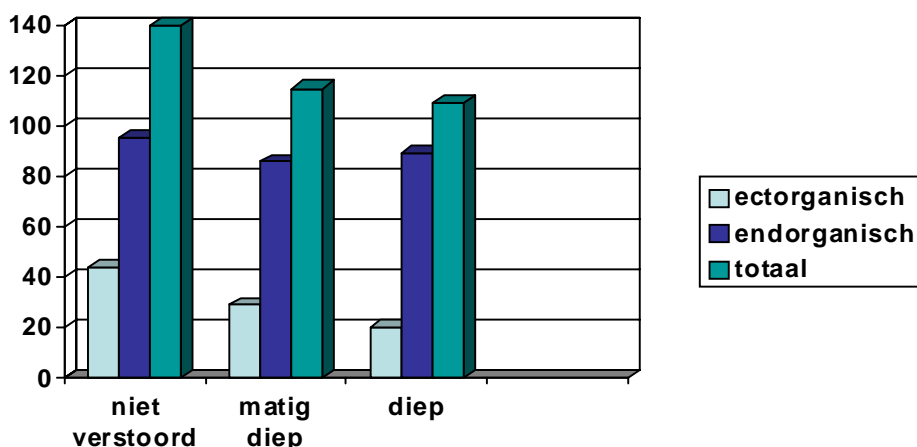
Matig diep wroeten

Bij deze vorm van wroeten zijn bovenbeschreven effecten groter. Singer et al. (1982) vonden significante verschillen wat betreft de meeste nutriënten en basen tussen wel en niet omgewoelde locaties. Dit zou wijzen op een toename van de mineralisatie van organische stof. Groot Bruinderink & Hazebroek (1996) vonden geen effect op de pH, organisch stofgehalte en N-gehalte van de bodem bij een voorjaarsdichtheid van ca. 4 zwijnen/100ha. Uit ander onderzoek blijkt dat er een negatief verband bestaat tussen wroetactiviteit van zwijnen en de abundantie van springstarten in de strooisellaag. Dit effect werkt weer een verminderde afbraak van het strooisel in de hand (Massei et al., 2004). Bij matig diepe verstoring neemt niet alleen de totale dikte van het humusprofiel af, maar verdwijnt ook de grotendeels amorfe H-laag. Deze laag ontstaat pas na enkele tientallen jaren van humificatie (De Waal, 1992, Bijlsma et

al., 2009). Eenmaal omgewoeld en zeker bij regelmatig bezoek van de zwijnen zal deze laag afwezig blijven. In het bosreservaat Riemstruiken bij Kootwijk, een oud eikenbos waarin op ongestoorde plaatsen vrijwel overal dikke H-lagen zouden moeten voorkomen, ontbreekt over ongeveer 40% van het oppervlak de H-laag. Voor een deel, meestal niet meer dan 5%, kan dit zijn veroorzaakt door het omvallen van bomen en activiteit van andere fauna. Het lijkt aannemelijk dat dit hoge percentage bij Kootwijk door zwijnen is veroorzaakt. De aanwezigheid van een dikke H-laag in oude bossen op arme zandgronden is van grote betekenis. De H-laag immobiliseert het grootste deel van de N en P en ook de basenvoorraad van de bosbodem en geeft deze nutriënten in tegenstelling tot de F-laag slechts mondjesmaat af. Bovendien verhoogt de H-laag het vochthoudend vermogen van de bosbodem en vormt de bewortelingslaag voor zogenaamde oud-bossoorten. Ook vormt het een belangrijke habitat voor de bodemfauna (Graefe, 2004). In jong bos spelen deze effecten niet of nauwelijks. In de literatuur wordt wel gesteld dat door menging van de humuslaag met de minerale bovengrond de vochthuishouding verbetert door verhoging van het humusgehalte van de bovengrond (Singer et al., 1982). In oude bossen, waar de kruidlaag grotendeels wortelt in het humusprofiel, geldt waarschijnlijk het tegendeel.

Diep wroeten

Bij diep wroeten wordt het gehele bodemprofiel op zijn kop gezet. Bij leemarme zanden betekent dit op korte termijn doormenging van de strooisellagen met de minerale bodem waardoor het ectorganisch (uitwendig) humusprofiel vrijwel verdwijnt en het endorganisch deel sterk verstoord wordt. Hierbij verdwijnt een deel van de organische stof- en koolstofvoorraad naar diepere delen in de bodem (Fig. 15). Afhankelijk van de bodemopbouw kan hierbij rijker mineraal bodemmateriaal boven komen of juist uitgeloopte lagen met de bovengrond bijgemengd worden. Daarbij is het onbekend of arme, uitgeloopte humuspodzolen genoeg voedsel leveren om aantrekkelijk te zijn voor de zwijnen. In arme zandgronden kan door verstoring van humusprofielen infiltratie en daarmee uitloging toenemen (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1996). Bij diep wroeten kunnen ook plaatselijk bodemhorizonten verstoord worden, wat weer gevolgen kan hebben voor de vochthuishouding van het gehele bodemprofiel. In het bosreservaat Riemstruiken is ongeveer 10% van het bodemoppervlak in de minerale bodem verstoord (Schulp & de Waal, ongepubliceerd). Het is onduidelijk of het hier recente verstoringen door wilde zwijnen betreft. Vlak na diep en waarschijnlijk ook matig diep wroeten wordt de bedekking van de vegetatie sterk gereduceerd en neemt de diversiteit van de flora en de strooiseldikte af. Ook vindt een sterke toename van bloot liggende wortels plaats (Singer et al., 1982). Door de combinatie van het verdwijnen van de vegetatie en het humusprofiel zal waarschijnlijk meer uitloging optreden.



Figuur 15. Verschil in koolstofvoorraad (ton/ha) tussen niet, licht tot matig en diep door zwijnen verstoorde humusprofielen onder Eik in arme humuspodzolgronden in het bosreservaat Riemstruiken (bron: ME3 project).

Frequentie van wroeten

Dichtheden van wilde zwijnen kunnen per gebied en tussen de jaren sterk variëren (Melis et al., 2006; Jedrzejewska et al., 1994). In zijn algemeenheid mag worden aangenomen dat de “intermediate disturbance hypothesis” van toepassing is die stelt dat zowel een langdurig zeer lage als een zeer hoge intensiteit van verstoringen (wroeten) ongunstig uitwerkt op de biodiversiteit (o.a. Grime, 2001). Bij hoge dichtheden kan dat bij wilde zwijnen inderdaad het geval zijn (Hone, 2002; Massei & Genov, 2004).

Naarmate een systeem ouder is, is de versturende invloed van intensief wroeten groter. Zelfs eenmalig wroeten in het humusprofiel kan zeer lange tijd merkbaar blijven. Verstoring van de bodemopbouw is te zien als een nagenoeg irreversibel, overigens natuurlijk proces. We nemen aan dat bij groei van de zwijnenpopulatie steeds meer locaties, die voorheen met rust gelaten werden, doorwroet zullen worden. Hieronder zijn veel oude bosgroeiplaatsen met weinig verstoorte humusprofielen. Deze oude ongestoorde humusprofielen weerspiegelen de historie van het bosecosysteem en hebben hierdoor ook een aardkundige waarde.

Verschillen in bodem

Hierboven is al opgemerkt dat er verschillen zijn in effecten op verschillende bodems die samenhangen met de eigenschappen van het moedermateriaal. Op de Veluwe zijn grofweg vier bodemtypen te onderscheiden: humuspodzolen (haar- en veldpodzolen), vlakvaaggronden, duinvaaggronden en moderpodzolen. De humuspodzolen en duinvaaggronden hebben zich ontwikkeld in leemarm en mineralogisch arm dek- en stuifzand of in leemarme fluvio-glaciale afzettingen en de armste gestuwde zanden en grinden. Door uitspoeling van humus en ijzer en aluminiumoxiden zijn er onder het humusprofiel dikke zeer arme uitgeloopte horizonten ontstaan met daaronder een inspoelingslaag die rijk is aan humus, ijzer en aluminiumoxiden. De grondwaterstanden van deze gronden zijn diep.

In de uiterst arme humuspodzolgronden is de nutriënten- en basenvoorraad vooral te vinden in het ectorganisch (uitwendige) humusprofiel en in veel mindere mate in de dieper gelegen inspoelingshorizont. Op dit soort gronden betekent verstoring van het humus- en bodemprofiel een verandering van de verdeling van nutriënten, basen en vocht. Slechts bij zeer diepe verstoring kan de basenvoorziening iets verbeteren vanuit de ondergrond (vooral in moderpodzolen is het gehalte aan minerale fosfor en basen dieper in de bodem hoger). Mogelijk dat de door sommige auteurs gesignaleerde groeitoename van jonge beuken hier aan toe te schrijven is (Massei et al., 2004).

Voorals in oude bos- en heidesystemen betekent een verstoring van het humusprofiel een verslechtering van de concurrentiepositie van diverse zeldzame vaatplanten en mossen (Bijlsma et al., 2009). Ook de bodemorganismen in deze arme systemen zijn vooral geconcentreerd in het humusprofiel. Hetzelfde geldt in grote lijnen voor de duinvaaggronden in de voormalige, mineralogisch arme stuifzanden. Hier verkeert de podzolontwikkeling nog in een zeer jong stadium, met hooguit een vage in- en uitspoelingshorizont. Hier heeft verstoring vooral effect op het humusprofiel en veel minder van de minerale lagen in de stuifzandbodem. Overigens kunnen de hier ondiep gelegen, overstoven oude bovengronden van ecologisch belang zijn en dus gevoelig voor verstoring.

De groep rijkere gronden bestaan uit moderpodzolen en zwak lemige tot lemige vlakvaaggronden. Zij komen op de Veluwe voor in leemhoudende dekzanden en gestuwd preglaciaal (stuwwallen). Deze gronden zijn mineralogisch rijker dan de humuspodzol- en duinvaaggronden en hebben dankzij hun hoger leemgehalte een beter vochthoudend vermogen. Dit betekent dat ze een rijker voedselaanbod voor de zwijnen hebben dan de arme gronden (zo beperkt adelaarsvaren zich voornamelijk tot dit lemiger bodemmilieu). Bovendien ontbreken de uitgesproken uitgeloopte, minerale uitspoelingshorizonten, waardoor ook bij ondiepe minerale verstoring relatief rijk bodemmateriaal (vooral relatief rijk aan basen en minerale fosfor) gemakkelijk omhoog gewroet kan worden. Een bijkomende factor op de gestuwde afzettingen is de grindigheid van het moeder materiaal welke fysiek het diepe wroeten kan bemoeilijken. Alleen in oude bossen op moderpodzolen hebben zich in de loop der tijd dikke ectorganische humuslagen ontwikkeld. Een groot deel van de humusvoorraad is hier vastgelegd in de minerale bovengrond. De gevolgen van het wroeten zullen, in vergelijking met de leemarme gronden, minder groot zijn wat betreft de vochthuishouding. Het naar boven wroeten van vers bodemmateriaal kan voor de nutriënten en basenhuishouding grotere gevolgen hebben (de Waal et al. in prep.). Het effect van de verhoogde mineralisatie van de organische stof is minder belangrijk dan op andere bodems, omdat deze van nature al hoger ligt. Een soortgelijke redenering gaat op voor relatief vochtige vlakvaag- en beekerdgronden. In relatief vochtige gronden als beekerdgronden en op oude boslocaties kunnen overigens wormen voorkomen, waardoor ze een grote aantrekkingskracht uitoefenen op zwijnen (Welander, 1999, Baulet et al., 2003).

Verschillen in opstandstype

Zwijnenactiviteit en de daarmee samenhangende gevolgen voor het humusprofiel en de bodem zijn in zekere mate opstandspecifiek (Tabel 6). Onder bijvoorbeeld Japanse lariks wordt soms gefoerageerd op larven die zich net onder de dikke laag lariksstrooisel bevinden. Het ectorganische humusprofiel wordt daarbij als een tapijt opgerold. Dit bevordert in theorie de verjonging van boomsoorten die het liefst in minerale grond kiemen zoals grove den, beuk en berk (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1995). Onder oude grove dennen opstanden, vooral op de iets leemhoudende bodems, verjongt eik zich vrij gemakkelijk. Het voorkomen van adelaarsvaren in opstanden verhoogt de aantrekkelijkheid voor zwijnen. Volgens de literatuur zou omwoeling van de bodem de groei van jonge grove dennen bevorderen (Andrejewsky, 1978).

Eikenopstanden worden uiteraard (mast) regelmatig bezocht en meestal oppervlakkig omgewoeld. Onder oude beukenopstanden, zoals die van het Speulderbos, is de zwijnenactiviteit beperkt (behalve tijdens de mastval) door het ontbreken van een uitgebreide ondergroei. Wel komt in extensief beheerde bossen veel dood hout voor dat rijk is aan larven en insecten.

Onder Douglasspar wordt hoofdzakelijk gewroet in de lichtere oude gedunde opstanden, wanneer jonge zaailingen en eik in de struiklaag voorkomen. Fijnsparopstanden zijn meestal te dicht en spelen een geringe rol in de voedselvoorziening van de zwijnen (Fonseca, 2008). Tabel 6 geeft een indicatie van verschillen tussen de opstanden in de bosreservaten Pijpebrandje (Speulderbos) op moderpodzolen en Riemstruiken op humuspodzolen. Uit een vergelijking van het omgewroete oppervlak per opstandstype blijkt dat onder eik en beuk het meest gewroet wordt (Groot Bruinderink & Hazebroek, 1992). De nog niet gepubliceerde, veel recenter cijfers van Schulp & De Waal van enkele bosreservaten liggen deels hoger vooral voor Douglasspar en grove den (met eik in de struiklaag). De verschillen geven mogelijk een indicatie van de trend van toenemende wroetdruk van de zwijnen. Welander (1999) laat echter zien dat de verschillen van jaar tot jaar aanzienlijk kunnen zijn (Tabel 7).

Tabel 6. Vergelijking oppervlaktaandeel wroetverstoring volgens Groot Bruinderink & Hazebroek (1996) en Schulp & De Waal () in verschillende jaren

Opstand	Groot Bruinderink & Hazebroek, 1995			Schulp & De Waal, 2007, 2008		
	licht	matig	sterk	licht	matig	sterk
Eik	53	8	8	61	30	13
Beuk	29	2	3	14	12	9
Gr. den	6	4	1	68	48	12
Douglas	11	4	1	24	20	0
Larix	4	4	1	3	1	0

Tabel 7. Totale oppervlak aandeel verstoring per opstandstypen per jaar volgens Welander (2000)

opstandstype	1992	1993	1994	1995
Loofhout	3	40	2	13
Naaldhout	1	2	1	3

Gezien de literatuur en recent in enkele bosreservaten verricht onderzoek is de verwachting dat de negatieve effecten van de zwijnen al zodanig zijn dat:

- de voor verstoring kwetsbare oude boscsystemen met dikke humusprofielen in hun functioneren bedreigd worden;
- de aardkundige informatie van de verstoorde humusprofielen sterk verlaagd wordt;
- de door sommige onderzoekers aangetoonde verrijking van patronen en biodiversiteit door selectieve wroetactiviteit niet zonder meer plaatsvinden;
- jonge boscsystemen minder gevoelig zijn voor zwijnenactiviteit dan oude;
- effecten zoals toename van verjonging van het bos door het loswoelen en mengen van organisch en mineraal materiaal niet plaatsvinden.

Effect van wilde zwijnen op vaatplanten en paddenstoelen

Vaatplanten

Vanuit de plant bezien is het directe effect van het verwijderen van onderdelen van de plant een belangrijke kostenpost waarmee investeringen in biomassa (bloemen, bladeren, wortels) verloren gaan. Bij intensief of frequent wroeten zijn er vele soorten die lokaal afnemen of verdwijnen. Daar staat tegenover dat het openen van de vegetatie of de bodem nieuwe mogelijkheden biedt voor groei of het kiemen van nieuwe individuen. In aanvulling daarop kunnen wilde zwijnen fungeren als transportmiddel voor zaden zodat deze via de vacht of de mest onbezette plekken kunnen bereiken. De directe en indirecte effecten worden hierna kort besproken en aansluitend wordt uitgebreider ingegaan op het netto effect van de verschillende processen op de diversiteit aan planten.

Verwijdering biomassa

Plantensoorten verschillen onderling sterk in hun voedingswaarde en daarmee in de mate waarin ze aantrekkelijk zijn voor wilde zwijnen. Vooral planten met grote zaden of vruchten (eik, beuk, wilde appel) en planten met ondergrondse reserves (adelaarsvaren, diverse grassoorten en bolgewassen zoals wilde hyacint) zijn in trek (Briedermann, 1990, Groot Bruinderink et al., 1994, Welander, 2000; Wilson, 2005). Het selectief eten van plantensoorten kan de soortensamenstelling van de vegetatie beïnvloeden (Gouding et al., 1998).

Het effect op populatieniveau hangt niet alleen af van de mate waarin de soort gegeten wordt, maar vooral van de mate waarin ze zich hiervan kan herstellen. Diverse soorten die veel door zwijnen gegeten worden, ondervinden hier op populatieniveau weinig schade van doordat ze een snelle hergroei hebben of zich snel weer opnieuw vestigen. Het gaat hierbij om soorten van voedselrijke bodems als adelaarsvaren, zevenblad en diverse grassen zoals kweek en ruw beemdgras waarvan wortelfragmenten die in de bodem achterblijven vaak weer snel uitgroeien. Deze planten groeien snel en hebben een hoge voedingswaarde. Periodiek wroeten bevordert de groei en regeneratie van deze soorten ten opzichte van meer kwetsbare soorten. De zwijnen houden hiermee dus een voor zichzelf aantrekkelijke vegetatie in stand (Welander, 2000).

Plantensoorten die minder goed in staat zijn te regenereren, zijn gevoeliger voor vraat en/of verstoring en verdwijnen wanneer de frequentie van verstoringen te hoog wordt. Voor een deel van deze soorten geldt dat een incidentele en niet te intensieve verstoring gunstig kan zijn voor de verjonging van de populatie, maar bij een hogere verstoringsfrequentie slaat de balans voor veel soorten al snel negatief door. Dit geldt bijvoorbeeld voor het langzaam groeiende dalkruid (*Maianthemum bifolium*).

Enige omwoeling in een grote dalkruidplek is goed te overleven, maar bij een hoge dichtheid van wilde zwijnen verdwijnt de soort. Op de Veluwe komt dalkruid vooral voor buiten de wildrasters (Bijlsma, 2002). Hoewel adelaarsvaren met zijn diep liggende wortelstokken goed bestand is tegen wroeten, blijkt ook dat de dominantie hierdoor kan afnemen (Welanders, 2000).

Zaadtransport

Van veel plantensoorten kunnen de rijpe zaden de maag-darm passage van wilde zwijnen overleven (Welanders, 2000, Ozinga, 2008) zodat wilde zwijnen bijdragen aan het transport van zaden naar nieuwe groeiplaatsen. Aangezien het dieet van wilde zwijnen verschilt van andere in Nederland voorkomende zoogdieren, hebben ze een complementair effect op het spectrum aan soorten dat effectief verspreid kan worden. Ook via de vacht kunnen wilde zwijnen in potentie vele plantensoorten transporteren (Welanders, 2000; Ozinga, 2008).

Creëren van kiembed

Een dichte vegetatie en een dikke strooisellaag belemmeren de kieming van vooral soorten van graslanden en open bossen. Deze soorten hebben voor hun kieming vaak voldoende licht en/of een open, minerale bodem nodig. Vooral bij soorten met een langlevende zaadvoorraad is het kiemingspercentage hoger op open, minerale bodems (o.a. fraai hertshooi, mannetjesereprijs, pilzegge, valse salie, ruige veldbies, veelbloemige veldbies). Door hun wroetactiviteiten kunnen wilde zwijnen voor deze soorten mogelijk een gunstig micromilieu voor kieming creëren, mits de wroetintensiteit laag is. Voor langlevende soorten is hierbij een incidenteel kiembed vaak al voldoende voor verjonging van de populatie.

Het creëren van een kiembed door zwijnen is vooral bekend voor diverse boomsoorten. Vroeger werd hier in de bosbouw gebruik van gemaakt door op kaalslagen voerplekken voor wilde zwijnen te creëren of door hier huisvarkens te weiden (Pigott, 1975). Deze rol van zwijnen is later vervangen door het ploegen van de bodem en/of het lokaal mechanisch oprollen van de strooisellaag. Voor eiken kan het wroeten ook indirect bijdragen aan de vestiging doordat Vlaamse gaaien een voorkeur hebben voor omgewroete plekken bij het begraven van eikels en andere vruchten (Treiber, 1997).

Schommelingen in wroetfrequentie

Het effect van zwijnen op de vegetatie is waarschijnlijk niet alleen afhankelijk van de gemiddelde frequentie van wroeten maar vooral van de schommelingen van jaar tot jaar in de mate van verstoring. Groot Bruinderink & Hazebroek (1996) vonden dat de verjonging van eik en beuk negatief is gecorreleerd met de wroetfrequentie. Voor

een goede verjonging van veel plantensoorten is het daarom waarschijnlijk gunstig als er periodiek lage dichtheden aan zwijnen zijn. Daarnaast kunnen mastjaren andere plantensoorten ontlasten. Voor veel langlevende plantensoorten van stabiele ecosystemen is incidentele kieming voldoende voor het handhaven van een lokale populatie (Ozinga et al., 2007). Die stabiliteit kan echter in het gedrang komen door wroetende wilde zwijnen.

Paddenstoelen

Net als bij planten hebben zowel vraat als wroeten waarschijnlijk directe en indirecte effecten op paddenstoelen. Er is vrijwel geen onderzoek gedaan waarin deze effecten goed gedocumenteerd en gekwantificeerd worden. Op basis van kennis van de ecologie van paddenstoelen kan echter wel een globale inschatting gegeven worden.

Vraat en zoöchorie

Paddenstoelen vormen in sommige gebieden in de herfst een belangrijk onderdeel van het menu van wilde zwijnen (Massei & Genov, 2004). Uit enkele onderzoeken blijkt dat paddenstoelen relatief ongevoelig zijn voor de directe effecten van plukken (Egli et al., 1990). Dit geldt waarschijnlijk ook voor de directe effecten van vraat.

Wilde zwijnen kunnen waarschijnlijk een belangrijke bijdrage leveren aan het transport van de sporen van diverse paddenstoelensorten. Dit geldt met name voor diverse soorten paddenstoelen met een truffelachtige groeiwijze, dat wil zeggen bolle, ondergrondse vruchtlichamen. Het gaat hierbij niet alleen om de echte truffels die ook door mensen gegeten worden, maar ook om verschillende groepen ‘valse truffels’. Een voorbeeld van een ‘valse truffel’ die in Nederland wordt gegeten door wilde zwijnen is de Okergele vezeltruffel (*Rhizopogon luteolus*; Ozinga & Baar, 1997).

Veranderen van het bodemmilieu

De meeste soorten mycorrhizapaddenstoelen komen voor op plekken in bossen met weinig strooiselophoping en met een lage beschikbaarheid van stikstof, zoals Natura 2000-habitattype Oude eikenbossen, waarvoor de Veluwe landelijk gezien zeer belangrijk is (Bijlsma et al., 2008). De rijkdom aan soorten kan in dergelijke bossen vele malen hoger zijn dan die van planten (Jansen, 1984; Arnolds et al., 1995; Ozinga & Arnolds, 2003; Veerkamp, 2005). Van de 727 soorten met voldoende gegevens worden 500 (69%) vermeld op de Rode Lijst (Arnolds & Veerkamp, 2008). Dit is het hoogste percentage van alle functionele groepen binnen de paddenstoelen. De achteruitgang wordt vooral in verband gebracht met de onnatuurlijk hoge depositie van stikstof en de daarmee samenhangende bodemverzuring (Termorshuizen, 1990; Arnolds, 1991; Brandrud & Timmermann, 1998). De voorkeur van veel mycorrhizapaddenstoelen voor strooiselarme plekken zoals bermen van oude paden en wegen, hangt waarschijnlijk samen met het feit dat veel mycorrhizapaddenstoelen gevoelig zijn voor stikstofhoudende verbindingen (polyfenolen) die vrijkomen uit vers strooisel (Ozinga, 1993). Oude, schrale bermen fungeren voor veel mycorrhiza-soorten momenteel als refugium (Keizer, 1993; 2003). Een langdurig hoge wroetintensiteit is waarschijnlijk zeer ongunstig voor deze soorten. Hier ligt dan ook een belangrijke onderzoeksvraag.

Effecten van wilde zwijnen op de fauna

Directe effecten: vraat

Insecten en vogels

Zwijnen zijn effectieve predatoren van insecten en larven. In de literatuur zijn zowel voorbeelden van de afname van aantallen insecten in de bodem na introductie van zwijnen (Howe et al., 1981) als voorbeelden van een toename (Vtorov, 1993).

Uit verschillende waarnemingen blijkt, dat wroetende zwijnen de aantallen poppen van plaagvormende insecten sterk kunnen reduceren (Koehler & Burzynski, 1965; Schmid-Vielgut, 1991; Moraal, 1993).

Predatie kan lokaal effect hebben op zeldzame soorten zoals vliegende herten (*Lucanus cervus*), een habitatrictlijnsoort, of bodembroeders (Smit & Krekels, 2008; Purger & Meszaros, 2006). De larven van het vliegend hert ontwikkelen zich in zandige grond op warme, zonbeschenen plaatsen. Voor hun ontwikkeling tot kever hebben de larven vaak enkele jaren nodig. Gedurende die tijd eten ze schimmels en verterend organisch materiaal van stobben van dode bomen, waarbij ze een voorkeur hebben voor eiken. Om deze zeldzame keversoort te beschermen zijn op een aantal plaatsen broedstoven aangelegd van deels ingegraven eikenstammen. Om predatie door zwijnen te voorkomen worden deze stoven aangelegd in terreinen zonder zwijnen. Indien er lokaal wel zwijnen voorkomen, moeten de stobben worden uitgerasterd omdat zwijnen anders de larven uitgraven.

Amfibieën en reptielen

Wilde zwijnen eten amfibieën en hun eieren. Wilde zwijnen zijn geen gespecialiseerde predatoren van reptielen (Schley & Roper, 2003) maar reptielen worden wel gegeten. Vaak gebeurt dit incidenteel, maar periodiek kunnen bepaalde reptielsoorten in grote hoeveelheden worden gegeten (Genov, 1994; Barbadillo et al., 1999; de Haan, 1999; Filippi & Luiselli, 2002; Völkl & Alferman, 2002; Stumpel, 2004; de Boer, 2006; van Strien et al., 2007; Lenders & Janssen, 2009).

Er zijn aanwijzingen dat hoge dichtheden van wilde zwijnen een negatief effect zouden kunnen hebben op de populatiedichtheid van de adder (Völkl, 2004; Lenders & Janssen, 2009), vooral als het om geïsoleerde populaties gaat. Het is niet bekend of wilde zwijnen de oorzaak van uitsterven kunnen zijn. Incidentele predatie op reptielen wordt gemeld van o.a. de zandhagedis en de hazelworm.

Directe effecten: fauna van mest en kadavers

Excrementen van o.a. wilde zwijnen vormen voedsel en/of dienen als substraat voor verschillende soorten insecten en andere geleedpotigen. Heijerman (1990) deed onderzoek naar mestkevers in het Nationale Park de Hoge Veluwe en vond in totaal 30 soorten. Daarbij vertoonden de kevers geen duidelijke voorkeur voor mest van zwijnen of mest van de Europese moeflon (*Ovis ammon musimon*). Uit onderzoek van Gutowski (2004) in het oerbos van Bialowieza in Polen bleek dat grotere aantallen hoefdieren leiden tot hogere aantallen mestminnende invertebraten. Dit onderzoek betrof voornamelijk insecten die als adult of larve afhankelijk zijn van de mest. Een review van Nioget et al. (2006) laat zien dat daarnaast ook mijten zullen profiteren

van meer mest. Verschillende soorten mijten laten zich naar verse excrementen vervoeren door mee te liften op de poten of het lijf van vliegen en kevers. Dit verschijnsel heet foresie. Er mag worden aangenomen dat als meer mest leidt tot meer mestminnende invertebraten, dat dan ook het 'vervoer' verbetert, zodat ook het aantal en de soortenrijkdom van foretische mijten zal toenemen.

Niet alleen de excrementen, maar ook de kadavers van zwijnen bieden habitat en/of voedsel voor verschillende insectensoorten. Leclercq (1996) bestudeerde insecten op een kadaver van een zwijn in het bos van Chambord (Frankrijk) en vond 35 soorten waarvan een groot deel zich voedt met aas.

Indirecte effecten: habitatmodificatie

Hiervoor werd beschreven dat het wroeten van wilde zwijnen kan leiden tot veranderingen in de vegetatie, de strooisellaag, de humus en soms ook diepere lagen in de bodem. Deze factoren hebben invloed op de aantallen en soortensamenstelling van arthropoden. Door habitatmodificatie kan ook het habitat van knaagdieren veranderen of verdwijnen (Hazebroek et al., 1995; Singer et al., 1984). Concurrentie om voedsel met verscheidene zoogdiersoorten is aannemelijk (Massei & Genov, 2004; Kramer et al., 2006), maar ook kan facilitatie bijvoorbeeld door rund van wild zwijn optreden (Groot Bruinderink & Lammertsma, 2001).

In een uitrasteringsexperiment in eikenbos onderzochten Mohr et al. (2005) of de insecten vooral reageerden op de vraat door zwijnen of op de verstoring van de habitat door het wroeten. De resultaten lieten zien dat kunstmatig wroeten leidde tot lagere aantallen van alle onderzochte groepen (saprofage insecten, predatoren, pissebedden en spinnen). De afname als gevolg van kunstmatig wroeten was het sterkst bij pissebedden en spinnen. Bij pissebedden werd bovendien een sterk negatief effect gevonden van de aanwezigheid van zwijnen. In de niet uitgerasterde plots waren de pissebedden bijna geheel afwezig. Pissebedden zijn zeer mobiel en emigreren waarschijnlijk uit plotjes die frequent door zwijnen worden verstoord.

De aanwezigheid van "pulsed resources" zoals aas, lokvoer en mast, leidt in de omgeving van die voedselbronnen tot een verhoogde ontmoetingskans van zwijnen en hun dierlijke prooien. Dit kan leiden tot een verandering in het terreingebruik van prooien (Cortes- Avizanda et al., 2008; Munoz, A. & R. Bonal, 2007).

Door wroeten creëren zwijnen open plekken, waar poeltjes kunnen ontstaan, nodig voor de voortplanting van amfibieën (Straka, 2007). Dergelijke gunstige effecten zijn waargenomen bij geelbuikvuurpadden (eigen obs. A. Stumpel; D. Šalamon, pers. meded.), boomkikker en heikikker (L. Briggs, pers. meded.). Ook worden positieve effecten gemeld voor reptielen, doordat wilde zwijnen open plekken maken die door reptielen kunnen worden gebruikt om te zonnen en om eieren te leggen: in Nederland betreft dit de zandhagedis. Of deze effecten op populatieniveau van de betreffende reptielen een rol van betekenis spelen is niet bekend.

Onderzoek

Bodem en humus

Onderzoek naar effecten van het wroeten van zwijnen op bodem en humusprofiel moet altijd in samenhang gezien worden met fauna en flora. Vooral de ontwikkeling van de ondergroei kan een goede mede-indicator zijn voor de veroorzaakte veranderingen in het boscysteem door zwijnenactiviteit. Bij monitoring is het belangrijk in eerste instantie in te zetten op vergelijking van bodem en humusprofiel van niet en wel verstoorde delen van eenzelfde fysiotoop in samenhang met vooral de vegetatieontwikkeling. Vooral de plantstrategieën incl. bewortelingsstrategieën van de ondergroei zijn daarbij van belang, aangevuld met een bemonstering en analyse van enige eenvoudige bodemparameters (bijvoorbeeld koolstof, N – en P gehalte en voorraad). Veranderingen in de nutriëntenhuishouding (nitrificatie, ammonificatie) en vochthuishouding vereisen meer gespecialiseerd onderzoek.

Oude bossen

Op grond van afgesloten langlopend onderzoek in oude eikenbossen zowel op de Veluwe als erbuiten, bijv. in Drenthe, bestaat een goed beeld van de karakteristieke mycoflora van deze bossen (Veerkamp, 1999, 2005). Deze historische referentie kan als uitgangspunt dienen voor onderzoek naar effecten op paddenstoelen van wilde zwijnen bij verschillende dichtheden, met name op de meest kwetsbare groep van boombegeleidende soorten. Voorwaarde is wel dat binnen een bosgebied verschillende dichtheden worden gerealiseerd, bijv. door een zwijnenraster, wat bij uitstek kan plaatsvinden in bosreservaten. Bosreservaten zijn aangewezen voor onderzoek naar de betekenis van natuurlijke processen (Bijlsma, 2008). Bij oude bossen op de Veluwe gaat het om twee Natura 2000-habitattypen die verschillen in plaats in het landschap (en dus fysiotoop) en historische achtergrond: Oude eikenbossen en Beuken-Eikenbossen met Hulst (Bijlsma et al., 2009). Het eerste type is het meest kwetsbaar voor intensieve verstoringen.

Wegbermen

Bermen van oude wegen en grotere bospaden herbergen een belangrijk deel van de soortenrijkdom aan vaatplanten- en paddenstoelen op de Veluwe. Voor sommige soorten vormen ze zelfs een soort van refugium ((Bijlsma et al., 2001, 2002; Bijlsma, 2002; Keizer, 1993; 2003)). Dit habitatype is ook aantrekkelijk voor wilde zwijnen die ze regelmatig diep omwroeten, zowel op rijke als op zeer arme gronden. De overheersende mening is dat ze dit doen op zoek naar dierlijk leven onder de grasmat. Om aanrijdingen te voorkomen worden zwijnen in bermen afgeschoten en worden bermen verschaald. Ook wordt door wegbeheerders gedacht (en al gewerkt!) aan drastische maatregelen als betonmatten, vijfjaarlijks omploegen, aanbrennen gebiedsvreemd zand e.d. Dit laatste is zeer schadelijk voor de met oude infrastructuur samenhangende biodiversiteit. Er kunnen twee typen bermen worden onderscheiden: bermen met belangrijke heischrale vegetaties (vaak door heidegebieden) en bermen met belangrijke zoomvegetaties en oud-bosplanten. Beide type bermen betreffen Natura 2000-habitatype en zijn als zodanig ook een belangrijk leefgebied voor (bedreigde) paddenstoelen (Bijlsma et al., 2008). In het wegbermbeheer zitten dus twee belangrijke componenten: verkeersveiligheid en behoud van biodiversiteit.

Reptielen en amfibieën

Voor reptielen bestaat een meetnet van de stichting RAVON om trends in de populatieontwikkeling in beeld te brengen. Enig onderzoek naar de relatie tussen de zwijnen populatie en die van reptielen heeft wel plaatsgevonden (Lenders & Janssen, 2009) of vindt nog plaats (Werkgroep Adderonderzoek). Het onderzoek blijkt echter moeizaam. Het grootste hiaat is wat betreft de reptielen de kennis over de indirecte effecten van verstoring van de habitat (bodem en vegetatiestructuur). Waar mogelijk zou monitoring van de reptielen op enkele geschikte locaties gecombineerd moeten worden met monitoring van bodem, humus en vegetatie. Voor de amfibieën ontbreekt vooral kennis over de effecten op populatieniveau. Mogelijk kunnen de door zwijnenactiviteit ontstane poelen gemonitord worden op vestiging door amfibieën.

Insecten en andere geleedpotigen

Wat betreft insecten zou de aandacht kunnen worden geconcentreerd op gevoelige insecten, zoals vlinders en/of de soortensamenstelling van de springstaarten en mijten (microarthropoden) in de bodem. Dit zou gekoppeld kunnen worden aan dezelfde locaties als het bodem en vegetatieonderzoek. Ook zou er gekeken kunnen worden welke plaats geleedpotigen in nemen in de voedingsfysiologie van de zwijnen. Ook hier geldt weer dat invloed van de frequentie van de zwijneninvloed en daarmee indirect de invloed van de populatiedichtheid van de zwijnen onderzocht moet worden. Zo lijkt de vraag hoe lang het herstel duurt van de bodempopulatie na verstoring van belang.

Bij de monitoring van indicatieve soorten kan zoveel mogelijk aansluiting gezocht worden bij lopend onderzoek, zoals het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) of monitoring door beheerders. De opzet en ruimtelijke dekking van dit onderzoek is echter onvoldoende om het effect van zwijnen goed te monitoren. Een overlap in soorten kan echter bijdragen aan de interpretatie van de waargenomen trends in het gebied in relatie tot trends in andere gebieden in Nederland. Uitgangspunt hierbij is het volgen van kenmerkende, indicatieve soorten per functionele groep/ monitoring van processen. De lijst van soorten hangt mede af van de in het gebied voorkomende soorten. Voorgesteld wordt om de gegevens afkomstig van A-locaties, bosreservaten, Landelijke Vegetatiedatabank e.d. te gebruiken om hierop te screenen.

Bijlage 4 Diergezondheid en welzijn

Diergezondheid

Diergezondheid is één van de zaken die kan leiden tot spanningen tussen veehouderij en natuur (Van Klink et al., 2004). Waar de veehouderij – vanuit economisch perspectief – streeft naar een zo hoog mogelijke gezondheidsstatus, zien beheerders van natuurterreinen dierziekten als een natuurlijk proces, dat men bij voorkeur laat uitwoeden. Uitbraken van besmettelijke dierziekten in de gedomesticeerde populatie hebben grote (economische) gevolgen en leiden tot drastische bestrijdingsmaatregelen, welke ook ongewenste gevolgen kunnen hebben voor de wilde hoefdierpopulaties. Overdracht van ziekten vanuit de veehouderijsector naar de wilde hoefdierpopulatie brengt echter wel een aantal problemen met zich mee. Bestrijding onder wilde hoefdieren is moeilijker, aangezien bestrijdingsmaatregelen als vaccinatie, isolatie en stamping out, lastiger of niet uit te voeren zijn in de wilde hoefdierpopulatie. Bovendien kan (langdurige) aanwezigheid van pathogenen in de wilde hoefdierpopulatie leiden tot herhaalde overdracht van ziekten naar de sector. Dit is de belangrijkste reden om uitbraken van zeer besmettelijke dierziekten, zoals KVP en MKZ, onder wilde hoefdieren te bestrijden.

De meeste wilde hoefdieren zijn, evenals gehouden dieren, vatbaar voor besmettelijke dierziekten als klassieke varkenspest (KVP), Afrikaanse varkenspest (AVP) en mond- en klauwzeer (MKZ). Wederzijdse besmetting is dus mogelijk. Besmettingsrisico's worden in eerste instantie bepaald door de ligging van bedrijven en natuurterreinen ten opzichte van elkaar en door de aantallen dieren en bedrijven: hoe hoger de dierdichtheid, hoe groter de kans op dierziekten (Gortázar et al., 2006). Daarnaast spelen eigenschappen van de diverse gastheren (vatbaarheid, virusuitscheiding) en agentia (virulentie, overleving in milieu) een belangrijke rol.

Alterra voerde samen met het Centraal Diergeneeskundig Instituut (nu CVI-Lelystad) in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een risicoanalyse uit, om inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van de robuuste verbindingen voor de verspreiding van besmettelijke dierziekten (Groot Bruinderink et al., 2007). In het navolgende wordt uit deze studie geput, specifiek in relatie tot het wilde zwijn.

De volgende vragen dienen zich daarbij aan:

Welke dierziekten zijn van belang voor de sector en/of natuurbeheerders?

Wat zijn de mogelijke verspreidingsmechanismen tussen wilde zwijnen en landbouwhuisdieren?

Dierziekten

Om voor Nederland belangrijke dierziekten te selecteren zijn de volgende criteria gehanteerd: (a) het belang voor de agrarische sector, (b) het belang voor natuurbeheerders en (c) het algemeen maatschappelijk belang (Tabel 8). Deze lijst pretendeert niet volledig te zijn.

Tabel 8. Lijst van besmettelijke dierziekten die mogelijk bijdragen aan het veterinaire risico van wilde zwijnen

Ziekte	Agens	Zoönose	Verspreidingsmechanismen	Categorie ^a
Blaasjesziekte (SVD)	Enterovirus, familie <i>Picornaviridae</i>	Nee	Verspreiding via direct contact, swill voeding, mest, indirect contact (veewagens, mensen)	1
Klassieke varkenspest (KVP)	Pestivirus, familie <i>Flaviviridae</i>	Nee	Verspreiding via direct contact, sperma, ingestie van gecontamineerd vlees (swill voeding), mest, indirect contact (mensen, voertuigen, materialen); verticale transmissie (carrier sow syndrome)	1
Mond- en klauwzeer (MKZ)	Aphtovirus, familie <i>Picornaviridae</i> (7 serotypen)	Nee	Verspreiding via direct contact, sperma, melk, swill voeding, mest, indirect contact (mensen, voertuigen, materialen), lucht	1
Bovine tuberculose (runder TB)	<i>Mycobacterium bovis</i>	Ja	Uitscheiding van tuberkelbacteriën in de melk, urine of via de luchtwegen	2
Porcine brucellose	<i>Brucella suis</i>	Ja	Geslachtelijk verkeer (dekinfecties door geïnfecteerde beer), direct contact, ingestie van geaborteerde foetussen	2
Rabies (hondsdolheid)	Lyssavirus, familie <i>Rhabdoviridae</i>	Ja	Via speeksel van geïnfecteerde dieren (bijtcontact)	2
Trichinellose	<i>Trichinella spp.</i> (rondworm); in varkens vaak <i>T. spiralis</i>	Ja	Ingestie van gecontamineerd vlees (swill voeding), indirect via besmette knaagdieren of de omgeving	2
Afrikaanse varkenspest (AVP)	Enige lid van de familie <i>Asfarviridae</i>	Nee	Verspreiding via direct contact, teken (<i>Ornithodoros spp.</i>) en ingestie van gecontamineerd vlees, mest, indirect contact (mensen, voertuigen, materialen)	3
Miltvuur (anthrax)	<i>Bacillus anthracis</i>	Ja	Via grond of water dat besmet is door kadavers, ingestie van besmet vlees	3
Runderpest	Morbillivirus, familie <i>Paramyxoviridae</i>	Nee	Via direct contact	3

Ziekte	Agens	Zoönose	Verspreidingsmechanismen	Categorie ^a
Ziekte van Aujeszky of pseudorabies (ZvA)	Suid herpesvirus type 1 (alphaherpesvirus), familie <i>Herpesviridae</i>	Nee	Uitscheiding van virus via ademhaling, neusslijm en speeksel, melk, geslachtsapparaat en sperma. Verspreiding via direct contact, indirect contact (mensen, transportmiddelen, materialen) en de lucht	4 ^b
Bovine virus diarree (BVD)	Pestivirus, familie <i>Flaviviridae</i>	Nee	Verticale transmissie (van koe op kalf tijdens de dracht); de dragers die hierdoor ontstaan besmetten andere dieren via direct contact	5

Beschrijving van de categorie 1, 2, 3, 4 en 5:

- Ziekte is exotisch, maar kans op insleep is reëel; ziekte is besmettelijk en kan zich snel verspreiden, onafhankelijk van nationale grenzen, heeft ernstige sociaal-economische of volksgezondheid gevolgen en is van groot belang voor de internationale handel in dieren en dierlijke producten
- Ziekte is exotisch, maar kans op insleep is reëel; ziekte is belangrijk vanuit sociaal-economisch of volksgezondheidsperspectief en is van belang in de internationale handel van dieren en dierlijke producten
- Ziekte is exotisch en kans op insleep is gering
- Ziekte komt (nog) sporadisch voor in de Nederlandse veehouderijsector
- Ziekte is endemisch in de Nederlandse veehouderijsector
- ^bNederland streeft op dit moment naar de artikel-10 status (vrij zonder vaccinatie); als Nederland eenmaal die status heeft, valt de ziekte in categorie 2.

Nederland is vrij van een groot aantal dierziekten genoemd in Tabel 8, nl. Afrikaanse varkenspest (AVP), klassieke varkenspest (KVP), mond en klauwzeer (MKZ), blaasjesziekte (SVD), runderpest, brucellose (bovine en porcine), rundertuberculose

(runder TB) en miltvuur. De ziekte van Aujeszky (ZvA) wordt sinds 1993 bestreden met een verplichte vaccinatie en inmiddels is Nederland vrij van de ziekte (prevalentie < 0,01%). Bovine virus diarree (BVD) is (nog) endemisch in de Nederlandse veehouderij. Rabiës en trichinellose komen in Nederland niet voor in de gedomesticeerde populatie, maar wel in de wilde fauna. Rabiës wordt regelmatig aangetroffen in vleermuizen¹ en trichinellose komt voor onder wilde zwijnen (gebaseerd op serologie).

Monitoring

Jaarlijks worden bloedmonsters afkomstig van een steekproef van geschoten wilde zwijnen getest op antilichamen tegen KVP virus (KVPV), SVD virus (SVDV), ZvA virus (PRV) en *Trichinella* spp. Na de MKZ epidemie van 2001 is hieraan een serologische test toegevoegd voor antilichamen tegen MKZ virus (MKZV). De resultaten van deze monitoring staan in **Tabel 9**.

Tabel 9. Monsteraantallen per gebied, per kwartaal en resultaten serologie (uit: Dekkers, 2009)

Periode: 01-01-2008 t/m 31-12-2008					
Provincie/ streek	1e kwartaal 2008	2e kwartaal 2008	3e kwartaal 2008	4e kwartaal 2008	Totaal 2008
Limburg	63	86	130	130	409
Veluwe (incl. Kroondomeinen)	5	0	0	42	47
Incidenteel	10	33	26	24	93
Totaal	78	119	156	196	549
Resultaten:					
SVD	78 neg	119 neg	156 neg	196 neg	549 neg
ZvA	76 neg 2 mob	119 neg	155 neg 1 mob	196 neg	546 neg 3 mob
MKZ	78 neg	118 neg 1 mob	156 neg	191 neg 5 mob	543 neg 6 mob
KVP	76 neg 2 pos*	118 neg 1 mob	155 neg 1 mob	196 neg	545 2 pos *, 2 mob
Trichine **	**	**	**	**	421 neg **

* In het 1e kwartaal 2008 is in het zuidelijk deel van de provincie Limburg het virologisch KVP onderzoek geïntensiveerd (na 2 serologisch positieve monsters). Betreffende twee serologisch positieve dieren zijn tevens virologisch onderzocht. Resultaat: negatief.

Betreffende bevindingen zijn door het ministerie van LNV gemeld aan het SCOFCAH
Van 01-01-2008 t/m 31-12-2008 is van 36 wilde zwijnen uit Zuid Limburg orgaanmateriaal door het CVI virologisch onderzocht op KVP. Alle 36 monsters waren virologisch negatief.

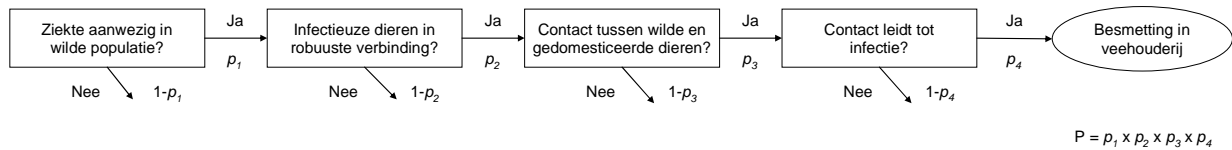
¹ Het betreft hier niet het klassieke rabiës virus, maar het European Bat Lyssavirus (EBLV).

Tot nog toe zijn geen antistoffen tegen SVD, ZvA, MKZ en KVP aangetroffen in de wilde zwijnen populatie. Ook *Trichinella* spp. kon niet worden aangetoond.

Risicobeoordeling KVP, MKZ en ZvA

De kans dat een ziekte vanuit de wilde hoefdierpopulatie wordt overgedragen naar de gedomesticeerde populatie is een resultante van onderstaande kansen (Fig. 16):

- kans dat de ziekte aanwezig is in de wilde hoefdierpopulatie (p_1);
- kans dat er infectieuze wilde hoefdieren aanwezig zijn (p_2);
- kans op direct of indirect contact tussen deze infectieuze wilde hoefdieren en landbouwhuisdieren (p_3);
- kans dat dit contact leidt tot infectie (p_4).



Figuur 16. Scenario tree voor de kans op insleep van ziekten in de veehouderij vanuit de wilde hoefdierpopulatie

Voor KVP, MKZ en ZvA is op basis van gegevens afkomstig uit literatuur en databases beoordeeld wat (a) de kans is dat de ziekte aanwezig is in de wilde hoefdierpopulatie van Nederland en (b) de kans is dat de ziekte vanuit de wilde hoefdierpopulatie wordt overgedragen naar de Nederlandse veehouderijsector.

Klassieke varkenspest

De kans dat KVP voorkomt onder de wilde zwijnen in Nederland is in eerste instantie afhankelijk van de kans op insleep van de ziekte in deze populatie. Het aantal KVP epidemieën onder wilde zwijnen in het verleden geeft een eerste indicatie voor deze kans op insleep. Daarnaast is de kans op voorkomen van KVP onder wilde zwijnen afhankelijk van de mogelijkheden voor persistentie van het virus in de populatie indien KVP eenmaal ingesleept is.

De prevalentie van KVP infectieuze dieren onder wilde zwijnen kan sterk variëren. Schnyder et al. (2002) vonden een prevalentie van zo'n 60% in de piek van de epidemie, terwijl Zanardi et al. (2003) een maximale prevalentie van 34% vonden. Bij het uitdoven van de epidemie en in endemische situaties wordt over het algemeen een veel lagere prevalentie gevonden (< 5%) (Kern et al., 1999; Zanardi et al., 2003). In de eerste fase van een epidemie hebben alle dieren in de populatie min of meer gelijke kans om viruspositief te zijn. Als het virus al wat langer aanwezig is, zullen hoofdzakelijk dieren jonger dan een jaar viruspositief zijn. Het grootste deel van de oudere dieren heeft de infectie dan inmiddels doorgemaakt en is immuun geworden of aan de infectie bezweken. De wilde zwijnen die gaan migreren naar nieuw leefgebied zullen vooral mannelijke dieren tussen de 12 en 24 maanden zijn. De kans dat trekkende dieren infectieus zijn neemt dus af naarmate een epidemie langer duurt: een kleiner percentage van de populatie is infectieus en dit zijn voornamelijk biggen die in een beperkt gebied verblijven met de rotte waartoe ze behoren. Daarnaast kan KVP invloed hebben op het migratiegedrag van de wilde zwijnen. Bij een hoog virulent virus worden de meeste dieren ziek en is er relatief hoge sterfte. Bij laag

virulente stammen zijn de ziekteverschijnselen echter vaak beperkt en aspecifiek. De infectie kan dan ook subklinisch verlopen, d.w.z. dat er geen ziekteverschijnselen waargenomen worden. In dat geval zal KVP niet veel invloed hebben op het migratiegedrag.

De laatste KVP besmettingen van wilde zwijnen in Nederland dateren van 1983/84. Sindsdien zijn er geen geïnfecteerde dieren meer aangetroffen. Het kan dus met vrij grote zekerheid gesteld worden dat de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie vrij van KVP is. Omdat Duitsland het gebied waarin wilde zwijnen tegen KVP gevaccineerd worden heeft uitgebreid tot aan de Nederlandse grens, moeten sinds begin 2006 van geschoten en dood gevonden wilde zwijnen uit Zuid-Limburg ook de tonsillen en milt ingezonden worden. Deze monsters worden getest middels PCR zodat onderscheid gemaakt kan worden tussen gevaccineerde en besmette varkens; beide zijn immers serologisch positief.

Er zijn drie hoofdroutes waarlangs de wilde zwijnenpopulatie besmet kan raken met KVP (1 t/m 3; Alban et al., 2005).

1)

De eerste is virus afkomstig van gedomesticeerde varkens, wanneer deze besmet zijn. Dit is mogelijk de oorzaak geweest van de KVP infecties in 1983/84 en 1964/65. In 1986 is Nederland gestopt met preventieve vaccinatie tegen KVP. Sindsdien heeft er driemaal insleep van KVP plaats gevonden, met een aantal uitbraken onder gedomesticeerde varkens tot gevolg. In 1990 en 1992 bleven de epidemieën beperkt tot een klein aantal bedrijven. In 1997 waren de gevolgen echter desastreus. Het virus zat toen in een gebied waar de dichtheid van varkens en varkensbedrijven extreem hoog is en had zich al ver kunnen verspreiden voor het ontdekt werd. Deze epidemie heeft uiteindelijk ruim een jaar geduurd. In totaal raakten 429 bedrijven besmet en werden meer dan 10 miljoen varkens afgemaakt (Anonymous, 1998). Toch is tijdens deze epidemieën geen KVP onder wilde zwijnen gevonden. De laatste jaren is het in Europa niet of nauwelijks meer voorgekomen dat wilde zwijnen besmet geraakt zijn met virus afkomstig uit de gedomesticeerde populatie. Historisch gezien vonden uitbraken van KVP onder wilde zwijnen echter wel vaak hun oorzaak in de voortdurende aanwezigheid van KVP onder gedomesticeerde varkens. Zulke infectiehaarden verdwenen meestal na enkele jaren weer spontaan (Artois et al., 2002). Ook in Slowakije nam (in 1999) het aantal wilde zwijnen dat geïnfecteerd was met KVP af nadat de besmettingen in gedomesticeerde varkens bestreden waren (Alban et al., 2005). M.a.w.: het voorkomen van KVP onder wilde zwijnen wordt in veel gevallen gekoppeld aan/veroorzaakt door het voorkomen van deze zeer besmettelijke dierziekte in de varkenshouderij (i.e. de besmettingsroute loopt van gedomesticeerd naar wild). In veel gevallen zal een KVP-infectie onder wilde zwijnen niet persisteren. Dat dit echter wel mogelijk is, is in Duitsland gebleken en daar is de besmettingsroute veelal van wild naar gedomesticeerd geweest.

2)

Een tweede route waarlangs wilde zwijnen besmet kunnen worden met KVP is via swill voeding. Wilde zwijnen zijn alleseters en zullen dankbaar gebruik maken van etensresten die achtergelaten zijn in hun leefomgeving. KVP virus kan langdurig overleven in varkensvlees en vleeswaren (Terpstra, 1991; Farez & Morley, 1997; Edwards, 2000) en consumptie hiervan zou tot een besmetting kunnen leiden. Een

KVP besmetting via deze weg kan afkomstig zijn van (a) recreanten in natuurgebieden en (b) het voeren van wilde zwijnen ten behoeve van tellingen en afschot. Het risico dat KVP in wilde zwijnen terechtkomt via recreanten hangt af van het gedrag van de recreanten, de herkomst van deze etenswaren en de regelmaat waarmee afvalbakken in natuurgebieden worden geleege. In Nederland is het voeren van swill verboden, zowel in de varkenshouderij als bij het lokvoeren van wilde zwijnen.

3)

Een derde route is insleep vanuit de wilde zwijnenpopulaties in de ons omringende landen. In een aantal gebieden in Duitsland is KVP endemisch onder de wilde zwijnen (Laddomada, 2000; Artois et al., 2002). Daarnaast is het virus enkele jaren geleden ook gevonden in wilde zwijnen in België en Luxemburg (OIE, 2006). Het aantal KVP besmettingen is de laatste jaren drastisch afgenomen dankzij de bestrijding met orale vaccinatie.

Na insleep van KVP in de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie kan verdere verspreiding van het virus ofwel leiden tot een epidemie die vanzelf uitdooft of tot een endemische situatie. Zaken die een rol spelen bij het endemisch worden van KVP onder wilde zwijnen zijn: de grootte van de wilde zwijnen populatie, de dichtheid per km², de leeftijdsstructuur van de groep en de virulentie van het virus (Kern et al., 1999; Artois et al., 2002; Kramer-Schadt, 2005; Rossi et al., 2005). Vooral de drempelwaarde voor het aantal gevoelige dieren in de populatie is belangrijk; als het aantal gevoelige dieren onder deze drempelwaarde komt, is het virus niet in staat te persisteren in de populatie. De diverse bestrijdingsstrategieën (vaccinatie, gereguleerde jacht) zijn er op gericht het aantal gevoelige dieren terug te brengen tot onder deze drempelwaarde. Er zijn diverse modelstudies uitgevoerd die aangeven dat de drempelwaarde tussen de 200 en 300 gevoelige dieren ligt, onafhankelijk van de areaalgrootte (Guberti et al., 1998; Anonymous, 1999; Artois et al., 2002).

Over het algemeen zijn endemische haarden van KVP in wilde zwijnen geografisch beperkt. Verondersteld wordt dat dit komt door de aanwezigheid van natuurlijke barrières die de verplaatsingen van wilde zwijnen beperken (Artois et al., 2002). De wilde zwijnenpopulaties in Nederland zijn relatief klein, zeker in vergelijking met een land als Duitsland. Het is daarom maar de vraag of KVP endemisch zou kunnen worden in de Nederlandse wilde zwijnen. Op basis van experimenten wordt verondersteld dat in populaties kleiner dan 1000 dieren en dichtheden lager dan 2-5 zwijnen per km² het virus niet zal persisteren en in de meeste gevallen binnen een jaar verdwenen zal zijn (Anonymous, 1999). In België heeft men in de periode september-december 2002 in totaal 23 met KVP geïnfecteerde wilde zwijnen gevonden. Daarna zijn geen besmettingen meer aangetroffen. De wilde zwijnenpopulatie in België heeft een geschatte omvang van ca. 10.000 dieren (Anonymous, 1997). In Luxemburg daarentegen heeft de KVP epidemie onder wilde zwijnen ruim een jaar geduurd. De wilde zwijnenpopulatie van Luxemburg is geschat op 15.000 dieren (Anonymous, 1999). Ook hier is echter geen endemische situatie ontstaan. De Nederlandse wilde zwijnenpopulatie (Veluwe en Meinweg) is met een voorjaarsstand van 2500 dieren en een zomerpopulatie van zo'n 5000 dieren

aanzienlijk kleiner dan in België en Luxemburg. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de kans klein is dat KVP endemisch wordt in de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie. Om dit te voorkomen is het belangrijk om de mogelijkheid te hebben gebieden te compartimenteren door ze met rasters op te splitsen in kleinere eenheden c.q. af te sluiten. Hiermee kan verdere verspreiding van het KVP virus voorkomen worden. Bovendien leidt het tot kleinere metapopulaties waarbij eerder de drempelwaarde van gevoelige dieren bereikt kan worden en (langdurige) persistentie van het virus voorkomen kan worden.

Verspreiding van KVP via de lucht is nihil en verwaarloosbaar en zal zeker niet over grote afstanden plaats vinden (Dewulf et al., 2000; Kaden et al., 2003). Het is niet bekend wat de onderliggende factoren zijn die deze afstandsgerelateerde kans bepalen. Mogelijk spelen niet-gerapporteerde menselijke contacten hierbij een rol (Elbers et al., 2001b). KVP wordt niet overgebracht door vectoren en er zijn geen aanwijzingen dat vogels, ratten, of insecten het virus over grotere afstand kunnen verspreiden (Kaden et al., 2003). KVP virus kan wel langere tijd overleven in mest en kadavers (Haas et al., 1995). Dit is een reële besmettingsroute indien wilde zwijnen toegang hebben tot voer dat is opgeslagen op het erf van een varkensbedrijf. Bovendien kan mest van wilde zwijnen aan banden van tractoren leiden tot insleep van het virus op een varkensbedrijf. De kansen op besmetting via deze transmissieroute zijn overigens wel direct gerelateerd aan de ligging van bedrijven in of nabij natuurgebieden.

Mond- en klauwzeer

MKZ is een zeer besmettelijke ziekte waarvoor alle evenhoevigen gevoelig zijn. Net als voor KVP zijn er voor MKZ drie hoofdroutes waarlangs de wilde hoefdierenpopulatie besmet kan raken: 1) virus afkomstig uit de Nederlandse veehouderij, 2) virus afkomstig uit wilde hoefdierenpopulaties in ons omringende landen en 3) virus aanwezig in vleesproducten (swill voeding).

Sinds de MKZ epidemie van 2001 worden bloedmonsters van geschoten of dood gevonden wilde zwijnen ook onderzocht op antistoffen tegen MKZ. Tot nu toe zijn hierbij geen seropositieve dieren gevonden (Dekkers, 2006; 2009; Tabel 9). Het kan dus met vrij grote zekerheid gesteld worden dat de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie vrij is van MKZ. Voor zover bekend is MKZ ook niet aanwezig in andere wilde hoefdieren in Nederland, noch in de wilde hoefdierenpopulaties van andere Europese landen. De kans dat de Nederlandse wilde hoefdierenpopulatie besmet zou raken door virus afkomstig uit in het wild circulerend virus in de ons omringende landen is daarmee minimaal.

De kans dat virus afkomstig uit de Nederlandse veehouderij zou leiden tot een besmetting van de wilde hoefdierenpopulatie wordt bepaald door (a) de kans op een MKZ epidemie in Nederland en (b) de kans op overdracht van het virus vanuit de sector naar de wilde hoefdierenpopulatie. De kans op insleep van MKZ voor Nederland is door experts geschat op eens per vijf jaar (Meuwissen et al., 2003). Sinds het stoppen van vaccinatie in 1991 heeft er echter slechts één maal daadwerkelijk insleep plaats gevonden. Dit was in het voorjaar van 2001. De meeste

besmette bedrijven in de MKZ epidemie van 2001 lagen in de buurt van de Veluwe. Na afloop is een monitoring uitgevoerd onder wilde zwijnen en reeën. In totaal zijn 208 wilde zwijnen en 140 reeën onderzocht. Daarbij zijn geen besmette dieren gevonden (Elbers et al., 2003). In 2001-02 zijn in de grensstreek van Duitsland met Nederland eveneens reeën (223 in totaal) onderzocht op antilichamen tegen MKZ. Ook hier zijn geen positieve dieren gevonden (Mouchantat et al., 2005). De MKZ epidemie in Engeland van 2001 was ongekend in omvang. Ook daar zijn echter geen besmette reeën of edelherten aangetroffen (Elbers et al., 2003; Thomson et al., 2003; Moutou, 2005). Overdracht van MKZ virus vanuit de veehouderij naar wilde hoefdieren is in Europa de laatste zes decennia niet voorgekomen (Elbers et al., 2003). De kans dat MKZ zich vanuit de gedomesticeerde populatie naar de wilde populatie verspreidt is zeer klein, maar niet volledig uit te sluiten (Moutou, 2005). Edelherten en wilde zwijnen kunnen echter wel degelijk een rol spelen in de epidemiologie van MKZ. Voorbeeld hiervan is een MKZ epidemie in Californië tussen 1924 en 1926 waarbij de bestrijding bemoeilijkt werd doordat het virus zich verspreidde naar een grote edelhertenpopulatie in een nabij gelegen National Forest door gezamenlijk gebruik van weidegrond in de zomer (Elbers et al., 2003). Een ander voorbeeld is de aanwezigheid van MKZ in wilde zwijnen in Israël (Yadin & Chai, 1994).

MKZ virus kan lange tijd overleven in gekoelde of bevroren vleesproducten (Farez & Morley, 1997). Het voeren van vleesafval aan wilde zwijnen lijkt daarmee de meest voor de hand liggende route voor besmetting van deze wilde hoefdierpopulatie. Besmet vleesafval kan afkomstig zijn van (a) recreanten in natuurgebieden en (b) het bijvoeren van wilde zwijnen op specifieke plekken om ze af te schieten. De kans dat MKZ zo in de wilde hoefdierpopulatie wordt geïntroduceerd hangt af van het gedrag van recreanten, het type materiaal dat gebruikt wordt voor bijvoeren, de eventuele behandeling die dit materiaal heeft ondergaan en de herkomst van het vleesafval. Voor bijvoeren wordt in Nederland haast alleen maïs gebruikt. Langs deze weg zal dus geen MKZ besmet vlees bij wilde zwijnen terechtkomen. Nederland importeert in principe alleen vlees uit landen die vrij zijn van MKZ. Het risico van deze producten is daarmee gering. Illegaal binnengebrachte producten hebben een grotere kans om MKZ besmet te zijn. Te denken valt hierbij aan producten die meegenomen worden door toeristen of immigranten. In een studie naar de kans dat deze producten met MKZ besmet zouden zijn, werd berekend dat de kans op insleep van MKZ in Nederland via dit soort producten gemiddeld 2.5×10^{-3} per jaar is (i.e. insleep van MKZ via deze route kan gemiddeld eens in de 400 jaar verwacht worden) (Van der Aa et al., 2000).

In de meeste gevallen is MKZ vanzelf uit de wilde hoefdierpopulatie verdwenen nadat de ziekte in de sector uitgeroeid was (Thomson et al., 2003). Dit duidt erop dat besmettingen in wilde hoefdieren niet persisteren als de sector vrij is van MKZ. De kans dat MKZ zich vanuit de wilde hoefdierpopulatie naar de sector verspreidt is daarmee nog kleiner dan de kans dat de wilde hoefdierpopulatie besmet wordt vanuit de sector (Sutmoller et al., 2003; Moutou, 2005). De contactstructuur binnen de wilde hoefdierpopulaties is verder zodanig dat de kans op grote uitbraken onder wilde hoefdieren klein is. Bovendien hebben zieke dieren de neiging om de groep te

verlaten en zich terug te trekken (Elbers et al., 2003). In de meeste gevallen zal een MKZ epidemie onder wilde hoefdieren daarom binnen enkele maanden uitdoven (Sutmoller et al., 2003). Overdracht van MKZ virus vanuit de wilde hoefdieren naar de sector is in Europa in de laatste zes decennia niet meer voorgekomen (Elbers et al., 2003). Dit heeft waarschijnlijk ook te maken met de wijze waarop de veehouderij zich ontwikkeld heeft. Door verdere intensivering zijn de kansen op direct contact tussen wilde hoefdieren en landbouwhuisdieren kleiner geworden is. Dit geldt vooral voor de varkenshouderij, waarin slechts een gering aantal bedrijven een uitloop naar buiten heeft. Direct contact tussen wilde hoefdieren en koeien of schapen in de wei is echter niet uit te sluiten, zeker niet in de nabijheid van natuurgebieden. Toch heeft ook dit in Nederland in het recente verleden niet tot insleep van de ziekte in de sector geleid, noch in andere Europese landen.

Direct contact is de belangrijkste transmissieroute voor MKZ. Verspreiding via de lucht is een minder belangrijke transmissieroute. Hierbij gaat het meestal om virus afkomstig van varkens dat leidt tot besmetting van koeien. Varkens scheiden relatief grote hoeveelheden virus uit in de uitgeademde lucht. Varkensbedrijven zijn echter moeilijk te infecteren met MKZ (tijdens de epidemie in Nederland in 2001 zijn er bijvoorbeeld geen varkensbedrijven besmet geraakt), maar als ze geïnfecteerd raken zijn ze dus een grote verspreider van virus. In zeer uitzonderlijke gevallen kan verspreiding via de lucht over grote afstanden (tientallen kilometers) plaatsvinden. De weersomstandigheden moeten dan wel gunstig zijn voor het virus (hoge relatieve luchtvochtigheid, koele temperaturen). De inschatting is dat luchtverspreiding een verwaarloosbare bijdrage zal leveren aan de kans dat het virus zich vanuit de wilde hoefdierpopulatie naar de sector verspreidt. Om voldoende hoge virusconcentraties te behouden over enige afstand (> 500m), is een (grote) concentratie varkens nodig. Dit is wel mogelijk op varkensbedrijven, maar niet in wilde populaties. Andere transmissieroutes zijn via excreta (melk, urine, faeces) en indirect contact met mensen, materialen of voertuigen. Ook kan het virus langdurig overleven in vlees en vleesproducten (Farez & Morley, 1997) en via ingestie van gecontamineerd vlees leiden tot nieuwe uitbraken.

Ziekte van Aujeszky

De ZvA is opgenomen in de jaarlijkse monitoring van wilde zwijnen. Hoewel er incidenteel serologisch positieve dieren gevonden zijn, lijkt de ZvA geen probleem te vormen (Elbers et al., 2001a; Dekkers, 2006; 2009; Tabel 8).

De ZvA kan op twee manieren ingesleept worden in de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie: 1) vanuit de Nederlandse varkenssector of 2) vanuit de wilde zwijnenpopulaties in de ons omringende landen. De Nederlandse varkenssector is nagenoeg vrij van de ZvA met een prevalentie lager dan 0,01%. Het risico op insleep vanuit de varkenssector is dus minimaal, temeer daar het overgrote deel van de varkens in Nederland geen uitloop heeft. Insleep van het virus in de Nederlandse varkenssector is echter wel mogelijk. Er is nog een groot aantal landen in de Europese Unie dat niet vrij is van de ZvA. De ons omringende landen zijn, met uitzondering van België, wel vrij zonder vaccinatie. België heeft net als Nederland een EU-goedgekeurd bestrijdingsprogramma. Spanje en Italië, twee landen waar we

veel varkens naar exporteren, hebben echter nog geen EU-goedgekeurd programma. Zolang de Nederlandse varkensstapel gevaccineerd is, zal insleep echter weinig gevolgen hebben voor verspreiding binnen de sector.

In delen van de Duitse wilde zwijnenpopulatie is de ZvA endemisch. Thulke et al. (2005) hebben laten zien dat de infectie niet zozeer geconcentreerd was in een beperkt gebied met wat spreiding naar omliggende gebieden, maar dat de infectie zich in de loop der jaren verplaatste naar nieuwe gebieden, waarbij de seroprevalentie in eerder geïnfecteerde gebieden weer afnam. Sinds enkele jaren heeft Duitsland de artikel-10 status, d.w.z. dat de Duitse varkenssector vrij is van de ZvA zonder vaccinatie. Dit geldt echter niet voor de wilde zwijnenpopulatie. Verspreiding van de ZvA vanuit de Duitse wilde zwijnenpopulaties naar de Nederlandse wilde zwijnenpopulaties is daarom niet uit te sluiten. Het risico lijkt echter vrij klein te zijn.

De kans dat het virus zich vanuit de wilde zwijnenpopulatie naar de varkenssector verspreidt, lijkt klein te zijn. Ondanks de hoge seroprevalentie onder wilde zwijnen in Brandenburg heeft het virus zich daar niet verspreid naar de gedomesticeerde varkenspopulatie, welke sinds 1985 vrij is van de ZvA (Müller et al., 1998a). Blijkbaar kan een infectie van de ZvA onder wilde zwijnen zichzelf in stand houden en endemisch worden zonder dat het verspreidt naar de gedomesticeerde varkens. In 1995-96 hebben Müller et al. (1998b) virus weten te isoleren uit deze endemisch geïnfecteerde populatie. Het bleek om een ander virusisolaat te gaan dan tot dusver aangetroffen was in Duitsland. Dit ondersteunt de hypothese dat de infectieuze cyclus in de wilde zwijnenpopulatie onafhankelijk is van de gedomesticeerde varkens (Müller et al., 1998b).

De belangrijkste transmissieroutes voor de ZvA zijn direct contact, verspreiding via de lucht en indirect contact door menselijk handelen. Direct contact is in veel gevallen niet mogelijk door de intensieve aard van de Nederlandse varkenshouderij. Het virus kan zich via de lucht over afstanden van enkele kilometers verspreiden (Casal et al., 1997). Ook varkens in de stallen van intensieve varkenshouderijen lopen een (zeer) klein risico op besmetting als besmette lucht via de luchtinlaat binnenkomt. Omdat wilde zwijnen altijd in relatief kleine groepen voorkomen, zal de kans op besmetting via deze route echter minimaal zijn. Andersom is het risico groter: als een varkensbedrijf besmet is, is het aantal varkens dat virus uitscheidt veel groter en daarmee de virusconcentratie in de lucht. De kans dat wilde zwijnen in de nabijheid van zo'n bedrijf besmet raken, is reëel. Factoren die invloed hebben op de kans dat de ZvA zich via mensen kan verspreiden, zijn het contact met wilde zwijnen (jagers) en de hygiënestatus op de bedrijven. Ondanks dat de ZvA wel overdraagbaar is op andere diersoorten zoals honden en katten, is dit niet een directe bron voor infecties op gedomesticeerde bedrijven. Infecties in andere diersoorten lopen over het algemeen dood: de ziekte is in veel gevallen fataal voor het dier en het dier verspreidt het virus nauwelijks (Wittmann, 1991). Het pseudorabiës virus kan zich ook via besmette vleesproducten verspreiden. De kans dat dit de bron van insleep zal zijn, is echter gering. Voor besmetting via de orale route zijn relatief grote doses nodig (Wittmann, 1991).

De gevolgen van insleep van de ZvA in de varkenssector zullen op dit moment beperkt zijn. In principe zijn alle bedrijven gevaccineerd, waardoor het virus weinig morbiditeit (ziekte) en mortaliteit tot gevolg zal hebben. Ook wordt transmissie van het virus hierdoor sterk beperkt (De Jong & Kimman, 1994). Bovendien is Nederland nog niet officieel vrij van het virus. Zodra Nederland stopt met vaccineren om de artikel-10 status, i.c. vrij zonder vaccinatie, te verkrijgen, zullen de gevolgen veel groter zijn. Insleep van het virus vindt dan plaats in een gevoelige populatie. Bovendien zal door insleep de vrije status opgeschort worden, wat grote gevolgen kan hebben voor de handel (export).

Het is duidelijk dat de risico's per dierziekte aanmerkelijk verschillen. Ondanks dat KVP momenteel niet in de Nederlandse wilde zwijnenpopulatie voorkomt, is dit wel een reëel risico voor de Nederlandse varkenssector. De kans op insleep van KVP in de wilde zwijnenpopulatie is klein, maar niet verwaarloosbaar. Deze kans is het grootst voor de wilde zwijnenpopulatie in de Meinweg doordat deze in direct contact staat met wilde zwijnen in Duitsland. De kans op overdracht van KVP vanuit wilde zwijnen naar de sector in Nederland is klein. Alleen daar waar varkensbedrijven met uitloop gevestigd zijn, is deze kans reëel. Als dit zou gebeuren, kunnen de gevolgen zeer groot zijn voor de sterk export-geïntereerde varkenssector. Het risico van MKZ en ZvA is daarentegen gering, gegeven de kleine kansen op aanwezigheid in de wilde hoefdierpopulatie en overdracht naar de sector.

De resultaten van deze kwalitatieve risicobeoordeling zijn samengevat in Tabel 10.

Tabel 10. *Overzicht van het risico (kansen en gevolgen) per dierziekte*

Ziekte	Kans dat ziekte aanwezig is in wilde hoefdierpopulatie	Kans dat ziekte vanuit de wilde hoefdierpopulatie overgedragen wordt naar de sector	Gevolgen van insleep van de ziekte voor de Nederlandse veehouderij
KVP	klein ^a	klein	zeer groot (nationaal, export)
MKZ	zeer klein	zeer klein	zeer groot (nationaal, export)
ZvA	zeer klein	zeer klein	klein ^b (bedrijfsniveau)

a Voor de populatie in de Meinweg is deze kans groter dan voor de populatie op de Veluwe.

b Nu nog klein (op bedrijfsniveau, alle dieren gevaccineerd); in de toekomst wanneer Nederland artikel-10 status heeft groot (volledig gevoelige varkensstapel, gevolgen voor export).

Dierenwelzijn

Het vaststellen van het welzijn van een dier of een populatie dieren is een lastige klus. Ethologisch onderzoek kan licht werpen op het gedrag en factoren waardoor dit wordt beïnvloed. Eventuele effecten van maatwerk beheer op dit gedrag kunnen slechts worden vastgesteld door uitputtend onderzoek in gebieden met uiteenlopende beheerintensiteit en daarmee samenhangende dichtheden. Bij de verklaring van de onderzoekresultaten zal het causale verband met het beheer lastig zijn aan te tonen. Hetzelfde geldt voor het onderzoek naar de spiegels van stress hormonen, bijvoorbeeld in verse mest of bloed. Het op juiste wijze verzamelen en conserveren van die mest voor vervolgonderzoek is arbeidsintensief en vergt de inzet van gekwalificeerde mensen (Prins, 2009). Ook hier kunnen interpretatieproblemen van de gevonden resultaten opduiken.

Bijlage 5 Een experiment met terughoudend populatiebeheer

Proeftechniek

De eerste vraag die gesteld wordt is situaties waarin de beheerder zich terughoudend op wil stellen wat betreft het populatiebeheer is: wat is het effect op de populatieomvang? In proeftechnische zin gaat daarbij de voorkeur uit naar replica's: terughoudend beheer van subpopulaties (groepen wilde zwijnen) op een groot aantal plaatsen op de Veluwe. De uitkomst van onderzoek aan tien subpopulaties is proeftechnisch (statistisch) harder dan de uitkomst van onderzoek aan slechts een populatie. Dergelijke replica's zijn, gelet op de zwaarte van de maatschappelijke belangen bijvoorbeeld op de Noord Veluwe, niet realiseerbaar. Uitgangspunt is dan ook een experiment daar waar het kan op populatieniveau.

Wenselijkheid

Zoals hierboven aangegeven is op de Veluwe van 1987-1997 onderzoek gedaan aan populaties wilde zwijnen in het Kroondomein Het Loo (binnen een raster) en de in de Staatsbosbeheer boswachterij Ugchelen-Hoenderloo (vrije wildbaan). Beide populaties werden bejaagd. In de 'rasterpopulatie' werd een verband gevonden tussen enerzijds de conditie van de dieren, uitgedrukt in metabolisch lichaamsgewicht en voortplantingssucces, en anderzijds de beschikbaarheid van voedsel (mast). Dit effect was dichtheidsafhankelijk. Daarmee was het onderzoek op het spoor van dichtheidsafhankelijke aantalregulatie, een terugkoppelingsmechanisme dat op natuurlijke wijze zorgt voor een aftopping van de populatieomvang door concurrentie om voedsel. Dat voedt het vermoeden dat wilde zwijnen zich binnen enkele generaties kunnen instellen op een situatie met een terughoudend beheer. Onderzoek dat dit zou kunnen onderbouwen werd tot op heden nergens in of buiten Europa uitgevoerd. We weten daarom niets van natuurlijke dichtheden, het effect en het niveau van natuurlijke dichtheidsafhankelijke terugkoppeling, een natuurlijke populatiestructuur en migraties die samenhangen met de dichtheid. Daar ligt een belangrijk vraagstuk voor een verantwoord beheer in de toekomst en voor de onderbouwing van de aanwijzingen en ontheffingen (artikel 67 en 68 van de Flora- en faunawet), op basis waarvan het afschot van wilde zwijnen plaatsvindt.

Haalbaarheid

Bij de beantwoording van de vraag of een experiment met een terughoudend beheer haalbaar is, spelen o.a. de volgende vragen:

- hoe luidt de verwachting met betrekking tot de maatschappelijke belangen
- welke ruimtelijke en tijdschaal zijn vereist
- criteria voor aanpassing/stoppen van het experiment

Belangen

Ten aanzien van het toekomstig maatwerk beheer geldt dat, ongeacht de intensiteit van het beheer, in alle gevallen flankerende maatregelen van belang worden geacht om landbouwschade en aanrijdingen met wilde zwijnen te voorkomen. Andere belangen die aandacht verdienen zijn de biodiversiteit, het welzijn van de dieren en

de vormen van overlast aangegeven door particulieren bij het meldpunt van de provincie Gelderland.

Welzijn

Voor het vaststellen van effecten van beheer op dierenwelzijn wordt uitgeweken naar de resultaten van het onderzoek naar zichtbaarheid (dagactiviteit) in combinatie met gegevens over de samenstelling van de groepen zwijnen, het voedselaanbod, de conditie, het voortplantingssucces en het curatief afschot. Bij de hoefdiersoorten waarbij dit is onderzocht is de volgorde van de dichtheidsafhankelijke respons op een verminderd voedselaanbod 1) een verlate puberteit, 2) een geringere worpgrootte en 3) in volgorde sterfte onder juvenielen (biggen), subadulten (overlopers) en adulte dieren (keilers, zeugen). De resultante is een aanpassing van populatieomvang en –structuur (geslacht en leeftijd) aan de heersende omstandigheden. Dit verschijnsel zal zich waarschijnlijk ook buiten het onderzoekgebied voordoen, maar minder snel worden waargenomen omdat het vroegtijdig realiseren van het afschot juist is gericht op het voorkomen van de situatie waarin dieren vermageren en verhongeren.

Schaal

Met betrekking tot een experiment met terughoudende beheer op populatieniveau op de Veluwe is het relevant om zich te realiseren dat:

- het natuurlijk voedsel voor het wilde zwijn onvoorspelbaar en niet overal op hetzelfde moment aanwezig is (mast, kadavers, breedbladig gras, wortelstokken adelaarsvaren);
- wilde zwijnen wegtrekken van voedselarme naar voedselrijke gebieden;
- idem van gebieden met een hoge dichtheid naar gebieden met een lage dichtheid;
- het meestal gaat om individuen en kleine groepjes; massamigraties zijn uitzonderlijk (Briedermann, 1990; Truve, 2004);
- migraties worden tegengewerkt door de (voedsel)territorialiteit van de dieren.

Om deze en andere redenen dient het onderzoekgebied een voldoende groot en qua bodem- en bossamenstelling een voldoende representatief deel van de Veluwe te zijn. Niet extreem wat betreft voedselaanbod, aanbod water of dekking en rust. Het belangrijkste verschil met de omgeving zit hem dan in het gegeven dat in het proefgebied minder of geen afschot wordt verricht. Eerder een reden om het onderzoekgebied op te zoeken dan om het te verlaten. Omdat in de omgeving van de proef de aantallen door afschot op een bepaald niveau worden gehouden, liggen massaverplaatsingen naar het proefgebied niet voor de hand. Onbekend is bij welk dichtheidsniveau in het onderzoekgebied terugkoppelingsmechanismen hun werk gaan doen. Dit vormt juist onderdeel van het begeleidend onderzoek. Het is echter aannemelijk dat aanvankelijk, als gevolg van het achterwege blijven van afschot, de dichtheid aan wilde zwijnen in het onderzoekgebied oploopt. In dat geval zal het voorkeursvoedsel eerder zijn uitgeput en kan de neiging om te emigreren groter zijn dan de neiging om te blijven. Factoren die emigraties tegenwerken zijn de aanwezigheid van (voedselterritoriale) dieren, het opraken van het voorkeursvoedsel en het verstrend effect van het populatiebeheer (afschot) buiten het proefgebied.

Op voorhand is hiermee de noodzaak van een raster om het experiment met terughoudend beheer ecologisch lastig aantoonbaar. Dit kan als een positieve

bijkomstigheid worden gezien gelet op de kosten en het ontsnipperingsbeleid. Aan uitvoering van het experiment met terughoudend beheer binnen een raster kleeft het bezwaar dat het proces van emi- en immigratie onmogelijk wordt gemaakt, terwijl dit wel een rol speelt bij de populatiedynamiek.

Tabel 11. Homeranges (ha) en bekende migratieafstanden (km) van mannelijke wilde zwijnen in gebieden van hoge (+) en lage (-) kwaliteit (voedselaanbod)

	homerange+ (ha)	bron	homerange - (ha)	bron	Migratie (km)	bron
wild zwijn	100	2	15 000	3	300	1

1. Dietrich, 1984; 2. de Haas, 1995; 3. Janeau & Spitz, 1984

De oppervlakte van de home range van een individueel wild zwijn kan erg wisselen (Tabel 11). Wat dit betekent voor de vereiste oppervlakte leefgebied voor een populatie die wordt bestudeerd onder zeer terughoudend beheer is niet duidelijk. De eerder genoemde onderzochte populatie van Hoog Soeren had een leefgebied van ca. 1200 ha en was levensvatbaar bij een procentueel gering jaarlijks afschot.

Overlevingskansen van een populatie nemen toe naarmate de oppervlakte en diversiteit van het leefgebied en daarmee de populatieomvang toenemen. Kleine populaties zijn gevoelig voor toevalsprocessen (demografisch, omgevings en genetisch) en kunnen om die reden uitsterven. De oppervlakte van een leefgebied moet voldoende groot zijn om het volledige scala aan ecologische processen dat nodig is voor het duurzaam voortbestaan van een populatie, te bevatten (zie ook boven bij Ad 1 voor representativiteit van het onderzoekgebied). Het wetenschappelijk bewijs voor deze gewenste grootschaligheid is de laatste decennia sterk toegenomen (Groot Bruinderink et al., 2003). Grote natuurgebieden bevatten veelal uiteenlopende habitattypen, verkleinen de risico's die samenhangen met negatieve randeffecten en bieden ruimte aan grote populaties met een samenhangend gering uitsterfrisico. Ook bieden ze meer garanties in geval van rampen als brand, overstroming, ziekten en plagen. Grote herbivoren, en daar kunnen we in dit geval het wilde zwijn aan toevoegen, staan bloot aan seizoenseffecten op het aanbod aan voedsel, dekking (rust) en water, samen wel de kwaliteit van hun habitat genoemd. Die kwaliteit bepaalt in belangrijke mate hun individuele conditie en de omvang van hun homerange (Tabel 10). Om al deze redenen kunnen slechts grootschalige natuurterreinen tegemoet komen aan de habitateisen van dit soort grote zoogdieren.

Hierboven werd uiteengezet dat de effecten van wilde zwijnen op hun omgeving niet overal en altijd zijn aan te tonen. Dit heeft te maken met het variabele gedrag van de zwijnen, maar ook met de variatie in de opbouw van humuslaag en bodems. Binnen een leefgebied kunnen die effecten daarom zeer divers uitpakken. Om die reden wordt aanbevolen om het experiment met terughoudend beheer op populatieniveau uit te voeren in een gebied waarin uiteenlopende bodem en opstandstypen ruim voorhanden (zie opnieuw boven bij Ad 1 voor representativiteit van het onderzoekgebied). Dit vereist op de Veluwe al gauw een gebied met een minimale oppervlakte van enkele duizenden ha. De aspecten landbouwschade en verkeersveiligheid spelen vooral op de Noord Veluwe. De overige belangen sturen de gebiedskeuze in mindere mate. Het ligt daarom voor de hand om de proef met

terughoudend beheer op populatieniveau te situeren op de Zuid Veluwe. Het is verstandig om voor de duur van het experiment minimaal uit te gaan van enkele generaties wilde zwijnen waarmee ook een diversiteit aan mastaanbod lijkt gegarandeerd. Dit betekent een looptijd van tenminste 10 jaar.

Criteria

Geleidelijkheid

Indien een experiment met terughoudend beheer op populatieniveau zou worden opgestart, is het verstandig om rekening te houden met wat hierboven is uiteengezet onder de kopjes wenselijkheid en haalbaarheid. Van belang is dat stappen in die richting worden gezet via de weg der geleidelijkheid. Geleidelijke aanpassingen in het populatiebeheer, ondersteund door ecologisch onderzoek, kunnen duidelijk maken of en in welke vorm een situatie met terughoudend beheer te realiseren is. Geleidelijkheid maakt het ook mogelijk om op tijd te corrigeren bij ongewenste ontwikkelingen. Een vorm van lerend beheren pur sang.

Overlast

Indien het experiment met terughoudend beheer wordt uitgevoerd in een gebied zonder buitenraster, dienen criteria te worden opgesteld voor overlast bij naburige beheerders/eigenaren met drempelwaarden waarbij sprake zal zijn van aanpassen van het experiment.



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl