

Literatuuronderzoek anticonceptie

T.A.E. Stout^{1,2}

J.A.P. Heesterbeek²

F.L.B. Meijboom³

S.S. Arndt³

A. Gröne⁴

A.A. Freriks⁵

A.M. Mouissie⁶

Affiliaties:

Universiteit Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde, Departementen:

Gezondheidszorg Paard¹

Gezondheidszorg Landbouwhuisdieren²

Dier in Wetenschap en Maatschappij³

Pathobiologie⁴

Element Advocaten⁵

Sweco Nederland B.V. ⁶

Samenvatting

In dit literatuuronderzoek is gestreefd de bestaande kennis over technieken voor anticonceptie bij vrijlopende dieren te inventariseren. Het doel hiervan was de geschiktheid (waaronder effectiviteit, praktische uitvoerbaarheid, effecten op gezondheid en gedrag, kosten, ethische en juridische overwegingen en gevolgen voor het ecosysteem) van beproefde anticonceptiva te beoordelen als potentiële aanvullende maatregel voor het beheer van de populaties grote grazers (edelherten, konikpaarden en heckrunderen) in de Oostvaardersplassen (OVP). Dit geeft invulling aan het voorstel van de Commissie van Geel ('Advies Beheer Oostvaardersplassen') om nader onderzoek te verrichten naar de geschiktheid van anticonceptie na de zogenaamde 'reset' van de populaties. Deze reset heeft plaatsgevonden in 2018-19 en hield in het terugbrengen van het aantal grote grazers tot 1100 dieren, door middel van het afschot van edelherten en het vangen en verplaatsen van konikpaarden. In de toekomst moet een pakket aan aanvullende populatiebeheermaatregelen ontwikkeld worden om het aantal grote grazers onder de 1500 dieren te behouden. Dit beheer heeft als doel schade aan, of veranderingen in, het ecosysteem te beperken (ingegeven door het feit dat de OVP vooral een vogelreservaat is met bijbehorende Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen), maar ook om te voorkomen dat er in de toekomst aanzienlijke aantallen grote grazers zouden sterven als gevolg van voedselgebrek.

Anticonceptie wordt al 30 jaar gebruikt om populaties wilde, of verwilderde, paarden en hertensoorten te beheren. In de loop der jaren is ook een consensus gevormd over de eigenschappen van een ideaal anticonceptief voor vrijlopende dieren; belangrijke aspecten hierbij zijn veiligheid voor zowel de behandelde dieren als de andere dieren in de kudde en andere soorten in het ecosysteem. Bij voorkeur moet het anticonceptief zeer effectief aanslaan na een enkele behandeling, van afstand toegediend kunnen worden, reversibel zijn maar wel een lange werkzaamheid hebben (minstens één jaar). Tot op heden lijkt immuun-anticonceptie (d.w.z. een vaccin dat onvruchtbaarheid veroorzaakt) het dichtste bij het doel te komen (Tabellen 1 a-c geven een overzicht van beschikbare anticonceptiva en in hoever ze voldoen aan de gewenste eigenschappen). Er zijn vaccins tegen zogeheten GnRH en ZP-eiwitten gemaakt en getest op vrijlopende vrouwelijke paarden en (Amerikaanse) edelherten. Afhankelijk van de samenstelling zijn er vaccin varianten die na een enkele behandeling de vruchtbaarheid 3-4 jaar enigszins onderdrukken (35% reductie in geboortes). Als de vaccinatie herhaald wordt is de effectiviteit veel hoger (bijna 100%). Er zijn ook vaccin samenstellingen waarbij een tweede behandeling noodzakelijk is maar waar van een hoge effectiviteit (>90%) al binnen een jaar bereikt kan worden; alhoewel de werkingsduur van deze vaccins in eerste instantie een jaar is, kunnen na meerdere toedieningen (>3) de anticonceptieve effecten langer aanhouden. Alle vaccins kunnen of met de hand geïnjecteerd worden of op afstand (10-50 m) door middel van een pijl. Ze veroorzaken regelmatig een zwelling op de injectie plek die af en toe in een abces verder ontwikkelt. Echter, deze spuitplekken lijken de dieren nauwelijks of niet te hinderen. De kosten van de vaccins zelf zijn relatief laag; de belangrijkste kostenpost van het toedienen is arbeid. Echter, de exacte kosten van de gemoeide arbeid zijn gerelateerd aan de manier van toedienen en, vooral, hoe dit gerealiseerd kan zijn in de specifieke omstandigheden. Voor de dieren in de Oostvaardersplassen is dit is niet op basis van bestaande literatuur te voorspellen gezien er geen literatuur is over gebruik van anticonceptie in een vergelijkbaar gebied.

Een ander type anticonceptief dat goed aanslaat bij hertensoorten en runderen (maar niet paarden) zijn de zogeheten GnRH agonisten. In de vorm van langwerkende preparaten kunnen ze de cyclus van

vrouwelijke dieren voor een periode van ongeveer 200 dagen stilleggen; ze zouden dus jaarlijks toegediend moeten worden, bij voorkeur met de hand. In de literatuur is ook het gebruik van chirurgisch sterilisatie (ovariectomie bij de merrie; castratie of vasectomie bij de hengst) beschreven als onderdeel van het beheer van een verwilderde paardenpopulatie. Duidelijke nadelen van chirurgisch sterilisatie zijn de inbreuk op de integriteit van de dieren, de risico's van de operatie, de onomkeerbaarheid van de ingreep en het impact op de genenpool. Anderzijds zijn het wel eenmalige procedures en zou wellicht met minder behandelingen/behandelde dieren de populatie gestabiliseerd kunnen worden.

Het uitvoeren van anticonceptie door middel van de beschreven technieken, inclusief het darten of het vangen er met de hand injecteren van dieren, lijkt geen inbreuk te doen op de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen. Het aantal dieren dat behandeld moet worden kan geschat worden met hulp van wiskundige modellen op basis van kennis over reproductie en overleving van populaties soortgelijke dieren in vergelijkbare omstandigheden. Een eerste analyse laat zien dat tussen de 40 en 75% van de geslachtsrijp vrouwelijke dieren onvruchtbaar gemaakt moet worden om populatiegroei te voorkomen. Wel is het duidelijk dat de effecten, uitkomsten en gevolgen van anticonceptie nauwkeurig gemonitord moeten worden om zeker te weten dat er geen ongewenste en onverwachte effecten optreden en om het beleid (b.v. percentage behandelde dieren) tijdig aan te kunnen passen. Er is ook enige onduidelijkheid over de effecten van anticonceptie op sociaal gedrag en structuur op de lange termijn, alhoewel effecten op reproductief interacties en de duur van het voortplantingsseizoen lijken in de praktijk mee te vallen. Het is ook duidelijk dat de populatieopbouw zal veranderen als gevolg van anticonceptie (b.v. de gemiddelde leeftijd zal stijgen). Echter, de behandelde vrouwelijke dieren zullen in betere lichaamsconditie verkeren omdat ze gevrijwaard worden van de energiebehoeftes van de dracht en het zogen van een veulen/kalf; omdat dit gepaard gaat met een kleiner aantal dieren zal het risico op sterfte door voedselgebrek aanzienlijk afnemen. Gezien het feit dat geen van de anticonceptieve middelen in Nederland geregistreerd is voor het beoogde doel en de beoogde diersoorten, moet wel gekeken worden welke middelen of via de diergeneesmiddel 'cascade' (verantwoordelijkheid van de behandelende dierenarts; middelen beschikbaar via de cascade (b.v. Improvac of Suprelorin) kan meteen in gebruik genomen worden) of via een bijzondere vergunning (een proces van meerdere jaren) of als dierproef (afhankelijk van goed gekeurde aanvraag; proces van 6-12 maanden) ingezet mogen worden. Verder moet er discussie plaatsvinden hoe het behandelen van de verschillende soorten het beste aangepakt kan worden in de specifieke omstandigheden van de Oostvaardersplassen.

Tabel 1a: Overzicht van de geschiktheid van gangbare technieken voor anticonceptie bij vrijlopende paarden.

	Effectief (op populatiegroei)	Praktisch uitvoerbaar	Effect op gezondheid	Effect op gedrag	Juridisch	Kosten
Chirurgisch sterilisatie a. Mannelijk b. Vrouwelijk	a. 100% (gering) b. 100% (ja)	Ja (vangen & verdoven)	Korte termijn risico op ernstige complicaties (<2% van de behandelde dieren)	Op de lange termijn – sociaal onrust (merries wisselen van harem)	Zie beneden	Relatief hoog: wel eenmalig
GnRH agonist	Nee	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
GnRH vaccin a. One shot b. Kort werkend	a. 35% (ja) b. 90% (ja)	Hand injectie of dart. a. elke 4 jaar b. jaarlijks Hand injectie krijgt de voorkeur.	Spuitplek. Lange termijn – toename lichaamsconditie / levensverwachting	Op de lange termijn – sociaal onrust (merries wisselen van harem)	a. Niet geregistreerd in EU b. Off label - Improvac via Cascade	Improvac – 500 dosis voor €750 Arbeid – veel hoger.
ZP vaccin a. One shot b. Kort werkend	a. 35% (ja) b. 90% (ja)	Hand injectie of dart. a. elke 4 jaar b. jaarlijks Hand injectie krijgt de voorkeur.	Spuitplek. Lange termijn – toename lichaamsconditie / levensverwachting	Herhaalde oestrus / verlengde dek seizoen. Op de lange termijn – sociaal onrust (merries wisselen van harem)	Niet geregistreerd in EU (PZP). reZP als dierproef?	reZP – €30 per dosis Arbeid – veel hoger.

Ethiek: Bij definitie wordt bij alle behandelde dieren de mogelijkheid om zich voort te planten ontnomen onafhankelijk van de gebruikte techniek. Echter, bij operatief sterilisatie is de inbreuk groter omdat een onderdeel van het dier wordt verwijderd waardoor de effecten ook onomkeerbaar worden.

Juridisch: Bij alle behandelingen geldt dat ze uitsluitend ingezet mogen worden om 'onaanvaardbare leiden te voorkomen'.

Effect op ecosysteem: Is vooral gerelateerd aan de uiteindelijke populatiegrootte – en minder afhankelijk aan de middel of toedieningstechniek gebruikt.

Tabel 1b: Overzicht van de geschiktheid van gangbare technieken voor anticonceptie bij vrijlopende runderen.

	Effectief (remt populatiegroei)	Praktisch uitvoerbaar	Effect op gezondheid	Effect op gedrag	Juridisch	Kosten
Chirurgisch sterilisatie a. Mannelijk b. Vrouwelijk	a. 100% (nee) b. 100% (ja)	Ja (vangen & verdoven)	Korte termijn risico op ernstige complicaties (<2% van de behandelde dieren)	Stieren worden rustiger. Koeien – effecten niet beschreven.	Zie beneden	Relatief hoog: wel eenmalig
GnRH agonist	Niet bekend – waarschijnlijk >90% (ja)	Moeilijk – moet bij de niet drachtige koe (dus met jonge kalf). Vangen & verdoven.	Niet bekend	Niet beschreven.	Off label. Suprelorin via de cascade	Suprelorin - €100 per implantaat Arbeid – veel hoger
GnRH vaccin a. Lang werkend 'one shot' b. Kort werkend	a. 35% (ja) b. 90% (ja)	Hand injectie of dart. a. elke 4 jaar b. jaarlijks Hand injectie krijgt de voorkeur	Sputplek. Lange termijn – niet beschreven.	Niet beschreven.	a) Niet geregistreerd in EU b) Off label: Improvac via Cascade	Improvac – 500 dosis voor €750 Arbeid – veel hoger.
ZP vaccin a. Lang werkend 'one shot' b. Kort werkend	35% (ja) 90% (ja)	Hand injectie of dart. a) elke 4 jaar b) jaarlijks Hand injectie krijgt de voorkeur	Sputplek. Lange termijn – niet beschreven.	Niet beschreven.	Niet geregistreerd in EU (PZP). reZP als dierproef?	reZP – €30 per dosis. Arbeid – veel hoger.

Ethiek: Bij definitie wordt bij alle behandelde dieren de mogelijkheid om zich voort te planten ontnomen onafhankelijk van de gebruikte techniek. Echter, bij operatief sterilisatie is de inbreuk groter omdat een onderdeel van het dier wordt verwijderd waardoor de effecten ook onomkeerbaar worden.

Juridisch: Bij alle behandelingen geldt dat ze uitsluitend ingezet mogen worden om 'onaanvaardbare leiden te voorkomen'.

Effect op ecosysteem: Is vooral gerelateerd aan de uiteindelijke populatiegrootte – en minder afhankelijk aan de middel of toedieningstechniek gebruikt.

Tabel 1c: Overzicht van de geschiktheid van gangbare technieken voor anticonceptie bij vrijlopende herten.

	Effectief (op populatiegroei)	Praktisch uitvoerbaar	Effect op gezondheid	Effect op gedrag	Juridisch	Kosten
Chirurgisch sterilisatie a. Mannelijk b. Vrouwelijk	a. 100% (nee) b. 100% (ja)	Ja (vangen & verdoven)	Korte termijn risico op ernstige complicaties (<5%)	Niet beschreven	Zie beneden	Relatief hoog: wel eenmalig
GnRH agonist	Niet bekend - waarschijnlijk > 90% (Ja)	Darten & verdoven. 1-2 maanden voorafgaande aan de bronst. Haalbaarheid in OVP – niet bekend	Niet bekend	Niet beschreven	Off label. Suprelorin via cascade?	Suprelorin - €100 per implantaat Arbeid – veel hoger
GnRH vaccin a. One shot b. Kort werkend	a. 35% (ja) b. 90% (ja)	Dart: vaccin of verdoving a. elke 4 jaar b. jaarlijks Darten wordt bij herhaling moeilijker. Haalbaarheid in OVP – onbekend	Spuitplek. Lange termijn – niet bekend	Bronst gedrag wordt alsnog vertoond. Niet bekend of behandelde hinden een dekking toelaten.	a) Niet geregistreerd in EU b) Off label: Improvac via Cascade	Improvac – 500 dosis voor €750 Arbeid – veel hoger.
ZP vaccin a. One shot b. Kort werkend	a. 35% (ja) b. 90% (ja)	Dart – vaccin of verdovingsmiddel a. elke 4 jaar b. jaarlijks Darten wordt bij herhaling moeilijker. Haalbaarheid in OVP – onbekend	Spuitplek. Lange termijn – niet bekend	Aanvankelijk – herhaalde oestrus. Verlengde bronstperiode.	Niet geregistreerd in EU (PZP). reZP als dierproef?	reZP – €30 per dosis Arbeid – veel hoger.

Ethiek: Bij definitie wordt bij alle behandelde dieren de mogelijkheid om zich voort te planten ontnomen onafhankelijk van de gebruikte techniek. Echter, bij operatief sterilisatie is de inbreuk groter omdat een onderdeel van het dier wordt verwijderd waardoor de effecten ook onomkeerbaar worden.

Juridisch: Bij alle behandelingen geldt dat ze uitsluitend ingezet mogen worden om 'onaanvaardbare leiden te voorkomen'.

Effect op ecosysteem: Is vooral gerelateerd aan de uiteindelijke populatiegrootte – en minder afhankelijk aan de middel of toedieningstechniek gebruikt.

Inhoudsopgave	
Leeswijzer	9
Inleiding	10
<i>Opdracht</i>	
<i>Aanleiding & achtergrond – OVP</i>	
<i>Gebruik van anticonceptie in het beheer van vrijlopende dieren in andere landen</i>	
1. Kaders & uitgangspunten	12
2. Ethiek	12
<i>a. Het dier als onderdeel van een populatie en als onderdeel van de natuur</i>	
<i>b. Welzijn als waarde</i>	
<i>c. Over de grenzen van dierenwelzijn</i>	
3. Afwegingskader; algemene richtlijnen voor technieken/middelen voor anticonceptie	16
<i>a. Veiligheid</i>	
<i>b. Effecten op gezondheid, gedrag en welzijn</i>	
<i>c. Permanente t.o.v. reversibele onvruchtbaarheid</i>	
<i>d. Anticonceptie bij mannelijke of vrouwelijke dieren</i>	
<i>e. Praktische haalbaarheid</i>	
<i>f. Traceren van behandelde dieren</i>	
4. Technieken voor anticonceptie	24
<i>a. Chirurgisch</i>	
<i>b. Intra-uteriene device</i>	
<i>c. Hormonen</i>	
<i>d. Vaccins (immuun anticonceptie)</i>	
5. Gebruik van anticonceptie bij vrijlopende dieren	28
<i>a. Paarden</i>	
<i>i. Chirurgische castratie / vasectomie / ovariectomie</i>	
<i>ii. GnRH-vaccin</i>	
<i>iii. PZP-vaccin</i>	
<i>b. Edelherten</i>	
<i>i. GnRH-vaccin</i>	
<i>ii. PZP-vaccin</i>	
<i>c. Runderen</i>	
<i>i. GnRH vaccin</i>	
6. Populatieanalyse grote grazers OVP; ontwikkelen van voorspellende modellen	36
<i>a. Een eerste eenvoudige scenario-analyse edelherten en Konikpaarden OVP</i>	
<i>b. Edelherten</i>	
<i>c. Konikpaarden</i>	
7. Juridische kaders	42
<i>a. Inleiding</i>	
<i>b. Uitgangspunten toepasselijke wetgeving</i>	
<i>c. Soortenbescherming</i>	
<i>i. Beschermingsregime edelherten</i>	
<i>ii. Zorgplicht Wet natuurbescherming</i>	
<i>iii. Zorgplicht Wet dieren</i>	

d. Diergeneesmiddelenwetgeving	
i. Uitgangspunt: gebruik diergeneesmiddel overeenkomstig een vergunning	
ii. Uitzonderingen	
8. Ecologische beoordeling Natura 2000	47
a. Inleiding en plangebied	
b. Uitgangspunten	
c. Toetsingskader	
d. Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebied OVP	
e. Beschrijving effecten	
i. Handhaving 1500 grazers (lange termijn)	
ii. Doorgift via voedselketen	
iii. Optische verstoring en geluidsverstoring (schieten)	
iv. Vangen van paarden	
v. Indirecte verstoring van vogels vanwege de reactie van grote grazers	
vi. Broedvogels	
vii. Slaapplaatsen	
viii. Ruiende vogels	
ix. Foeragerende vogels	
f. Toetsing aan de instandhoudingsdoelen	
i. Ganzen, zwanen en smient	
ii. Eenden	
iii. Steltlopers, reigers en lepelaars	
iv. Zearend	
g. Conclusie effecten toedienen anticonceptie door schieten – met pijltje op afstand	
h. Conclusie effecten toedienen anticonceptie met vangen (vangkraal) – handmatig injecteren of chirurgische ingreep	
9. Inschatting kosten populatie beheer d.m.v. anticonceptie	59
a. Kosten uitvoering van anticonceptie	
b. Monitoring de effecten van anticonceptie: financiële implicaties	
10. Conclusies	62
11. Literatuur	64
Appendix	69

Leeswijzer

Dit literatuuronderzoek begint met een korte beschrijving van de achtergrond en de aanleiding tot het onderzoek, inclusief de huidige situatie in de Oostvaardersplassen (OVP) en een kort overzicht van het gebruik van anticonceptiva bij wild of vrijlopende dieren in andere landen. Vervolgens worden de belangrijkste kaders betreffend het gebruik van anticonceptie bij vrijlopende dieren benoemd, omdat ze noodzakelijk zijn voor het toetsen van de geschiktheid van een anticonceptief behandeling voor de doel populaties. Omdat veel ethische vragen over de status (wild of gehouden) en het mogelijke gebruik van populatiebeheertechnieken bij de grote grazers in de OVP bestaan, wordt in hoofdstuk 2 aandacht besteed aan de globale vragen over de wenselijkheid van anticonceptie vanuit een ethisch standpunt. In hoofdstuk 3 wordt gekeken naar enkele uitgangspunten met betrekking tot het inzet van anticonceptiva waaronder veiligheid en mogelijke (ongewenste) effecten op gezondheid en gedrag. Ook wordt uitgelegd op welke basis beslissingen genomen kunnen worden over de gewenste duur van de anticonceptief effect (bijvoorbeeld permanent of kort durend), welke dieren behandeld moeten worden (mannelijk versus vrouwelijk) en in hoever anticonceptie praktisch uitvoerbaar is. Hoofdstuk 4 geeft een algemeen beschrijving van de bestaande technieken voor anticonceptie en hoofdstuk 5 geeft meer gedetailleerde informatie uit de literatuur over het gebruik van anticonceptie bij de drie doel diersoorten (paarden, runderen en edelherten), hoe succesvol de behandeling is en welke nevenwerkzaamheden of ongewenste effecten beschreven zijn. Omdat het aantal dieren dat behandeld moet worden afhankelijk is van de populatie dynamiek (geboorte- en sterftepercentages) wordt in hoofdstuk 6 globaal beschreven hoe wiskundige modellen ontwikkeld kunnen worden om populatiegroei te voorspellen en/of een schatting te maken van het percentage dieren dat (succesvol) behandeld moet worden om de populatiegroei tot stilstand te brengen. Hoofdstuk 7 beschrijft de wettelijk en juridische kaders over het toepassen van anticonceptie bij de verschillende soorten grote grazers in de OVP en geeft een korte toelichting van de belangrijkste aandachtspunten betrokken bij het kiezen en uitvoeren van een behandeling. De mogelijke effecten van het toepassen van anticonceptie in de OVP op de Natura 2000 instandhoudingsdoelen worden getoetst in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 9 wordt globaal gekeken naar de kosten van het uitvoeren van populatiebeheer middels anticonceptie inclusief het monitoren van de effecten van de behandelingen op de populatie en het ecosysteem. Het literatuuronderzoek wordt afgesloten met een hoofdstuk waarin de belangrijkste conclusies op een rij gezet worden.

Inleiding

Opdracht

Het doel van dit literatuuronderzoek is om recent opgedane kennis en inzichten in het gebruik van anticonceptie bij vrijlopende dieren (konikpaarden, edelherten en heckrunderen) in kaart te brengen ten behoeve van de mogelijke toepassing ervan bij de grote grazers in de Oostvaardersplassen. Dit onderzoek zal onder andere de consequenties van de verschillende vormen van anticonceptie in beeld moeten brengen. Er zou ook een inschatting gemaakt moeten worden van de aantallen dieren per diersoort die behandeld moeten worden, en de kosten die per diersoort en per techniek gemoeid zouden zijn bij de uitvoering. Andere zaken die aan de orde komen zijn: de praktische uitvoerbaarheid, de effecten van het toepassen van de technieken op de gezondheid, het gedrag en het welzijn van de grote grazers, en effecten op de flora en overige fauna in de Oostvaardersplassen met specifieke aandacht voor de Natura 2000-doelen. Het onderzoek moet ook inzicht geven in het bijbehorende tijdsplan (juridisch voor gebruik middelen, trial, uitvoering).

Aanleiding & achtergrond – OVP

In April 2018 is het rapport 'Advies Beheer Oostvaarderplassen' verschenen (van Geel et al, 2018). In opdracht van het college van Gedeputeerde Staten van de Provincie Flevoland, heeft de Externe Begeleidingscommissie beheer Oostvaardersplassen (voorzeten door drs. P. van Geel) zich gebogen over de toekomstige beleid voor het beheer van het Oostvaardersplassengebied (OVP). Eén belangrijk onderdeel hiervan was het beheer en welzijn van de grote grazers (edelherten, konikpaarden en heckrunderen) die in het gebied vrij rondlopen. Zoals het rapport onderstreept, zijn de instandhoudingsdoelstellingen die voor de OVP vanuit Natura 2000 zijn geformuleerd, leidend. De grote grazers zijn in de periode 1983-1992 geïntroduceerd om een rol te spelen in het beheer van het ecosysteem. De paarden, runderen en edelherten zouden ervoor moeten zorgen dat grasvlaktes waar ganzen kunnen foerageren, gecreëerd en onderhouden werden. De introductie werd verder beschouwd als een goed voorbeeld van doelgerichte 'rewilding'. Vanuit het oogpunt van rewilding is er vanaf de introductie van de grote grazers voor 'natuurlijk populatiebeheer' gekozen, uitgangspunt was derhalve dat de populaties zichzelf zouden reguleren. De verwachting was dat het aantal dieren zou toenemen om uiteindelijk te gaan schommelen rond een natuurlijk evenwicht tussen geboorte- en sterfteaantallen als gevolg van, onder andere, populatiedichtheid en beschikbaarheid van voedsel. Inderdaad zijn de aantallen grote grazers, met name de edelherten en konikpaarden, fors toegenomen in de eerste jaren van de 21^e eeuw. Daarna hebben de aantallen dieren grote schommelingen laten zien. Dit komt overeen met wat men ziet bij soortgelijke populaties in de natuur en kan verklaard worden door de interactie tussen voedselaanbod en -behoefte (de Roos et al, 2009). De forse dalingen in het aantal dieren in sommige jaren riep veel vragen op in de maatschappij over hoe er met de grote grazers in de OVP moest worden omgegaan. Een essentieel onderdeel van deze discussie was de vraag of de grote grazers als wilde dieren beschouwd moesten worden of juist als gehouden dieren, en welke maatregelen al dan niet getroffen moeten worden om het welzijn van de dieren te waarborgen.

Om een gefundeerd oordeel te vormen over het beheer van de grote grazers in de OVP zijn twee internationale comités (International Committees on the Management of large herbivores in the Oostvaardersplassen: ICMO) bijeengeroepen. Beide ICMO's hebben aanbevelingen gedaan voor het beheer en de monitoring van de grote grazers. ICMO 1 (2006) heeft gepleit voor 'late reactive culling' als maatregel om dierenleed te voorkomen (het afschieten van dieren die in dusdanig slechte conditie

verkeren dat herstel als onmogelijk beschouwd wordt). ICMO 2 (2010) heeft het afschotbeleid aangevuld met 'early reactive culling' dat wil zeggen dat dieren worden gedood via afschot voordat er sprake is van onaanvaardbaar lijden, op basis bijvoorbeeld van matige lichaamsconditie en ongunstige omstandigheden vanwege beperkte beschikbaarheid van voedsel, het totale aantal dieren en de weervoorspellingen. Hoewel het reactief afschotbeleid bijgedragen heeft aan het verminderen van dierenleed, hebben beide maatregelen, zoals verwacht, weinig tot geen effect op de dynamica van de populatie als geheel.

Als onderdeel van een veel omvangrijker advies over de toekomst en het beheer van de OVP, heeft de Commissie Van Geel daarom een zogenaamde 'reset' van de grote grazers voorgesteld; de kern hiervan is om allereerst het totale aantal grote grazers tot ongeveer 1100 te reduceren en vervolgens aanvullende beheersmaatregelen te introduceren zodat het totale aantal dieren niet boven de 1500 zal stijgen. Op basis van aanvullende advies van onder andere de Raad voor Dierenaangelegenheden (RDA 2018) is ervoor gekozen om de reset te realiseren door middel van afschot van edelherten en het vangen en verplaatsen van konikpaarden. Eén van de aanbevelingen van de Commissie Van Geel was om nader te onderzoeken of de hedendaagse technieken van anticonceptie bij vrijlopende dieren voldoende ontwikkeld zijn om ze als een realistisch en toekomstbestendig alternatief voor het beheer van de populaties grote grazers na de reset te kunnen aanmerken.

Gebruik van anticonceptie in het beheer van vrijlopende dieren in andere landen

Anticonceptie wordt in andere landen al langer gebruikt om populaties vrijlopende grote zoogdieren te beheren. In verband daarmee hebben verscheidene onderzoekers, overheids- en beleidsorganen en uitvoerende partijen zich gebogen over de ethische, therapeutische en praktische uitdagingen inherent aan de inzet van anticonceptie bij wilde of 'rewilded' dieren. In de afgelopen 30 jaar zijn verschillende middelen en technieken getest op gedomesticeerde, gehouden, vrijlopende en wilde dieren in verschillende situaties. Als gevolg daarvan is er inmiddels al redelijk wat kennis en ervaring opgedaan over de voor- en nadelen van verschillende anticonceptieve technieken en de geschiktheid voor bepaalde specifieke omstandigheden of leefgebieden. Als het gaat om anticonceptie bij vrijlopende grote grazers, is er tientallen jaren ervaring met verschillende technieken/middelen bij paarden en witstaartherten (white tailed deer) en in mindere mate bij Amerikaanse edelherten (elk), bizens en olifanten (b.v. Kirkpatrick et al, 2011).

Anticonceptie is voor het eerst overwogen voor het beheer van populaties vrijlopende dieren in de jaren 50 van de vorige eeuw. Een deel van de eerste studies is aanvankelijk als succesvol beschouwd omdat de gebruikte middelen (vooral steroïde hormonen) het gewenste effect hadden op de vruchtbaarheid (verminderd). Echter, de middelen zijn uiteindelijk ongeschikt bevonden omdat ze bij nader onderzoek en/of op langere termijn ongewenste bijwerkingen op de gezondheid of het sociaal gedrag van behandelde dieren bleken te hebben. Andere middelen voldeden niet aan basale veiligheidsprincipes, zoals afwezigheid van een risico voor andere soorten (b.v. als gevolg van doorgift via de voedselketen). Dit resulteerde in het ontwikkelen van veiligheidsvoorwaarden voor anticonceptiva bij vrijlopende dieren en het beoordelen van nieuwe middelen mede op basis van praktische overwegingen zoals toepasbaarheid (b.v. is het gewenste effect haalbaar met een enkele behandeling; kan het middel van afstand toegediend worden), kosten en minimale effecten op gezondheid en/of sociaal gedrag van behandelde dieren, hun soortgenoten en andere soorten die het leefgebied deelen (Kirkpatrick et al, 2009; 2011). Het ontwikkelen van immuno-contraceptie (vaccins

die het voortplantingsproces ontregelen als gevolg van het opwekken van antilichamen tegen eiwitten (essentieel voor vruchtbaarheid) in de tachtiger jaren van de vorige eeuw wordt gezien als een belangrijke doorbraak, vooral omdat onvruchtbaarheid opgewekt kon worden met kleine doseringen van een middel dat van afstand toegediend kon worden (Kirkpatrick et al, 2011). Inmiddels zijn vaccins tegen Gonadotropin releasing hormoon (GnRH; het hormoon dat de rest van het reproductieve endocriene systeem aanstuurt) en zona pellucida (ZP) eiwitten (onderdeel van de eicel omhelling; waar onder andere de fertiliserende spermacel aan moet binden) getest op vele soorten, waaronder gedomesticeerde dieren, wilde soorten in dierentuinen en vrijlopende dieren. In de Verenigde Staten worden zowel ZP en GnRH-vaccins inmiddels beschouwd als gangbare technieken om de populaties verwilderde paarden te reguleren, niet in de laatste plaats omdat het slachten van paarden verboden is in de VS en het Amerikaanse publiek het afschot van paarden niet tolereert. In het begin werd anticonceptie vooral toegepast bij kleine populaties waar individuele dieren herkenbaar waren (b.v. Assateague Island; Turner & Kirkpatrick, 2002; Kirkpatrick et al, 2008) en waar de effecten nauwkeurig gemonitord konden worden. Inmiddels wordt anticonceptie, vaak in combinatie met andere beheermaatregelen, ook gebruikt voor populatiebeheer in reservaten met honderden of duizenden paarden (Collins & Kasbohm, 2017). Immuun-anticonceptie wordt tegenwoordig in Zuid-Afrika ook breed ingezet voor populatiebeheer bij olifanten (b.v. Delsink et al, 2013). In Europa wordt sinds relatief kortgeleden anticonceptie ingezet om het aantal paarden te beheren in natuurresevaten zoals de Danube Delta (rewilded: Rosu, 2019) en Dartmoor (gehouden maar vrijlopend gedurende weideseizoen).

1) Kaders & uitgangspunten

Vanaf het najaar van 2018 tot en met het voorjaar van 2020, wordt de 'reset' van de grote grazers in de OVP uitgevoerd met als doel het aantal konikpaarden (d.m.v. verplaatsen) en edelherten (d.m.v. afschot) te reduceren naar de streefaantallen (respectievelijk, 450 paarden en 490 edelherten). De Commissie Van Geel stelde voor om in combinatie met vroeg reactief beheer aanvullend beheer te ontwikkelen en implementeren, om voorlopig het totale aantal grote grazers onder de 1500 te houden. Een van de uitgangspunten voor dit literatuuronderzoek is dus dat het totale aantal konikpaarden, hekrunderen en edelherten in de komende jaren onder de 1500 moet blijven; kortom, dat er slechts ruimte is voor een geringe toename in populatieomvang. Het beleidskader van de Provincie schrijft voor dat een (gezonde) levensvatbare populatie in stand wordt gehouden voor elk van de drie diersoorten. Dit betekent dat een strategie waarvan er voorspeld kan worden dat de populatie op den duur gaat uitsterven (b.v. permanente sterilisatie van alle vrouwelijke dieren), ongewenst is. Zoals in de onderzoeksvragen aangeduid wordt, wordt er ook vanuit gegaan dat de gekozen behandeling niet tot substantiële veranderingen in sociaal interactie, verbindingen of gedrag mag leiden (bijvoorbeeld versplinteren van haremgroepen bij de paarden, afwezigheid van de bronst bij edelherten). Ook mag de behandeling niet leiden tot bijverschijnselen waarvan voorspeld kan worden dat het welzijn van de behandelde dieren ernstig of langdurig aangetast wordt (b.v. ernstig acuut ziektebeeld als gevolg van een systemische, allergische of ontstekingsreactie; chronisch kreupelheid). Een ander belangrijk uitgangspunt is dat noch de gekozen techniek noch de uitvoering of de resultaten daarvan het realiseren van de Natura 2000 doelen nadelig mogen beïnvloeden.

2) Ethiek

Het toepassen van anticonceptie roept niet alleen vragen op over effectiviteit en haalbaarheid, maar raakt ook maatschappelijke en ethische vraagstukken. Hierbij gaat het om de vraag of en tot in

hoeverre het beperken van de vruchtbaarheid van dieren in (onder andere) de OVP moreel wenselijk is en of een dergelijke ingreep te rechtvaardigen is. Die vragen hebben te maken met hoe we mensen, dieren en natuur waarderen en hoe we tot zorgvuldige afwegingen kunnen komen. Het doel van dit onderdeel van het rapport is niet om deze vragen te beantwoorden, maar om in kaart te brengen welke argumenten en waarden een rol dienen te spelen in de beantwoording. Dit geeft een handreiking om tot een gewogen en transparant oordeel te komen.

Het speelveld van de ethische discussie bestaat uit grofweg drie dimensies:

- a. Het dier als onderdeel van een populatie en de natuur
- b. Het dier en de impact van anticonceptie op dierenwelzijn
- c. Het dier en de gevolgen van anticonceptie voor de integriteit van het dier

De discussie over anticonceptie van dieren in de OVP staat in de context van een groter debat over de waardering van dieren en natuur en de mate waarin mensen mogen ingrijpen in de natuur. Daarover is in Nederland een voortgaande discussie, maar zijn wel duidelijke trends waarneembaar. Bij de grondhoudingen die je als mens kunt hebben ten opzichte van de natuur van despoot tot mysticus (Zweers, 1995) komt er meer aandacht voor visies waarin de mens niet alleen stuurt en beheert, maar ook zich ziet als onderdeel van de natuur als partner of als participant en natuur en cultuurlandschap naast elkaar bestaan (c.f. Drenthen, 2018). Ook in onze waardering van dieren zie je een trend, waarin dieren worden gerespecteerd als wezens die pijn en plezier kunnen ervaren en een eigenwaarde hebben (c.f. RDA, 2012). Hierdoor wordt bijvoorbeeld het welzijn van dieren als belangrijk beschouwd. Dit sluit ook aan bij de erkenning van de intrinsieke waarde van het dier in de Wet dieren (art 1.3). In dit rapport nemen we deze visie ook als uitgangspunt voor het schetsen van de ethische dimensies bij anticonceptie.

a. Het dier als onderdeel van een populatie en als onderdeel van de natuur

Anticonceptie veronderstelt de behandeling van individuele dieren, maar de ethische discussie beperkt zich niet tot het niveau van het individu. Dat heeft alles te maken met de doelstellingen van de OVP. Deze zijn gericht op het realiseren van de Natura 2000-doelen en het verhogen van de biodiversiteit. Hierin zit een potentieel conflict tussen visies vanuit de dierethiek die zich primair bezighoudt met morele vragen met betrekking tot dieren en die van de natuurethiek, waarin onze relatie tot de natuur het vertrekpunt is voor de ethische reflectie. Dit verschil in vertrekpunt en focus heeft invloed op wenselijkheid van de inzet van anticonceptie voor populatiebeheer. Daarnaast speelt in deze beide vormen van toegepaste ethiek vragen over de verhouding tussen de morele positie van het individu en die van een populatie.

De dierethiek richt zich traditioneel op het welzijn of de morele rechten van individuele dieren. In deze theorieën spelen cognitieve capaciteiten zoals *sentience* - het kunnen ervaren van pijn en plezier - een belangrijke rol (cf. Singer, 1979; Regan, 1985; Rowlands, 2002). Vanuit zo'n perspectief kunnen een ecosysteem, natuurlijke processen of een individuele boom waardevol zijn, maar tellen deze niet mee als zelfstandige entiteiten in een ethische afweging aangezien dit geen voelende wezens zijn. Hierdoor is de potentiële schade op het terrein van dierenwelzijn, integriteit of morele rechten van individuele dieren moeilijk te verdedigen met argumenten die verwijzen naar het in stand houden van een ecosysteem of biodiversiteit. In deze benaderingen wordt vaak gebruik gemaakt van indirecte argumenten om biodiversiteit te beschermen: dieren en mensen kunnen last hebben van een verlies van biodiversiteit. Hierbij kan nog wel een kanttekening gemaakt worden. Binnen de dierenrechten benadering is elke inbreuk op basisrechten (bv. leven en vrijheid) met verwijzing naar belangen van

een groep of populatie onacceptabel (Regan, 1985). Dat houdt in praktijk in dat het houden van dieren thuis of in natuurgebieden problematisch is en de inzet van anticonceptie bij dieren onwenselijk is. In een benadering waarin ethiek gericht is op de maximalisatie van nut of geluk (utilisme) is meer ruimte voor een discussie over de inzet van anticonceptie. Dit is dan wel op voorwaarde dat de schade aan een individueel dier noodzakelijk is om het welzijn of voortbestaan van een populatie te garanderen (Singer, 1979). Voor deze laatste benadering is de vraag naar de effectiviteit en de gevolgen daarom essentieel.

Einnen de natuurethiek wordt het belang van cognitieve capaciteiten niet ontkend, maar wordt betoogd dat de morele relevantie van iets of iemand niet (enkel) afhangt van de vraag of er pijn ervaren kan worden of dat er sprake kan zijn van het zelfstandig kunnen handelen. Hierbij wordt verwezen naar capaciteiten zoals het in leven zijn of het tot ontwikkeling kunnen komen als voldoende voorwaarden om moreel mee te tellen. Vanuit dergelijke perspectieven kunnen bomen, planten, maar ook collectieven zoals populaties of ecosystemen moreel meetellen onafhankelijk van de vraag of ze voor mens en dier nuttig zijn (c.f. Taylor, 1986; Callicott, 2013). Voor de inzet van anticonceptie is vanuit deze visies de eerste vraag of en in welke mate het bijdraagt aan de doelen zoals biodiversiteit, de balans in een ecosysteem of de ontwikkeling van alles wat leeft. Dat mag – onder voorwaarden – ten koste gaan van het welzijn of het leven van individuele dieren en kan ook vanuit die natuurdoelen gerechtvaardigd worden.

Ondanks dat deze vormen van toegepaste ethiek elkaar niet noodzakelijkerwijs hoeven te bijten (O’Neil, 2000; Taylor, 1986; Callicott, 2013) en er bij de vraag naar de morele wenselijkheid van de inzet van anticonceptie voor populatiebeheer een overlappende consensus mogelijk is, is het goed om bewust te zijn van beide redeneerlijnen. Het primaat ligt ofwel bij de natuur ofwel bij het individuele dier. Daarmee ligt ook de argumentatie¹ in de afweging tussen populatiebeheer en de potentiële impact op de dieren die onvruchtbaar gemaakt worden anders.

b. Welzijn als waarde

Met de wetenschappelijke onderbouwde claim dat grote grazers voelende wezens zijn, die ervaringen van ongerief kunnen hebben, volgt een morele verplichting om naar het welzijn van deze dieren in de OVP te kijken. Deze verplichting is onafhankelijk van de vraag of we hier te maken hebben met gehouden of wilde dieren (RDA, 2012). De operationalisering van de verplichting is echter wel context afhankelijk. Dat heeft te maken met de combinatie van de mogelijkheden die de mens heeft en de mate van afhankelijkheid van het dier om zijn eigen welzijn te waarborgen. Bij een hond die als gezelschapsdier wordt gehouden, bepalen we als mens vrij direct het welzijn van de hond en hebben we ook concrete mogelijkheden om te interveniëren als het met de hond niet goed gaat (bv. door middel van diergeneeskundige zorg). Bij een vis die in de Stille Oceaan leeft is de invloed van de mens indirecter en zijn de mogelijkheden om te interveniëren beperkter. Daardoor kan de verplichting om het welzijn van deze vis te waarborgen concreet betekenen dat we als mens niet actief handelt, terwijl we bij de hond actief ingrijpen en dagelijks handelen.

¹ Uiteraard kleurt de start in een van (de versies van) beide perspectieven sterk de algemenere vraag naar de wenselijkheid van de aanwezigheid van en de morele positie van de grote grazers. De rest van de analyse start binnen de huidige context waarbinnen deze dieren in de OVP aanwezig zijn en blijven.

De grote grazers hebben op dit spectrum van wilde tot gehouden dieren van begin af aan een bijzondere positie gehad (zie verderop in dit rapport). Die discussie hoeft in het kader van anticonceptie niet opnieuw gevoerd te worden. Wat echter belangrijk is, is dat het onvruchtbaar maken van (een groep) dieren een handeling is die actief ingrijpt op het leven van deze dieren en hun welzijn. Daarom komt deze handeling – onafhankelijk van de toedieningsroute – met een morele verplichting om een zorgvuldige analyse en afweging te maken van de welzijnsimpact. Dit veronderstelt een wetenschappelijke onderbouwing, maar ook aandacht voor de ethische afweging. Hierbij dient ook een transparante wijze de afweging gemaakt te worden tussen de waarde van het doel (populatiebeheer) en de welzijnsaantasting voor de dieren. Hierbij moeten alternatieven (zowel van toediening als andere methoden van populatiebeheer) worden meegenomen, waarbij beperking van het ongerief voor de dieren centraal dient te staan gebaseerd op het schade principe.

c. Over de grenzen van dierenwelzijn

De vraag naar de wenselijkheid van de inzet van anticonceptie kan niet enkel in termen van dierenwelzijn worden beantwoord. Hierbij valt te denken aan vragen op het terrein van de natuurlijkheid van voortplanting, maar ook het veranderen van de leeftijdsopbouw van een populatie van dieren. De morele zorgen die geformuleerd worden in deze situaties zijn niet altijd helder. Een concept dat invulling kan geven aan een deel van deze morele zorgen is de integriteit van het dier. Dit begrip wordt ook in de Wet dieren genoemd (art 1.3). Anders dan dierenwelzijn hoeft dit begrip geen duidelijk natuurwetenschappelijke component te hebben. Het gaat om de bredere zorg dat het dier de fysieke en psychische vermogens heeft om tot zijn recht te kunnen komen (Musschenga, 2009). Het is echter wel mogelijk om de integriteit van het dier verder te concretiseren. In lijn met Rutgers & Heeger (1999) omvat de integriteit van het dier de “soortspecifieke heelheid en compleetheid van een dier en zijn vermogen om zich onafhankelijk te handhaven in een bij de soort passende omgeving”.

Met deze omschrijving als vertrekpunt is duidelijk dat het onvruchtbaar maken van dieren een directe inbreuk is op de integriteit van het dier. Het dier wordt een mogelijkheid ontnomen en het wordt afhankelijk(er) gemaakt van de menselijk handelen. Dit staat als argument los van de vraag of het individuele dier hier ‘last’ van heeft. Voor de integriteitsdiscussie is het belangrijk om helder te krijgen of de ingreep (ook) in het belang van het dier kan zijn. Bijvoorbeeld als de heelheid en compleetheid van een dier geschaad wordt, maar dit zijn vermogen om zich onafhankelijk te handhaven vergroot of het direct bijdraagt aan het welzijn van het dier. Als dat het geval is, hoeft een ingreep niet haaks te staan op het respect voor de intrinsieke waarde van het individuele dier. Hierbij kan gedacht worden aan een pootamputatie als onderdeel van de diergeneeskundige zorg. In zo’n geval wordt de heelheid en gaafheid van het dier aangetast evenals zijn zelfstandigheid, maar gebeurt dit om de kwaliteit van leven van het dier te waarborgen. In zo’n situatie is er geen sprake van een integriteitsaantasting.

Voor de OVP-casus is het vertrekpunt dat anticonceptie altijd gepaard gaat met een aantasting van de integriteit. Daarbij geldt ook dat een eventueel voordeel voor andere dieren of natuur geen voldoende rechtvaardiging kan zijn voor een aantasting van het individuele dier. Dit betekent echter niet dat de beoordeling van anticonceptie op basis van een aantasting van de integriteit direct duidelijk is. Voor de beoordeling van een integriteitsaantasting is het van belang om de methoden met elkaar te vergelijken. Ook al kan iedere vorm van anticonceptie die niet in het belang is van het individuele dier gezien worden als een integriteitsaantasting, is de mate van omkeerbaarheid (bijvoorbeeld door de tijd heen) wel een belangrijk criterium in de beoordeling. De aantasting is weliswaar een binair

criterium, maar in de weging hiervan ten opzichte van andere relevante overwegingen kunnen methode en toediening (invasief of niet) een relevant verschil maken.²

3) Afwegingskader – algemene richtlijnen voor technieken/middelen voor anticonceptie

Er zijn verschillende technieken en middelen beschreven voor het onvruchtbaar maken van wild of vrijlopende dieren. Om te begrijpen waarom in andere programma's voor een bepaalde insteek gekozen is, en om de voor- en nadelen van de verschillende technieken goed te kunnen vergelijken is het van belang om eerst stil te staan bij een aantal basisprincipes en keuzen die gemaakt moeten worden, inclusief de onderbouwing daarvan.

a. Veiligheid

In de OVP zijn de Natura 2000 doelen leidend en moet het inzetten van anticonceptie bij de grote grazers geen inbreuk doen op de beschermde natuurwaarden van het gebied. In de literatuur worden ook veiligheidsvoorwaarden genoemd waaraan een geschikte anticonceptie behandeling zou moeten voldoen (b.v. Kirkpatrick et al, 2011).

1) Het middel (of de effecten ervan) mag niet overgedragen kunnen worden aan andere diersoorten b.v. door het vlees, feces, of urine. Het toedienen van een middel via voedsel of water is om die reden te risicovol voor niet doelwit soorten. Het risico op overdracht van actieve stoffen via de voedselketen of door uitscheiding in de omgeving is ook een reden waarom bijvoorbeeld steroïden hormonen (risico op passage via de voedselketen; biologische activiteit van afbraakproducten in urine of feces) als ongeschikt beschouwd moeten worden (Kirkpatrick & Turner, 1985; Asa & Moresco, 2019).

2) De behandeling moet de gezondheid en/of het langer termijn welzijn van de behandelde dieren niet aantasten (b.v. acute systemische ontstekingsreactie of chronisch kreupelheid). Wel moet er beseft worden dat enige behandeling leidt tot een kortdurende aantasting van de welzijn van het behandelde dier.

3) Het behandelen van drachtige dieren mag niet leiden tot abortus en/of de geboorte van een niet levensvatbare neonat.

4) De behandeling mag niet leiden tot aanzienlijke veranderingen in het sociale gedrag van de behandelde dieren (b.v. uitblijven van de bronst; versplinteren van sociale eenheden).

b. Effecten op gezondheid, gedrag en welzijn

Zoals hierboven is geschetst, kan een anticonceptief behandeling ook ongewenste effecten hebben. De meest voorkomende ongewenste bijwerkingen van anticonceptie vaccins zijn spuitplekken (injectieplek reacties); deze kunnen variëren van klein steriele granulomata (ophoping van immuun cellen omgeven door verbindweefsel; opgewekt door injectie), tot behoorlijke abscessen die in theorie tot algemene ziekte en/of kreupelheid kunnen leiden. Dit kan optreden als de injectienaald of dart contaminatie van de huid/vacht mee naar binnen neemt, of kan een reactie zijn op de werkzame stof (vooral het adjuvans dat hoort bij een vaccin; het adjuvans is een middel dat de immunoreactie bij het behandelde dier versterkt, waardoor het antilichaamspiegel hoger zal zijn en de vaccin effect beter). Bij fertiliteitscontrole kan het welzijn van vrijlopende dieren ook indirect in het gedrag komen (Hampton et al, 2015). Gedrag wordt dan ook vaak gebruikt als één van de belangrijkste indicatoren

² Dit geldt echter niet als men elke ingreep bij dieren en/ of natuur op voorhand afwijst. Voor diegenen die een dergelijk standpunt innemen is echter het concept (dierlijke) integriteit al niet noodzakelijk om hun visie te onderbouwen.

van dierenwelzijn (b.v. Ohl & van der Staay, 2012). Het niet drachtig worden of het niet baren van een nakomeling kan effect hebben op de sociale verbindingen tussen kuddedieren en daardoor leiden tot verstoringen in groepsstabiliteit. Dergelijke afwijkingen zullen naar alle waarschijnlijkheid gekoppeld worden aan verhoogde stressniveaus (b.v. Nuñez, 2018; ICMO 2, 2010), die de capaciteit van dieren om natuurlijk gedrag te vertonen of zich aan de eisen van de leefomgeving aan te passen, significant kunnen beperken (b.v. Ohl & van der Staay, 2012; Bracke & Hopster, 2006). Daarom is het belangrijk om aandacht te besteden aan gedragingen die relevant zijn voor sociale verbinding tussen dieren en groepsstabiliteit, alsmede aan gedrag dat een indicator kan zijn voor een aantasting van dierenwelzijn of de gezondheid van het dier. Omdat er weinig literatuur beschikbaar is over gedrag en welzijn van de 3 specifieke herbivoren aanwezig in de OVP (namelijk konikpaarden, heckrunderen en edelherten) wordt gebruik gemaakt van literatuur over andere paardachtigen (Equidae) en runderachtigen (Bovidae), waar nodig aangevuld met gegevens over gehouden dieren. De beschikbare literatuur over edelherten (*Cervus elaphus*) is, waar van toepassing, aangevuld met literatuur over ander Cervidae (hertensoorten). Overzichten van de literatuur over de effecten van anticonceptie op gedrag en welzijn van de verschillende soorten zijn weergegeven in Tabel 3.1 (anticonceptieve middelen) en 3.2 (chirurgische sterilisatie).

Anticonceptie bij vrijlopende paarden kan tot langdurige gedragsveranderingen leiden. Merries op vier verschillende locaties die minimaal 4 keer met een porcine zona pellucida (PZP) vaccin (zie later) gevaccineerd werden, wisselden bijvoorbeeld vaker van harem groep (emigratie) en vertoonden dus minder loyaliteit aan de harem hengst (Nuñez, 2018). De mate van loyaliteit aan de harem hengst is ook een bepaalde factor voor harem stabiliteit (Kaseda et al, 1995). Veranderingen in de samenstelling van de harem groep kunnen ook van invloed zijn op de al aanwezige merries (Gray, 2009). Bijvoorbeeld, Rutberg (1990) en Monard & Duncan (1996) beschrijven een toename in agressie wanneer merries de harem ofwel verlaten ofwel zich bij de harem voegen, waarschijnlijk als gevolg van verstoring in de hiërarchie onder de merries. Een stabiele hiërarchie is namelijk belangrijk voor de sociale cohesie tussen de merries binnen een harem en voor de haremstabiliteit op zich; frequente wisselingen tussen groepen kunnen dus zowel cohesie als haremstabiliteit in gevaar brengen (Heitor et al, 2006; Houpt and Wolski, 1980; Berger, 1977). Een stabiele hiërarchie is ook van groot belang voor de gezondheid en het welzijn van de dieren. Daarom wordt verminderde groepsstabiliteit geassocieerd met een afnemende fysieke conditie en vruchtbaarheid bij de merries, en in een toename van parasietenbelasting en een verhoogd risico op veulensterfte (Nuñez, 2018). Een uitkomst van anticonceptie waar de literatuur weinig tijd aan besteed is dat het zal opzettelijk leiden tot een verminderde aantal nakomelingen. Alhoewel dit niet uitgebreid is onderzocht, kan niet uitgesloten worden dat de afwezigheid van zowel drachtige dieren als nakomelingen nadelige gevolgen heeft voor het gedrag van zowel vrouwelijke als mannelijke dieren. Duncan et al (2017) heeft dit besproken in het kader van PZP-vaccinatie bij Bizons (*Bison bison*). Het geldt even goed voor konikpaarden, edelherten en heckrunderen dat een forse daling in het aantal drachtige en jonge dieren gevolgen kan hebben voor sociaal verbindingen, kudde samenstelling en gedrag.

Een bijkomend potentieel nadeel van anticonceptie door PZP-vaccinatie (of andere technieken waardoor de voortplantingscyclus niet stilgelegd wordt) is dat de merries cyclisch zullen blijven en, als gevolg daarvan, regelmatig hengstigheidsgedrag vertonen (Hobbs and Hinds, 2018; Nuñez, 2018; Ransom, 2012). Deze toename in reproductief gedrag zal ook invloed hebben op de hengsten d.w.z. meer aandacht van de haremhengst voor zijn merries, en meer agressie tussen hengsten. Als de

merries meer tijd en energie besteden aan reproductief gedrag kan dit ten koste gaan van andere belangrijke gedragingen, zoals foerageren. Anderzijds zorgt het niet zogen van een veulen voor een veel lagere energiebehoefte waardoor enige afname in foeragegedrag gecompenseerd zou kunnen worden (Turner & Kirkpatrick, 2002). Madosky (2011) beschrijft ook gedragsmatige veranderingen bij hengsten als gevolg van de emigratie van harem merries; met name agressie tegenover zowel de merries als andere hengsten. Een toename in zowel reproductief als agressief gedrag gaat gepaard met een verhoogd energieverbruik (Nuñez et al, 2009; McShea et al, 1997) en een verhoogd risico op verwonding (Grogan and McDonnell, 2005). Daarnaast leidt de emigratie van merries tot verhoogde waakzaamheid bij de haremhengst (Nuñez et al, 2014; Nuñez et al, 2017). Dit limiteert verder de tijd die beschikbaar is voor foerageren (Watson et al., 2007; Lima, 1998). Alles bij elkaar genomen is de kans groot dat anticonceptie van invloed is op de lichaamsconditie en gezondheid van de haremhengst (Watson et al., 2007).

Tabel 3.1. Overzicht van de in de literatuur beschreven invloed van anticonceptieve middelen bij grote grazers (paarden, herten, runderen) op gedrag en welzijn

	Anticonceptief middel	Referenties
	GnRH analogen	
Paarden	Onbekend	
Herten	Onbekend	-
Runderen	Onbekend	-
	GnRH-vaccin	
Paarden	Geen invloed op merries	Baker et al, 2018 Ransom et al, 2014-
	Hengsten initiëren 13.9% minder sociaal gedrag met onbehandelde merries binnen hun harems	Gray, 2009 Baker et al, 2018
Herten	Onbekend	-
Runderen	Onbekend	-
	PZP vaccin	
Paarden	Emigratie van merries naar andere harems	Nuñez et al, 2009 Nuñez, 2018 Madosky et al, 2011
	Door emigratie kunnen sociale cohesie tussen merries binnen een harem en haremstabiliteit in het geding komen	Heitor et al, 2006 Haupt & Wolski, 1980 Berger, 1977
	Verhoogde agressiviteit tussen de in de harem verblijvende merries	Rutberg, 1990 Monard & Duncan, 1996
	Verlengde voortplantingsseizoenen	Hobbs & Hinds, 2018 Ransom, 2012 Nuñez, 2018
	Toename in voortplanting gerelateerd gedrag	Nuñez et al, 2009 Nuñez, 2018
	Door toename in voortplanting gerelateerd gedrag; verhoogd energieverbruik	Nuñez et al, 2009 McShea et al, 1997
	Hengsten tonen agressief gedrag tegenover merries of andere hengsten	Madosky, 2011
	Door agressie verhoogd risico op verwondingen	Grogan & McDonnell, 2005
	Door agressie verhoogd energieverbruik	Delsink et al, 2013 Nuñez et al, 2009 McShea et al, 1997

	Verhoogde waakzaamheid van hengsten.	Nuñez, 2014 Nuñez et al, 2017
	Verhoogde aandacht van hengsten voor merries. Door verhoogde waakzaamheid minder tijd voor hengsten om andere belangrijke gedragingen uit te voeren (b.v. foerageren) [vooral problematisch vooral bij gelimiteerd voeraanbod (b.v. winter)]	Watson et al, 2007 Lima, 1998
	Verhoogde levensduur van merries	Kirkpatrick & Turner, 2017
	Door verhoogde levensduur compensatie van de effecten van fertiliteitscontrole	Ransom et al, 2014b
	Door verhoogde levensduur potentiële veranderingen in groepsstructuren en gedrag van alle dieren binnen een harem	Kirkpatrick & Turner, 2017
	Door verhoogde levensduur verhoogde kans voor ouderdomsgerelateerde aandoeningen	Ransom et al, 2014b
	Betere lichaamsconditie van merries die meerdere jaren geen veulen zoogden	Turner & Kirkpatrick, 2002
Herten	Toename voortplantingsgerelateerd gedrag	Witstaartherten: Miller et al., 2000 Muilidierherten: Baker et al., 2004). Edelherten: Conner et al., 2007
	Verlengd voortplantingsseizoen	Witstaartherten: Miller et al., 2000 Muilidierherten: Baker et al., 2004).
	Potentieel verandering in activiteitspatronen en/of ruimtegebruik	Gray & Cameron, 2010
Runderen	Onbekend	-

Vanzelfsprekend leidt de benadering en het vangen van vrijlopende dieren tot stress (b.v. Turner et al, 2007) en ook het darten van herten wordt als stress-inducerend beschreven (Kirkpatrick, 2007). Voor edelherten blijkt dat de dieren vang-locaties maar tijdelijk vermijden en Bercciolini et al. (2019) vermoeden dat er voor edelherten waarschijnlijk geen lange-termijn gevolgen zijn. Er zijn echter geen studies beschikbaar die een mogelijke invloed op sociale verbinding, groepsstabiliteit of andere welzijn relevante gedragingen onderzoeken.

Alhoewel de nadruk vaak ligt op ongewenste bijverschijnselen, kan anticonceptie het welzijn van de behandelde dieren ook in positieve zin beïnvloeden. Bijvoorbeeld bij merries die meerdere jaren geen veulen zoogden als gevolg van PZP-vaccinatie op Assateague Island, bleek de lichaamsconditie beter te zijn (Turner & Kirkpatrick, 2002) en de levensduur langer (Kirkpatrick & Turner, 2007) dan bij niet behandelde paarden, omdat het dragen en zogen van een veulen veel energie vergt. Blijkbaar compenseert het niet krijgen van een veulen, de potentiële negatieve effecten van fertiliteitscontrole op de gezondheid van de merrie (Ransom et al, 2014b). Anderzijds, zal anticonceptie leiden tot verandering in groepsstructuren en gedrag binnen een harem. Verder treedt er als gevolg van anticonceptie een verandering in populatieopbouw op, met een toename in het percentage oudere paarden. Op den duur zullen de oudere paarden ook van verminderde gezondheid lijden. Aldus ontstaat een nieuwe groep paarden die moeite zal hebben tijdens een strenge winter en waarvoor afschot nodig zou kunnen zijn om onnodig leed te voorkomen.

De mogelijk ongewenste effecten zijn niet uitsluitend te relateren aan het middel dat wordt ingezet of behandeling die tot onvruchtbaarheid leidt, maar houdt ook verband met de manier waarop de dieren benaderd en/of gevangen moeten worden voor behandeling. Er wordt om die reden ingegaan op de mogelijke effecten van anticonceptie *per se* als op de manier waarop deze uitgevoerd wordt, op de gevolgen voor andere dieren in de OVP, met name in het kader van de Natura 2000 doelen.

Tabel 3.2. Overzicht van de in de literatuur beschreven invloed van chirurgische sterilisatie, benadering en/of vangen van grote grazers (paarden, herten, runderen) op gezondheid, gedrag en welzijn

	Handeling	Referenties
	Chirurgische sterilisatie	
Paarden	2% sterfte a.g.v. direct behandeling gerelateerde complicaties	Collins & Kasbohm, 2017-
Herten	Onbekend	-
Runderen	Onbekend	-
	Benadering voor vaccinatie en/of vangen van de dieren	
Paarden	Tijd nodig om dieren te darten neemt bij herhaling toe	Kirkpatrick et al 2007-
Herten	Witstaartherten in sub-urbane omgevingen: afnemende benaderbaarheid	Rudolph et al., 2000
	Potentieel effect op gedrag, gebaseerd op stress-inductie	Kirkpatrick, 2017
	Tijdelijk vermijden van vang-locatie	Edelherten: Becciolini et al., 2019, Reeën: Morellet et al., 2009, Muilddierherten: Northrup et al., 2014
	Verminderde activiteit	Reeën: Morellet et al., 2009 Muilddierherten: Northrup et al., 2014
Runderen	Onbekend	-

c. Permanente t.o.v. reversibele onvruchtbaarheid

Waar het behouden van een levensvatbare populatie gewenst is, wordt reversibele anticonceptie in de regel geprefereerd. Echter, permanente onvruchtbaarheid kent mogelijke voordelen met betrekking tot het aantal behandelde dieren, maar ook aanzienlijk praktisch en ethische nadelen vanwege die inbreuk op de dierlijke integriteit en de genetische integriteit van de populatie.

Permanente onvruchtbaarheid: Het voornaamste potentiële voordeel van het definitief onvruchtbaar maken van een dier is dat de behandeling slechts één keer uitgevoerd moet worden. Op de langere termijn zal dit - in vergelijking met een behandeling die leidt tot reversibele onvruchtbaarheid - aanzienlijk schelen wat betreft zowel het totale aantal behandelingen als het totale aantal dieren dat behandeld moet worden om de populatieomvang stabiel te houden (Collins & Kasbohm, 2017). Een lager aantal behandelingen zal ook tot lagere kosten kunnen leiden, afhankelijk van de kosten van elke behandeling en de noodzaak voor extra monitoring van behandelde dieren. Een nadeel van een behandeling die leidt tot permanente onvruchtbaarheid is dat de behandelde dieren bij voorkeur permanent herkenbaar gemaakt moeten worden om ervoor te zorgen dat ze niet opnieuw behandeld worden en dat men een goed overzicht houdt van het percentage onvruchtbare dieren. Er zijn ook significante risico's verbonden aan het permanent onvruchtbaar maken van vrijlopende dieren. Als zich bijvoorbeeld omstandigheden voordoen waardoor een behoorlijk percentage van de populatie sterft (b.v. een besmettelijke ziekte, toxinen, koude winter etc.), kan het zijn dat het overgebleven populatie zich niet meer kan herstellen. Het definitief uitschakelen van een deel van de populatie van de reproductie kent ook nog een tweede nadeel, namelijk dat de genetische basis van de populatie

kleiner zal worden (en het inteelt gehalte zal toenemen). Omdat het verwekken van nakomelingen niet meer gekoppeld wordt aan 'the survival of the fittest' maar in plaats daarvan aan de keuze van de behandelaars, kan dit leiden tot een (vanuit genetisch oogpunt) minder sterke en veerkrachtige populatie.

Reversibele onvruchtbaarheid: Een reversibele behandeling heeft vanzelfsprekend het nadeel dat deze herhaald moet worden om het effect te verlengen. Anderzijds wordt de potentie voor populatieherstel behouden en kan, door goed overwogen keuzes ten aanzien van de individuele dieren die behandeld worden en hun plek in de populatieopbouw (b.v. leeftijdsklassen), een bredere genetische basis en een meer natuurlijke populatieopbouw behouden worden (b.v. uitsluitend dieren vanaf een bepaalde leeftijd behandelen, of individuele dieren enkele jaren behandelen en daarna niet tot dat ze weer nakomelingen baren).

Natuurlijk zijn er ook tussenoplossingen te bedenken, zoals het permanent onvruchtbaar maken van een klein deel van de populatie, en reversibele behandeling van een ander deel. Ook kan er gekozen worden voor reversibele behandelingen met een langer durende effectiviteit zodat het interval tussen behandelingen ook langer kan zijn.

d. Anticonceptie bij mannelijke of vrouwelijke dieren

In theorie zou er gekozen kunnen worden om ofwel mannelijke ofwel vrouwelijke dieren, ofwel een combinatie van beide, te behandelen. Bij diersoorten waar een klein percentage van de mannelijke dieren voor een hoog percentage van de dekkingen en nakomelingen zorgt (waaronder olifanten, paarden en edelherten) is er in het verleden voorgesteld om behandeling te richten op de dominante mannelijke dieren. Echter, dit heeft alleen een redelijke kans van slagen als de behandelde mannelijke dieren hun dominantie positie binnen de populatie behouden. Het behouden van de dominantie positie kan uitsluitend als de androgeen (testosteron) productie niet verlaagd wordt door de behandeling (castratie voldoet niet aan deze voorwaarde). Echter, omdat de dominantie hiërarchie kan veranderen, en omdat niet-dominante mannelijke dieren ook voor een deel van de dekkingen zorgen, kan het onvruchtbaar maken van mannelijke dieren alleen een aanzienlijk effect op het aantal geboortes hebben als bijna alle geslachtsrijpe mannelijke dieren behandeld zouden worden (Garrott & Siniff, 1992). Kortom, het behandelen van dominante mannelijke dieren is uitsluitend geschikt voor kleine populaties met een beperkt aantal geslachtsrijpe mannelijke dieren.

In het algemeen wordt daarom aangenomen dat populatiebeheer bij een grote populatie vooral op de vrouwelijke dieren gericht moet zijn (Asa & Moresco, 2019). De relatie tussen het aantal succesvolle behandelingen van vrouwelijke dieren en het verwachte geboorte percentage is namelijk veel directer. In de OVP zullen de aantallen konikpaarden, edelherten en hekrunderen na de reset alsnog dusdanig groot zijn dat het behandelen van vrouwelijke dieren een essentieel onderdeel zal moeten zijn van een kansrijk anticonceptieprogramma.

e. Praktische haalbaarheid

De praktische haalbaarheid van een anticonceptie programma is afhankelijk van meerdere aspecten, waaronder de opbouw en dynamica van de doelpopulatie en de geografie van het gebied waarin de dieren leven. Zoals op verschillende punten in dit literatuuronderzoek aan gerefereerd wordt, is er geen literatuur over anticonceptie bij vrijlopende grote grazers in gebieden die qua omvang, geografie, ecosysteem en populatiegrootte nauw overeenkomen met de OVP. Er zijn ook ethische en juridische

vragen die van invloed kunnen zijn; met andere woorden, dat een bepaalde behandeling uitvoerbaar is, wil niet altijd zeggen dat het juridisch en ethisch ook mag. Deze aspecten worden later in dit rapport rader toegelicht.

De praktische haalbaarheid zal per diersoort verschillen maar wordt ook beïnvloed door hoe en hoe vaak de behandeling uitgevoerd moet worden. Grote doorbraken in anticonceptie voor vrijlopende dieren zijn onder andere het ontwikkelen van middelen die in kleine hoeveelheden van afstand toegediend kunnen worden (Kirkpatrick et al, 2011) en waarvan een eenmalige behandeling voldoende is (Miller et al, 2013). Ook dan zal de praktische haalbaarheid afhangen van het aantal dieren dat behandeld moet worden, de benaderbaarheid van de dieren en de omgeving (met een pijl schieten in een bosrijke omgeving zal veel moeilijker zijn dan in een open vlakte; anderzijds zal het moeilijker zijn om dicht bij de dieren te komen in een open vlakte). Behandelingen die frequent herhaald moeten worden zijn ook minder praktisch.

Het gericht uitvoeren van een anticonceptieve behandeling kan op twee manieren; (1) vangen en van dichtbij behandelen of (2) van afstand behandelen met een dart/pijl. Voor een chirurgische behandeling moet een dier verdoofd en gevangen worden en na de operatie in een vangweide gehouden worden om het herstelproces te monitoren; dit is vanzelfsprekend minder praktisch. Anderzijds hoeft de behandeling nooit weer herhaald te worden. Als het gaat om een vaccin, normooninjectie of implantaat biedt het vangen en van dichtbij inspuiten meer zekerheid en betrouwbaarheid. In de OVP is in 2018 een vangkraal gebouwd om paarden te vangen voorafgaand aan het verplaatsen. Het verzamelen van (een deel van) de konikpaarden en hekrunderen in een vangkraal zou het mogelijk maken om ze of met de hand of met een injectiestok te behandelen. Als de hele populatie (of een aanzienlijk deel daarvan) gevangen zou kunnen worden, dan zou een nauwkeurig en betrouwbaar anticonceptie programma (aantal behandelde dieren, geslacht en leeftijdsklasse) uitgevoerd kunnen worden, en zou de periode van behandeling en daarmee de gemoeide kosten beperkt kunnen worden. Het is niet waarschijnlijk dat edelherten zich makkelijk zullen laten opsluiten in een kraal of weide en het risico op verwondingen is ook veel groter. Voor de edelherten zou het behandelen op afstand door middel van een dart/pijl dus eerder voor de hand liggen. De pijl kan als werkzame stof het anticonceptief middel zelf bevatten of een verdovingsmiddel, met als doel het onder narcose brengen van het dier om vervolgens de anticonceptiestof toe te dienen, zoals beschreven voor het Amerikaanse edelhert (b.v. Powers et al, 2014). Wel dient opgemerkt te worden dat alle darts teruggevonden en verwijderd van het gebied moeten worden om het risico op injectie van niet doelwit dieren te vermijden.

Het grootschalig darten van vrijlopende witstaartherten en paarden met anticonceptieve vaccins (PZP-vaccin) is in de literatuur beschreven (Naugle & Grams, 2013). De beschikbare apparatuur hiervoor wordt steeds accurater en betrouwbarer. Echter, hoe vaker de dieren behandeld worden, hoe moeilijker het wordt om ze een volgende keer te benaderen. De beste strategie om vrijlopende dieren te benaderen is ook afhankelijk van wat de dieren gewend zijn als het gaat om contact met mensen. Waar mensen regelmatig door het gebied heen lopen, kan het darten door lopende boswachters lukken. Anders kan het verstandiger zijn om vanaf een vaste schuilplaats te schieten, dicht bij een voerplek of waterput.³ Echter, in de loop der tijd gaan de dieren deze plekken mijden (Morellet et al,

³ Opgemerkt wordt dat het voeren van edelherten op grond van art. 3.32, lid 1 Wet natuurbescherming verboden is. Ontheffing van dit verbod kan door Gedeputeerde Staten alleen worden verleend indien sprake is van

2009; Northrup et al, 2014; Becciolini et al, 2019) en zal de afstand waarop ze benaderd kunnen worden steeds groter worden evenals de tijd die nodig is om het gewenste aantal dieren te behandelen (Rudolph et al, 2000). Kortom, terwijl het behandelen via een pijl op afstand even effectief lijkt te zijn als met de hand injecteren (wat betreft anticonceptief effect) kan het heel veel tijd kosten om het benodigde aantal dieren te behandelen. De beste strategie voor het op afstand behandelen is dus heel erg afhankelijk van lokale omstandigheden.

Zoals eerder gemerkt, wordt de praktische uitvoerbaarheid van anticonceptie ook behoorlijk beïnvloed door het aantal keren dat de behandeling herhaald moet worden. Echter, er is de afgelopen jaren veel werk verricht om middelen te ontwikkelen die slechts één keer per jaar of één keer in een periode van 3-4 jaar toegediend moeten worden in de veronderstelling dat het de praktische haalbaarheid zou bevorderen omdat de dieren minder vaak behandeld worden, minder stress zullen ervaren en minder snel zullen leren om de behandelplekken te vermijden; echter, deze potentiële voordelen zijn niet in de praktijk getoetst. De effectiviteit van lang werkende anticonceptiva wordt nader toegelicht bij de bespreking van de specifieke middelen.

f. Traceren van behandelde dieren

Het traceren en herkennen van behandelde dieren kan meerdere voordelen hebben. (1) Als er in een korte periode meerdere dieren behandeld moeten worden, is het belangrijk te weten welke al behandeld zijn. (2) Waar een behandeling binnen een korte periode herhaald moet worden, is het essentieel te weten welke dieren al behandeld zijn. (3) Waar er met permanente onvruchtbaarheid gewerkt wordt, is het herkennen van reeds behandelde dieren belangrijk om een overzicht te houden over het percentage behandelde dieren in de populatie, maar ook om te voorkomen dat een reeds behandeld dier opnieuw behandeld wordt.

Als het gaat om het korte termijn markeren van dieren kan verf (dieren die met de hand geïnjecteerd zijn) of een marker pijl (dart dat een verfspot achterlaat: Naugle et al, 2002) uitkomst bieden. Voor het langere termijn traceren van dieren en een overzicht te houden over het percentage van de populatie dat al behandeld is, moet er met andere technieken worden gewerkt. Microchips en halsbanden (met of zonder GPS), oormerken en vriesbranden zijn allemaal beschreven als manieren om dieren op afstand te traceren of herkennen. Echter, een band of tag kan verloren raken en een vriesbrand kan tijdelijk onzichtbaar gemaakt worden door modder of vachtgroei. GPS chippen zijn ook beschreven als een techniek om dieren herkenbaar te maken. Voor al deze technieken geldt dat het dier minstens één keer gevangen moet worden. Een laatste voordeel van het permanent markeren van behandelde dieren is dat er informatie kan worden verzameld over het succes van de behandeling en mogelijke effecten op gezondheid en gedrag. Deze informatie kan de basis vormen voor aanpassingen in strategie of beleid als het einddoel (populatiegrootte) niet behaald wordt (b.v. als gevolg van verschuivingen in de populatiestructuur) en/of het duidelijk wordt dat de behandeling onaanvaardbare ongewenste effecten heeft.

bijzondere weersomstandigheden of een tijdelijk natuurlijk voedseltekort en het welzijn van de dieren in het geding is (art. 3.32, lid 2). Voor Konikpaarden geldt het verbod niet.

4) Technieken voor anticonceptie

a. Chirurgisch

Castratie: Bij gehouden honden, katten en paarden is castratie (het operatief verwijderen van de testikels) een gangbare techniek om mannelijke dieren onvruchtbaar te maken. Bij een wild of verwilderd paard of edelhert, zou castratie onder algehele anesthesie uitgevoerd moeten worden. Castratie is een eenvoudig operatieve ingreep met een laag risico op serieuze complicaties (lokale infectie, bloeding, sterfte onder anesthesie, verwonding tijdens het bijkomen van anesthesie). Echter, de integriteit van het behandelde dier wordt significant aangetast en zijn gedrag zal aanzienlijk gaan veranderen. Als het gaat om vrijlopende paarden en edelherten, zal een gecastreerd dier nooit een dominantie positie kunnen behouden of veroveren, omdat dit voor een groot deel afhankelijk is van testosteron productie. Bovendien moet het overgrote deel van de mannelijke dieren gecastreerd worden om het gewenste effect (geen populatiegroei) te realiseren (Garrot & Siniff, 1992). Er zou dus dan ook jaarlijks een castratie ronde moeten plaatsvinden.

Vasectomie: Vasectomie is het operatief doorknippen of afbinden van de *vasa deferentia* (zaadleiters). Deze techniek is beschreven/getest voor populatiebeheer bij olifanten (in een klein park: Rubio-Martinez et al, 2014) en ook als een onderdeel van de populatiebeheerstrategie bij verwilderde paarden in een groot reservaat (Collins & Kasbohm, 2017). Vasectomie bij paarden, herten of runderen is ook een relatief eenvoudige ingreep, alhoewel het wel onder zware verdoving of algehele anesthesie uitgevoerd moet worden. Het voornaamste voordeel van vasectomie boven castratie is dat de behandelde mannelijke dieren hun testosteronspiegel zullen behouden en daardoor hun dominantie positie en reproductief gedrag. Gecombineerd met technieken om vrouwelijke dieren onvruchtbaar te maken, wordt beweerd dat vasectomie een bijdrage kan leveren aan het reduceren van het veulenpercentage (zie beneden: Collins & Kasbohm, 2017). Eén duidelijk nadeel van het onvruchtbaar maken van de dominante mannelijke dieren is het effect op de populatiegenetica. Dominantie is een indicatie van genetisch geschiktheid, het uitsluiten van de sterkste dieren van de reproductie zou op den duur nadelig kunnen zijn voor de gezondheid van de hele populatie.

Ovariectomie: Ovariectomie is het operatief verwijderen van de ovaria (eierstokken) bij een vrouwelijk dier. Omdat de ovaria zich in de buikholte bevinden, is ovariectomie een heftiger ingreep dan castratie of vasectomie, met meer risico op complicaties (waaronder peritonitis [buikvliesontsteking] en bloeding). Het enige ogenschijnlijke voordeel van ovariectomie voor populatiebeheer is dat het een eenmalige ingreep is, anderzijds is het een behoorlijk inbreuk op de integriteit van het dier. Bij de merrie is ovariectomie door middel van colpotomy (verwijderen van de ovaria via een snede in de vaginawand) beschreven als techniek om verwilderde paarden onvruchtbaar te maken. Collins en Kasbohm (2017) hebben beschreven dat ovariectomie van 28% van de merries gecombineerd met vasectomie van 23-47% van de hengsten voldoende was om het veulenpercentage (aantal veulens per 100 paarden) bij een populatie van >1000 vrijlopende paarden te reduceren van 20% tot 4 % binnen een periode van 4 jaar. Omdat het vertonen van seksueel gedrag (hengstigheid) bij de merrie (en ook het edelhert) meer afhankelijk is van het afwezigheid van progesteron, kunnen gesteriliseerde merries (geen endogene progesteron bron) ook hengstigheid/brongedrag vertonen waardoor enigszins normale interactie met de hengst alsnog plaats kan vinden. Echter, de frequentie en intervallen waarop hengstigheid vertoond zal worden, zal afwijken van een normale cyclus en van de normale situatie waar >85% van de merries drachtig wordt en >65% een veulen krijgt (en tijdens de 11 maanden van de dracht nauwelijks hengstigheid zal vertonen).

b. Intra-uteriene device

Intra-uteriene devices (IUD: spiraal) zijn een veel gebruikte techniek voor anticonceptie bij de mens; ze interfereren met het innestelen van het vroege embryo. Alhoewel IUDs slechts in uitzonderlijke gevallen gebruikt worden voor anticonceptie bij dieren, zijn ze wel getest bij paarden. Daels & Hughes (1995) beschreef het gebruik van een flexibel rubber IUD bij een zestal merries. Ze vonden de IUDs gebruiksvriendelijk en effectief in het voorkómen van drachtigheid. Hoewel er geen complicaties vastgesteld zijn was één van de merries de IUD binnen 3 dagen al kwijt. Killian et al (2008) hebben verschillende typen IUDs getest bij een 10-tal gehouden merries. In het eerste jaar na insertie, leken de IUDs goed te werken (80% van de merries gust gebleven). In de jaren daarna was de effectiviteit veel minder; 29%, 14% en 0%, hetgeen ook werd geassocieerd met het verdwijnen van de IUDs. De conclusie was dat IUDs geen betrouwbare manier zijn om langdurige onvruchtbaarheid te bewerkstelligen bij de merrie. Niettemin, is recent een nieuwe IUD ontwikkeld voor paarden (Gradill, 2019). Echter, deze is tot nu toe uitsluitend beschreven voor het voorkómen van hengstigheid bij gehouden paarden, en is niet getest voor anticonceptie. Ook moet worden opgemerkt dat een IUD via de vagina en baarmoedermond ingebracht moet worden; bij een wild paard zou het plaatsen van de IUD dus uitsluitend mogelijk zijn onder zware verdoving of algehele anesthesie. Anderzijds heeft de merrie een gemakkelijk passeerbare baarmoedermond waardoor het IUD zonder te veel moeite ingebracht en weer verwijderd kan worden; dit verklaart misschien ook waarom een IUD er spontaan uit kan vallen. In vergelijking is de baarmoedermond bij een koe of edelhert hinde veel moeilijker te passeren. IUD's zouden om die reden uitsluitend een mogelijkheid bieden bij de konikpaarden. Dan zou echter een nieuw model IUD ontwikkeld moeten worden dat met een hogere graad van zekerheid langdurig in de uterus blijft.

c. Hormonen

De eerste pogingen om populatiebeheer middels anticonceptie te bedrijven, maakten gebruik van steroïde hormonen, waaronder oestrogenen en progestagenen (vrouwelijke hormonen), en testosteron (mannelijk hormoon). Er zijn rapporten over het succesvol verlagen van drachtigheids- of geboortepercentages bij wilde paarden, witstaartherten en olifanten. Echter, er kleven aanzienlijke nadelen aan het gebruik van steroïde hormonen bij vrijlopende dieren, waaronder effecten op het gedrag van de behandelde dieren, de veiligheid bij drachtige dieren, doorgifte via de voedselketen, en praktische haalbaarheid omdat de hormonen meestal frequent toegediend moeten worden (Kirkpatrick & Turner, 1985; Asa & Moresco, 2019). Om deze redenen worden steroïde hormonen niet beschouwd als een reële optie voor vrijlopende dieren.

Langwerkende preparaten van GnRH analogen zijn getest als anticonceptiva bij zowel gedomesticeerde dieren (waaronder fretten en konijnen; Schoemaker, 2018) als wilde dieren in dierentuinen (b.v. carnivoren; Bertschinger et al, 2002). Om anticonceptie te bewerkstelligen, worden GnRH analogen in overvloed toegediend. Dit geeft een initieel kortdurende hyperstimulatie, gevolgd door een veel langer durende suppressie van de afgifte van de gonadotropinen, FSH en LH, die zorgen voor respectievelijk follikelontwikkeling en ovulatie bij vrouwelijke dieren, of ze ondersteunen spermatogenese en testosteron productie bij mannelijke dieren. In tegenstelling tot de steroïde hormonen is GnRH een peptide (een korte keten van aminozuren) waarvan opname via de maag-darm kanaal zeer beperkt is (EMA, 2002); dit verklaart waarom de wachttijd voor vlees van paarden behandeld met de GnRH agonist deslorelin slechts één week is en de risico op opname via de vlees van behandelde paarden als zeer laag beschouwd wordt. In het verlengde hiervan zal de risico op

doorgifte via de voedselketen b.v. via aaseters miniem zijn, alhoewel dit niet uitvoerig is onderzocht. Een lang werkend GnRH preparaat (Leuprolide acetaat in een 'slow-release' matrix; Atrigel) is getest op zowel gehouden als vrijlopende vrouwelijke Amerikaanse edelherten (Conner et al, 2007; Powers et al, 2014b). Amerikaanse edelherten bleken zeer gevoelig voor de suppressieve effecten van Leuprolide te zijn. De oestriscyclus van de hinden werd voor ongeveer 200 dagen onderdrukt. Echter, de behandelde dieren lieten reproductief gedrag zien gedurende de hele bronstperiode, maar werden niet drachtig. Het middel kon via een pijl toegediend worden. Het jaar na behandeling waren de behandelde dieren weer normaal vruchtbaar. Kortom, de effecten van de Leuprolide injectie bij vrouwelijke Amerikaanse edelherten duurde lang (\pm 200 dagen), maar waren reversibel. Als het in de praktijk gebruikt zou worden, zou het hormoon jaarlijks 1-2 maanden voorafgaand aan de bronstperiode toegediend moeten worden.

Bij runderen zijn hoge doseringen van langwerkende GnRH analogen (12mg desloreline implantaten) ook bewezen om follikelontwikkeling te onderdrukken en bevruchting te voorkomen (D'Occhio et al, 2002). Het contraceptief effect duurde ongeveer 300 dagen. Hoewel ze niet breed ingezet zijn, lijken langwerkende implantaten of slow release preparaten van GnRH dus potentie te hebben voor anticonceptie bij vrijlopende hertachtigen en runderen. Echter, ze moeten voorafgaande aan de bevruchting toegediend worden; bij de edelhert zal dit meevallen vanwege een voorspelbare bronstperiode, voor de hekrunderen zou dit lastiger zijn en zou het insteek moeten zijn om kooien met een jonge kalf (< 1maad) te behandelen. De implantaten zouden of met de hand toegediend kunnen worden of van afstand (met een dart). Desloreline implantaten zijn in Nederland geregistreerd voor het opwekken van onvruchtbaarheid bij mannelijke honden en fretten (Suprelorin: 4.7 en 9.4 mg implantaten) en het induceren van ovulatie bij de merrie (Ovuplant: 2.1mg implantaat). Echter, experimentele studies hebben laten zien dat paarden relatief ongevoelig zijn voor de suppressieve effecten van hoge doseringen GnRH analogen (Stout & Colenbrander, 2004) en bij paarden zijn GnRH analogen dus ongeschikt voor het induceren van onvruchtbaarheid.

d. Vaccins (immuun anticonceptie)

Het ontwikkelen van vaccins tegen eiwitten of peptiden die essentieel zijn voor reproductieve processen wordt beschouwd als één van de grote doorbraken in anticonceptie bij vrijlopende dieren (Kirkpatrick et al, 2011). Een belangrijk voordeel is dat de vaccins in kleine volumens toegediend kunnen worden en daarom ook van afstand in een dart. Tot op heden zijn er twee doelwitten voor anticonceptie door vaccinatie, respectievelijk de GnRH peptide en zona pellucida eiwitten.

GnRH is een peptide hormoon geproduceerd in de hypothalamus en getransporteerd direct via de hypothalamic-hypofyse bloedvaten naar de hypofyse; in de hypofyse stimuleert GnRH de afgifte van FSH en LH. Zoals boven beschreven kan het toedienen van een overvloed van een GnRH analoog het afgifte van gonadotropinen onderdrukken. Een andere manier om de effecten van GnRH uit te schakelen is om het aanmaken van antilichamen er tegen te stimuleren. Omdat GnRH een zeer klein molecuul is, moet het aan een andere molecuul gekoppeld worden om een effectieve immuun (afweer)reactie op te wekken. Behandeling met een GnRH vaccin stimuleert het aanmaken van antilichamen tegen GnRH. Hoewel het niet definitief is aangetoond, gaat men ervan uit dat de antilichamen binden aan de GnRH moleculen waardoor ze de receptoren in de hypofyse niet (meer) kunnen stimuleren. Als gevolg daarvan valt het aansturen van reproductief hormoonproductie via GnRH weg. GnRH vaccins zijn inmiddels getest op veel verschillende diersoorten, zowel gehouden als

vrijlopend. Bij gedomesticeerde dieren wordt in het algemeen een gebruikelijk vaccinatie regime aangehouden, met andere woorden twee keer behandelen met een interval van 4-6 weken. Echter zoals later beschreven zal worden, kan met de juiste vaccin samenstelling een eenmalige behandeling en/of behandelingen met langere intervallen ook voldoende zijn. Omdat het effect berust vooral op de antilichaamtiter (spiegel) is het effect van GnRH vaccinatie reversibel; dat wil zeggen dat als de antilichaamtiter omlaag gaat, komt de reproductief activiteit weer op gang. Omdat GnRH betrokken is bij het reguleren van zowel het mannelijk als het vrouwelijk reproductief endocrien systeem, kan het vaccin op beide seksen gebruikt worden. Het effect is vergelijkbaar met castratie/ovariectomie; kortom, bij mannelijke dieren leidt het tot een forse daling in de testosteronspiegel en in spermacelproductie. Bij vrouwelijke dieren leidt GnRH vaccinatie tot het stilleggen van follikel (eiblaas) ontwikkeling en het uitblijven van ovulatie. Echter, als een dier al drachtig is, lijkt GnRH vaccinatie weinig of geen effect te hebben op instandhouding van de dracht, en leidt dus niet tot abortus. Omdat de oestrische cyclus stil komt te liggen, zou er geconcludeerd kunnen worden dat het dier geen tocht- of bronstgedrag zou kunnen tonen. Echter, omdat de afwezigheid van progesteron het belangrijkste voorwaarde is voor het tonen van bronstgedrag, laten zowel GnRH-gevaccineerde vrouwelijke paarden als Amerikaans edelherten bronstgedrag zien.

Het andere primaire doelwit voor immuun-gemedieerde anticonceptie is de zona pellucida (buitenkleding van de eicel). Tot op heden zijn zona pellucidae gewonnen uit de ovaria van geslachte varkens de bron van de eiwitten nodig voor vaccin productie. Het zogenaamde 'porcine zona pellucida' (PZP) vaccin is ook het meest gebruikte anticonceptiemiddel bij vrijlopende dieren. Een ZP-vaccin stimuleert het aanmaken van antilichamen tegen de ZP-eiwitten. Deze antilichamen binden aan de ZP-eiwitten op ontwikkelende eicellen. Alhoewel het nog een onderwerp van discussie is, denkt men dat het primaire effect van de anti-ZP-antilichamen is het 'maskeren' van de 'spermacel binding locaties'; als gevolg daarvan kan een spermacel niet aan de eicel binden en wordt het bevruchtingsproces tegengehouden. Als dit het enige effect van het vaccin zou zijn, zou een behandeld vrouwelijk dier regelmatig bronstig/tochtig/dekbereid worden. Echter, ZP-vaccinatie lijkt ook een tweede effect te hebben, namelijk het binden van de antilichamen lijkt de ontwikkeling van vroege follikels te verstoren. Dit zorgt ook voor onvruchtbaarheid, maar omdat de follikels niet rijpen, komt de oestrische cyclus ook stil te liggen (Jooné et al, 2017). Dit effect lijkt vooral op te treden na meerder behandelingen en verklaart waarom de duur van onvruchtbaarheid ook veel langer wordt als merries meerdere keren worden gevaccineerd (Kirkpatrick & Turner, 2008). Het vermeende beschadigen van follikels vroeg in de groeifase verhoogt het risico op een langdurige of permanent onvruchtbaarheid; wegens het potentiële risico op permanente onvruchtbaarheid, is het ontwikkelen van ZP-vaccins als anticonceptiemiddelen bij de mens stopgezet (Grootenhuis et al, 1996).

Een tweede punt van discussie is het gebruik van materiaal uit geslachte varkens in een vaccin voor vrijlopende dieren, vooral wegens het theoretische risico op overdragen van ziektes die het productieproces overleven (b.v. virussen, prionen). Daarom worden recombinant ZP-vaccins ontwikkeld; hiervoor is de gen sequentie (DNA) voor een ZP-eiwit (meestal ZP3) ingebracht in het genoom van een microbe (b.v. een bacterie of gist) die de eiwit tot expressie brengt tijdens het kweken. Op deze manier kunnen ZP-eiwitten geproduceerd worden zonder tussenkomst van een levend dier. Echter, het gebruik van recombinant ZP-vaccins bij grote dieren staat nog in de kinderschoenen. Tot op heden zijn ze getest op proefpaarden met een positief resultaat wat betreft het aanmaken van antilichamen tegen ZP (Nolan et al, 2018).

5. Gebruik van anticonceptie bij vrijlopende dieren

Een aantal anticonceptiemiddelen of technieken wordt niet meer gebruikt bij vrijlopende dieren omdat ze niet voldoen aan de basisvoorwaarden met betrekking tot veiligheid of effecten op gedrag (b.v. steroïde hormonen). Er wordt hier dus uitsluitend ingegaan op technieken en/of middelen die getest of gebruikt worden en wel voldoen aan de basiscriteria m.b.t. overdracht naar andere soorten en algemene veiligheid. Dit zijn onder andere GnRH analogen, GnRH vaccins en ZP-vaccins. Omdat het gebruik van operatieve sterilisatie bij verwilderde paarden in de VS recent beschreven is, wordt ook kort ingegaan op deze bevindingen. De belangrijkste voors- en tegens worden samengevat in tabellen 5.1-5.3.

(a) Paarden

- i. *Chirurgische castratie/vasectomie/ovariectomie*: Het operatief verwijderen van de gonaden (testikels, ovaria) wordt in sommige landen gebruikt voor anticonceptie bij verwilderde katten en honden. Echter, het wordt niet vaak gebruikt bij wilde of verwilderde grote grazers. Desalniettemin wordt recent een combinatie van vasectomie van 23-47% van de hengsten en ovariectomie bij 28% van de merries, naast het verplaatsen van 10-20% van de populatie, beschreven als populatiebeheer techniek in een grootte reservaat (1400 paarden) in de VS. Deze combinatie van permante sterilisatietechnieken resulteerde binnen 4 jaar in een daling in het jaarlijkse veulenpercentage (gedefinieerd als het percentage van alle dieren dat veulen was) van 20% tot 4% (Collins & Kasbohm, 2017). Om dat voor elkaar te krijgen werden veel paarden gevangen en geopereerd. Na behandeling werd elk dier verzorgd met een microchip en een vriesbrand om ze vervolgens te kunnen herkennen. De dieren zijn ook 3-8 dagen in een vangweide gehouden ter observatie; 2% van de behandelde dieren zijn gedurende de observatieperiode gestorven als gevolg van complicaties. De auteurs concludeerden dat het permanent onvruchtbaar maken van een relatief klein deel van de populatie, de potentie heeft om populatietoename aanzienlijk te beperken.
- ii. *GnRH vaccin*: Er is een handvol GnRH vaccins ontwikkeld voor of getest op paarden, waarvan het merendeel het onderdrukken van reproductief gedrag bij gehouden dieren als doel heeft (Stout & Colenbrander, 2004). Bij vrijlopende paarden is verreweg de meeste praktische ervaring met het GonaCon vaccin (Miller et al, 2013). GonaCon bestaat uit GnRH gekoppeld aan het weekdier afkomstig 'blauwe eiwit' samengevoegd met het adjuvans, AdjuVac. Deze combinatie is zeer immunogeen en de formulering zorgt ervoor dat de entstof langzaam vrijgelaten wordt na injectie. Het resultaat is een verlengde werkzame periode waardoor het vaccin niet herhaaldelijk toegediend hoeft te worden. Gonacon is geregistreerd bij de Environmental Protection Agency (VSA) voor gebruik bij wilde paarden.

Er is een klein aantal publicaties over eenmalig gebruik van Gonacon bij vrijlopende paarden in de VS. Gray et al (2010) beschreef een proef in Virginia Range (Nevada, VSA) waarvoor een twintigtal merries eenmalig met de hand geïnjecteerd is met Gonacon-B. In de drie jaar na vaccinatie zijn er veulens geboren van 39%, 42% en 31% van de merries in vergelijking met 61%, 67% en 76% van gemonitorde, niet-behandelde merries; kortom, een verlaging van het geboortepercentage van ongeveer 35%. Baker et al (2018) hebben recentelijk gerapporteerd over het gebruik van GonaCon-Equine in Theodore Roosevelt National Park (North Dakota). In het eerste jaar na vaccinatie was er geen verschil in het veulenpercentage tussen de GonaCon

behandelde merries (18/29: 62%) en een niet behandelde groep (19/28: 68%). Omdat bijna alle merries drachtig waren op het moment van vaccineren was dit uitblijven van effect verwacht. Bovendien, het liet wel zien dat de behandeling niet tot abortus of geboorte van een niet-levensvatbaar veulen leidt. In de twee daaropvolgende jaren hebben 46% en 55% van de GonaCon behandelde merries, vergeleken met 73% en 78% van de niet-behandelde merries, een veulen gekregen. Kortom, beide studies lieten een geringe afname in het geboortepercentage zien (35%) na een eenmalige GonaCon behandeling. Echter, Baker et al (2018) lieten de merries een tweede keer vaccineren, vier jaar na de eerste vaccinatie. In het eerste jaar na behandeling was er weer weinig effect. In het tweede t/m vierde jaar na de booster vaccinatie hebben respectievelijk 0/25, 4/25 en 1/25 merries een veulen gekregen (0, 16 en 4% geboortepercentage) vergeleken met 21/25 (84%) van niet behandelde merries in alle drie de jaren. Blijkbaar was het anticonceptief effect na de booster aanzienlijk versterkt.

Op basis van een gelijkblijvend veulenpercentage in het jaar van GonaCon behandeling, werd geconcludeerd dat er geen verhoogde risico op abortus of sterfte van de pasgeboren veulens optreedt na het vaccineren van drachtige merries (Baker et al, 2018). Gonacon injectie resulteerde wel in een spuitplek (zwellings) bij 70% van de merries die voor de eerste keer werden behandeld, en 50% na de booster. In 2/13 (15%) gevallen heeft de zwelling zich ontwikkeld tot een abces. Geen merries werden zichtbaar kreupel en er is geen bewijs voor beperkte mobiliteit. Verder is er weinig effect op gedrag en/of sociaal gedrag waargenomen (Baker et al, 2018; Ransom et al, 2014; Gray, 2009). Echter, harem hengsten initieerden 13.9% minder sociaal gedrag richting controle in vergelijking met GonaCon behandelde merries. Verder valt op dat lange-termijn studies gericht op de invloed van GnRH vaccinatie op sociale structuur en hiërarchieën bij paarden, of op andere voor welzijn relevante gedragingen ontbreken. Potentiële lange termijn gevolgen, b.v. gebaseerd op de afwezigheid van veulens die het gedrag binnen kuddes longitudinaal kunnen beïnvloeden (Baker, 2018) kunnen dus niet uitgesloten worden.

GonaCon is niet in Europa geregistreerd; echter, in het Verenigd Koninkrijk is het wel getest als anticonceptief op dassen in gevangenschap (Cowan et al, 2019) en ook op vrijlopende geiten in Great Orme (Conwy, VK; geen wetenschappelijk publicaties). Een vergelijkbaar GnRH vaccin, Improvac, is in Nederland geregistreerd voor gebruik op mannelijke biggetjes om berengeur te voorkomen. Improvac is ook 'off label' bij gehouden paarden gebruikt om reproductief gedrag te onderdrukken, maar nog niet in vrijlopende dieren. In een experiment met 65 gehouden merries bleek 2 keer vaccineren met een interval van 35 dagen voldoende te zijn om de cyclus stil te leggen bij alle behandelde dieren. De cycliciteit keerde terug na een periode tussen de 232 en 488 dagen (Schulman et al 2013) bij 92% van de merries; bij 8% is de cycliciteit niet binnen 2 jaar teruggekeerd. Zwellingen op de plaats van de injectie waren minimaal en kortdurend. Wel wordt opgemerkt dat in de regel de effectiviteit van een anticonceptief vaccin op vrijlopende dieren lager is dan bij gehouden dieren; dit heeft waarschijnlijk te maken met een betere gezondheid en een krachtiger immuunsysteem bij gehouden dieren (Miller et al, 2013).

- iii. *PZP vaccin*: De meest ervaring met, en literatuur over, anticonceptie bij wilde of verwilderde dieren betreft het PZP vaccin. Hieronder is het meest bekende voorbeeld de paardenpopulatie

op Assateague Island waar PZP eerst gedurende enkele jaren getest werd en vanaf 1994 is ingezet voor beheer bij een populatie van 166 paarden (Turner & Kirkpatrick, 2002; Kirkpatrick & Turner, 2008). Observatie van deze populatie leverde veel basisinformatie over de effectiviteit, nevenwerkzaamheden, voor- en nadelen van ZP-vaccinatie. Het PZP-programma op Assateague is geïnitieerd met een jaarlijks vaccinatieprogramma, in de wetenschap dat de eerste vaccinatie weinig anticonceptief effect zou hebben. Echter, in het eerste jaar is veel moeite gedaan om bijna alle merries te vaccineren (76 individuen: 95%). Op deze manier is een gevoelige merriepopulatie gecreëerd waar één booster vaccinatie voldoende zou zijn voor effectieve anticonceptie. Het vaccin is toegediend via Pneu-Darts van een afstand tussen de 10 en 55m. Omdat de paarden jarenlang nauwkeurig gemonitord werden, kon berekend worden dat het vaccin gemiddeld 96% effectief was. Twee jaar na het opstarten van het anticonceptieprogramma was de populatie gestabiliseerd. Vanaf het 3^e jaar is het percentage behandelde merries verlaagd (52% per jaar) en de strategie is jaarlijks aangepast om ervoor te zorgen dat er voldoende veulens geboren werden. Tussen de 8 en 11 jaar na de opstart van het programma begon het aantal paarden te dalen. De opbouw van de paardenpopulatie is als gevolg van anticonceptie verschoven qua leeftijdsopbouw (in 1994 waren 14% van de merries ouder dan 15; in 2006 was dit 50%) en seks ratio (van 1:1 in 1994 tot 1:1.67 [mannelijk:vrouwelijk] na anticonceptie) vooral omdat merries die > 3 keer behandeld zijn geweest, langer leefden wegens een toename in lichaamsconditie (Kirkpatrick & Turner, 2007). De auteurs concludeerde dat PZP-vaccinatie kon leiden tot stabilisatie van populatieomvang binnen 2 jaar, mits er begonnen werd met een hoge intensiteit (een hoog percentage behandelde vrouwelijke dieren). Wat betreft reversibiliteit, bleek dat als merries 3 jaar op een rij behandeld waren en daarna niet meer, het gemiddeld 3.7 jaar (1-8 jaar) duurde tot dat ze weer vruchtbaar werden. Inmiddels is duidelijk dat hoe vaker een merrie behandeld werd hoe langer voordat de vruchtbaarheid weer terugkeert. Wel dient opgemerkt te worden dat het oorspronkelijke vaccin gebruikte van Freund's adjuvans wat bekend is als een agressieve stof. Desondanks kwamen injectie gerelateerde abcessen zelden voor (3 uit 381 injecties), alhoewel injectie site granulomata gebruikelijk waren. In de loop der jaren, werden de merries steeds moeilijker te darten (in 2005 meer dan 2 keer zo veel dagen nodig om ongeveer hetzelfde aantal merries te darten als in 1994).

Ransom et al (2011) beschrijven een PZP-vaccinatieprogramma opgestart met 2 vaccinaties en voortgezet met jaarlijkse boosters. Op twee verschillende locaties, noteerden zij een geboortepercentage van 6.6% en 17.7% bij behandelde merries in tegenstelling tot 60.1% en 62.8% bij niet behandelde merries. Zij stelden verder vast dat het hogere geboortepercentage op één locatie vooral te maken had met enkele merries die elke jaar een veulen baarden en klaarblijkelijk niet reageerden op de behandeling. Het adjuvans gebruikt was weer gebaseerd op Freund's. Er zijn ook ervaringen met een PZP-vaccin geformuleerd als een eenmalige behandeling met AdjuVac adjuvans (SpayVac). Killian et al (2008) rapporteerde een anticonceptief succes van 83% gedurende drie jaar in 12 gehouden merries. In Pauls Valley (Oklahoma, VS), hebben Roelle et al (2017) 30 verwilderde merries gevangen en met SpayVac geformuleerd met een 'Modified Freund's Adjuvans' behandeld. Geboortepercentages bij een 30-tal niet behandelde merries over een periode van drie jaar waren 100%, 96,7% en 100% vergeleken met 13.3%, 46.7% en 43.3% bij SpayVac behandelde merries. Kortom, een duidelijke verlaging maar minder effectief als jaarlijkse behandeling; de auteurs geven een te

lage dosis PZP en de keuze voor een milder adjuvans als mogelijke redenen voor het teleurstellend anticonceptief effect. Bijna 30% van de merries lieten een injectieplaats gezwel zien en 6% ontwikkelden een abces. Echter, de merries waren niet kreupel en lieten geen pijn reactie zien tijdens het palperen van de injectieplek.

(b) *Edelherten (en andere hertensoorten)*

Er is weinig in de literatuur te vinden over populatiebeheer bij Europese edelherten (*Cervus elephas*) middels anticonceptie. Wel is er literatuur over anticonceptie bij Amerikaanse edelherten (*Cervus elaphus nelsoni* en *Cervus elaphus nannodes*).

- i) *GnRH vaccin*: Powers et al (2011) hebben een enkele dosis GonaCon getest voor het effect op de reproductieve functie bij 10 gehouden Amerikaanse edelherten. Vaccinatie door middel van een handinjectie op 80-100 dagen van de dracht had geen effect op het behouden van de op dat moment aanwezige dracht of de gezondheid van de kalveren die daaruit voortkwamen. In de 4 jaren na GonaCon vaccinatie was het drachtigheidspercentage bij behandelde edelherten hinden 10, 25, 50 en 75% in vergelijking met 100, 100, 100 en 86% bij niet behandelde dieren. Reproductieve interacties met mannelijke dieren namen bij behandelde hinden toe, alhoewel er weinig paringen zijn waargenomen. Wel vond een kortdurend milde ontstekingsreactie plaats en is bij 6 van 17 dieren behandeld met adjuvans een steriel abces ontwikkeld, alhoewel dit niet hinderlijk leek te zijn voor locomotie. Het vaccin is later ook op 60 vrij-levende Amerikaanse edelherten in de Rocky Mountain National Park (Colorado, VS) getest (Powers et al, 2014). De dieren zijn met een dart geïmmobiliseerd en het vaccin is met de hand geïnjecteerd. Drachtigheidspercentages een, twee en drie jaar na behandeling waren respectievelijk 0, 31 en 65%. Onder de niet behandelde hinden varieerde het jaarlijkse drachtigheidspercentage tussen de 75% en 90%. Behandelde dieren waren niet zichtbaar kreupel en er was geen injectieplaats zwelling te zien van afstand. Echter, bij het slachten bleek dat alle behandelde dieren een granuloma/abces ontwikkeld hadden variërend in omvang van 1-500 ml. Eén conclusie is dat het vaccin minder krachtig werkte bij vrijlopende Amerikaanse edelherten als bij gehouden dieren. Daarnaast is het risico op abcesformatie hoog en mogelijk gelinkt aan de Mycobacteria dat onderdeel zijn van het AdjuVac adjuvans (Powers et al, 2014). Er is bij de vrijlopende Amerikaanse edelherten niets vermeld over de effecten op reproductief of sociaal gedrag.
- ii) *PZP-vaccin*: Bij een andere type Amerikaanse edelherten (*Cervus elephas nannodes*) is het gebruik van PZP-vaccinatie beschreven (Shideler et al, 2002). In totaal zijn 58 hinden gevangen met netter geschoten uit een helicopter; de hinden zijn geïmmuniseerd met PZP-vaccin versterkt met Freund's adjuvans. Ze kregen ook een radio-collar om ze vervolgens te kunnen traceren; boosters zijn 3-6 weken later aan 44 van de hinden op afstand via een dart toegediend. Geboortepercentages in de jaren na vaccinatie waren 4, 5 en 6% bij behandelde hinden vergeleken met 77, 32 en 66% bij niet behandelde dieren. De auteurs geven verder aan dat bijna 80% van de totaal bemoeide kosten (\$13000) arbeid betrof.

PZP-vaccinatie is uitgebreider gebruikt op witstaartherten (*Odocoileus virginianus*; b.v. Rutberg et al, 2013). Rutberg et al (2013) gebruikte de SpayVak vaccin met of Adjuvac of Modified Freund's complete adjuvans geïnjecteerde met de hand na vangen van de dieren. Afkalf

percentages bij SpayVak behandelde dieren was 31.2% tegenover 79.6% voor niet gevaccineerde vrouwelijke dieren. De lager dan verwachte respons had volgens de auteurs deels te maken met vaccin samenstellingen die onvoldoende werkten. Curtis et al (2002) beschrijft het gebruik van PZP met Freund's compleet adjuvans (FCA) met de hand geïnjecteerd gevolgd door PZP met Freund's incompleet adjuvans (FIA) toegediend 5-7 maanden later op afstand via een dart. In de volgende drie seizoenen was het gemiddelde aantal kalveren geboren per vrouwelijke dier 0.11, 0.1 en 0.28 tegenover 1.22, 1.38 en 1.31 onder niet-behandelde dieren. PZP-gevaccineerde dieren lieten meer reproductief gedrag over een langere periode zien dan controledieren. Op Fire Island (New York, VS) zijn witstaartherten uitsluitend met gebruik van pijlen met een markeerstof (verf) geïmmuniseerd; hier was ook de eerste dosis samengesteld met FCA gevolgd door boosters met FIA (Naugle et al, 2002). In totaal zijn 353 dieren behandeld waarvan 60% een steriel gezwel van 2-8cm ontwikkelde dat 1-4 weken lang zichtbaar was.

(c) Runderen

Er is weinig literatuur te vinden over het gebruik van anticonceptie bij vrijlopende runderen. Echter, het gebruik van GnRH analogen is in hoofdstuk 4 beschreven en zijn er wel wat rapporten over het inzet van GnRH vaccins

i) GnRH vaccin

GonaCon is getest op 42 verwilderde runderen in Hong Kong (Massei et al, 2018). De dieren zijn met een dart geïmmobiliseerd en het vaccin is met de hand geïnjecteerd. Om de behandelde dieren later te kunnen herkennen hebben ze in beide oren een tag gekregen. Drie tot zes maanden later is een booster vaccinatie toegediend en een jaar later zijn de effecten beoordeeld. Op het moment van de eerste behandeling was 76% van de dieren drachtig; een jaar later was slechts 6% drachtig (in vergelijking met 67% en 57% bij een met fysiologisch zout behandelde controle groep). Er zijn geen injectieplek zwellingen waargenomen. Echter, het is niet bekend hoe lang de dieren onvruchtbaar bleven nog is het vermeld of er lange termijn effecten zijn op gedrag of gezondheid. In Switzerland is het GnRH vaccin, Bopriva, getest op 76 Eringer koeien met als doel de oestriscie cycliciteit tijdens de periode van weidegang te onderdrukken (Hirsbrunner et al, 2017). De dieren zijn 2 keer gevaccineerd met een interval van ongeveer 4 weken. Het pericde waarin het cyclis onderdrukt werd, werd beïnvloed van de interval tussen de vaccinaties; 113 dagen bij een interval van minder dan 28 dagen; 191 dagen bij 28-35 dagen en 229 dagen bij een interval van 28-35 dagen. De dieren lieten een mild injectie plek zwelling zien gekoppeld met lichte pijn gedurende 2-9 dagen.

ii) PZP vaccin

Hoewel het rund genoemd wordt als één van de soorten waarop PZP succesvol getest is (Kirkpatrick et al, 2009), is er geen literatuur te vinden over het gebruik van PZP vaccins bij vrijlopend of gehouden runderen.

Tabel 5.1: Technieken beschreven voor anticonceptie bij grote grazers: hoe, hoe vaak, wanneer en verwachte effectiviteit.

	Uitvoering	Hoe vaak / wanneer	Effect vanaf	Effectiviteit (duur)
Chirurgie 1. Castratie 2. Vasectomie 3. Ovariectomie	Onder algeheel anesthesie	Eenmalig	Behandeling	100% (permanent) 1. Op populatie niveau – gering. Andere stieren/hengsten worden dominant. 2. Niet dominante stieren/hengsten zullen voor nakomelingen zorgen.
Intrauterien device	Verdoving of algeheel anesthesie	Eenmalig – bij niet drachtige dier	Behandeling	80% in de eerste jaar; <30% daarna (onbetrouwbaar) Uitsluitend bij het paard
GnRH analogen	Subcutaan injectie (met de hand)	Jaarlijks bij niet drachtige dieren; voorafgaande aan de bevruchting (b.v. juli-augustus bij edelhert)	< 1 week (cyclus onderdrukken)	Effectiviteit voor anticonceptie niet gerapporteerd. (200 dagen – Amerikaanse edelhert) (300 dagen – rund) Niet effectief bij paarden
GnRH vaccin	Intramusculaire injectie Hand of dart	i. 2 keer met 4-6 week interval ii. Jaarlijks i. & ii. Bij voorkeur – winter iii. 1 keer in de 4 jaar (lang werkend)	Antilichaam titer stijgt < 1 week na 2 ^e injectie (1 ^e injectie – lang werkend) Als het dier drachtig is op moment titer stijging, onvruchtbaar na het bevallen. i. & iii. 2 ^e jaar onvruchtbaar iii. 3 ^e jaar onvruchtbaar	i. & ii. >90% vanaf 2 ^e vaccinatie (1 jaar: na > 3 vaccinaties wordt duur van onvruchtbaarheid langer) iii. ~35% (3 jaar). > 90% na 2 ^e vaccinatie (>4 jaar)
ZP vaccin	Intramusculaire injectie Hand of dart	iv. 2 keer met 4-6 week interval v. Jaarlijks i. & ii. Bij voorkeur – winter i. 1 keer in de 4 jaar (lang werkend)	Antilichaam titer stijgt < 1 week na 2 ^e injectie (1 ^e injectie – lang werkend) Als het dier drachtig is op moment titer stijging, onvruchtbaar na het bevallen. i. & iii. 2 ^e jaar onvruchtbaar iii. 3 ^e jaar onvruchtbaar	i. & ii. >90% vanaf 2 ^e vaccinatie (1 jaar: na > 3 vaccinaties wordt duur van onvruchtbaarheid langer) iii. ~35% (3 jaar). > 90% na 2 ^e vaccinatie (>4 jaar)

Tabel 5.2: Technieken beschreven voor anticonceptie bij grote grazers: veiligheid en registratie voor gebruik.

	Overdraagbaar via omgeving	Abortus bij drachtige dier	Belangrijke belemmeringen	Registratie voor anticonceptie (humaan consumptie)
Chirurgie 1. Castratie 2. Vasectomie 3. Ovariectomie	Nee	1. & 2. Niet van toepassing 3. Vóór 100 dagen van de dracht (merrie): Vóór 150 dagen en na 240 dagen (koe). Niet beschreven - edelhert	Inbreuk op dierlijke integriteit. Invasief operatie bij vrouwelijke dier (met bijbehorende risico's). Irreversibel – risico op populatie instort. 1. &2. Risico genetische sterkste mannelijke dieren uitgesloten van fokpopulatie.	Niet van toepassing
Intrauterien device (IUD)	Nee	Ja	Niet zichtbaar als IUD verloren raakt (aannemelijk bij bevalling/nakomeling)	Niet van toepassing
GnRH analogen	Zeer onwaarschijnlijk (oraal beschikbaarheid zeer laag)	Niet bekend (onwaarschijnlijk)	Niet werkzaam bij paarden. Uitsluitend bij niet drachtige dieren.	Suprelorin – mannelijke honden en fretten (NL). Ovuplant – merrie (NL); inductie ovulatie (wachttijd – 7 dagen). Beide - in gebruik nemen via cascade (direct).
GnRH vaccin	Alleen als darts in de omgeving worden achtergelaten	Nee	GonaCon – mycobacterium avium in adjuvans (positief voor Johnes / TB)	GonaCon – VS (pest controle). In VK getest op dassen/geiten. Toestemming voor gebruik – langdurig (vergunning). Improvac – NL (varken - bierengeur voorkomen (wachttijd 0 dagen). Via cascade. Bopriva – Nieuw Zeeland (stier: mannelijk gedrag onderdrukken). Via vergunning. Equity – Australia / NZ (merrie: hengstigheid onderdrukken). Via vergunning.
ZP vaccin	Alleen als darts in de omgeving worden achtergelaten	Nee	SpayVak – mycobacterium avium in adjuvans (positief voor Johnes / TB). PZP – eiwitten uit geslachte varkens. reZP – nog niet in het veld getest.	SpayVak – VS (pest controle) PZP – niet in Europa geregistreerd. Wel in wilde paarden in Danube Delta in gebruik (Roemenië). Via vergunning. reZP – geen registratie. Inzetten als dierproef.

Tabel 5.3: Technieken beschreven voor anticonceptie bij grote grazers: effecten op gezondheid, gedrag en sociaal structuur

	Effecten op gezondheid of welzijn (korte termijn)	Effect of gezondheid of welzijn (langere termijn)	Effect op reproductief gedrag	Effect op sociaal gedrag en structuur
Chirurgie 1. Castratie 2. Vasectomie 3. Ovariectomie	Risico op wond infectie / stress bij verdoven / sterfte als gevolg van complicaties (~2%)	Niet beschreven bij vrijlopende dieren. Waarschijnlijk geen nadelige effecten. Vermoedelijk - toename lichaamsconditie, verlengde levensduur. Genetische diversiteit neemt af.	1. Dominantie positie verliezen 2. Uitputting a.g.v. verlengde dek/bronst seizoen 3. Merrie / hinde toont alsnog interesse in mannelijke dier.	1. Verlies van dominantie 3. Merrie – vaker van harem wisselen – leidend tot sociaal onrust. Niet bekend – effect van verminderde aantal jonge dieren.
Intrauterien device (IUD)	Nee	Nee	Terugkerende hengstigheid	Niet bekend
GnRH analogen	Niet – als het met de hand toegediend wordt	Onwaarschijnlijk	Merrie / hinde toont alsnog interesse in mannelijke dier.	Niet bekend
GnRH vaccin	Pijn, zwelling bij injectieplek (50-70%) – meestal kortdurend. Risico op abces vorming (1-10%)	Toename lichaamsconditie en verlengde levensduur (behandelde vrouwelijke dieren). Impact op genetisch diversiteit te verzachten door strategische keuzes (welke dieren behandelen).	Merrie / hinde toont alsnog interesse in mannelijke dier.	Toename – gemiddelde leeftijd / % dieren in oudere leeftijdsklassen. Onbekend – effecten van gebrek aan geboortes / jonge dieren.
ZP vaccin	Pijn, zwelling bij injectieplek (50-70%) – meestal kortdurend. Risico op abces vorming (1-10%)	Toename lichaamsconditie en verlengde levensduur (behandelde vrouwelijke dieren). Impact op genetisch diversiteit te verzachten door strategische keuzes (welke dieren behandelen).	Terugkerende oestrus. Verlengde bronst/dek seizoen. Na meerder vaccinaties – zal cyclus ook onderdrukt worden	Toename – gemiddelde leeftijd / % dieren in oudere leeftijdsklassen. Onbekend – effecten van gebrek aan geboortes / jonge dieren.

6. Populatieanalyse grote grazers OVP; ontwikkelen van voorspellende modellen

a) Een eerste eenvoudige scenario-analyse edelherten en konikpaarden OVP

De OVP vormt een complex systeem en de vele niet-lineaire verbanden en invloeden maken het lastig om een populatiemodel te maken dat in staat is om absolute aantallen dieren van de verschillende populaties nauwkeurig te voorspellen. Een vergelijkende (relatieve) analyse van mogelijke scenario's is wel mogelijk. Voor zo'n analyse gericht op sterfte/overleving en/of fertiliteit van een beperkt aantal soorten, op de niet al te lange termijn en in een fase waarin de hoeveelheid voedsel niet meteen beperkend is, zijn matrix populatiemodellen geschikt (Crouse et al, 1987; Caswell, 2001). Deze modellen worden dan niet geacht om voorspellingen te doen over populatieomvang. Ze kunnen echter wel, vergelijkenderwijs, in kaart brengen welke maatregelen een bepaald doel, zoals het constant houden van een populatie, kunnen realiseren en met welke inspanning. Het gaat daarbij dan om een ruwe schatting, waarbij de orde van grootte relevant is in plaats van de absolute voorspelling. Zo is mogelijk om met dergelijke modellen de effecten van een ingreep in de vruchtbaarheid op de populatiegroei te voorspellen. Andersom is het mogelijk om met diezelfde modellen te schatten hoe sterk een gegeven ingreep moet zijn om de populatieomvang constant te houden. Men kan bijvoorbeeld schatten welk percentage van de vrouwelijke dieren onvruchtbaar gemaakt zou moeten worden (bijvoorbeeld door vaccinatie) om de populatiegroei te stoppen. Het gaat er dan niet om waarde te hechten aan een voorspelling van een benodigde reductie met, zeg 41.5%; de waarde ligt erin dat men kan zien of er een reductie nodig is van 10-30% of eerder van 60-70% om het doel te bereiken. Dat kan het verschil maken tussen een maatregel die praktisch uitvoerbaar is en eentje die dat niet is.

Bij scenarioanalyses worden de effecten van bepaalde ingrepen of toekomstige veranderingen berekend ten opzichte van een uitgangssituatie. Een dergelijke relatieve vergelijking kan waardevolle inzichten geven, ook als de modellen in absolute zin een (te) grote versimpeling van de werkelijkheid zijn. Simpele modellen maken het mogelijk trends te ontdekken en om vuistregels vast te stellen, bijvoorbeeld over de minimaal te vaccineren fractie van de populatie voor een gewenst effect. Voor de praktische beslissingen voor beheer en de praktische uitvoering van deze beslissingen zijn dergelijke ruwe schattingen en vergelijkingen vaak voldoende. Een hele precieze beschrijving van het systeem (die in feite onmogelijk te geven is en bovendien aan voortdurende verandering onderhevig is) voegt niets toe voor een dergelijk doel. Het kan zelfs, door de enorme onzekerheid in veel van de factoren die van invloed zijn schijnnaauwkeurigheid geven die elke vermeend precieze schatting sterk vertroebeld (en dus nutteloos maakt).

Dit hoofdstuk is niet zo zeer een literatuuronderzoek, maar een eerste aanzet om met behulp van schattingen uit de literatuur van de ingrediënten voor een matrixpopulatiemodel een indruk te geven van de inspanning die nodig is bij beheer via beïnvloeding van de fertiliteit. In de nieuwe situatie van eind 2019, zijn de populaties konikpaarden en edelherten sterk gereduceerd tot een omvang die vergelijkbaar is met de situatie eind jaren '90. Voor de heckrunderen heeft regulatie in de afgelopen jaren een toestand gecreëerd die, wat omvang betreft, al vergelijkbaar was met begin jaren '90. Naar verwachting is de reductie van alle soorten sterk genoeg om enkele jaren groei mogelijk te maken zonder dichtheidsafhankelijke rem vanwege competitie om voedsel. We mogen dan veronderstellen dat een lineair model (dat de eerste jaren zal leiden tot exponentiële groei) toepasselijk is en het voedsel vooralsnog niet limiterend. Dit maakt matrix populatiemodellen zeer geschikt voor de analyse. Ingrediënten van en dergelijk model zijn schattingen van overlevingskansen van jaar tot jaar voor de

verschillende leeftijden (of leeftijdsklassen) en de vruchtbaarheid op die leeftijden (gedefinieerd als geboren nakomelingen die het eerste levensjaar overleven). Deze schattingen zijn lastig te verkrijgen om (minstens) twee redenen: 1) recente kennis van de populatie refereert aan de situatie van de laatste jaren waarbij er sprake was van overbevolking en een dichtheidsafhankelijke rem (overleving en vruchtbaarheid zullen over het algemeen hoger liggen in een nog groeiende populatie zonder competitie en rem); 2) eventuele kennis van de situatie die qua omvang overeenkomt (jaren '90) is wellicht ook slecht vergelijkbaar omdat de populaties daar al in een exponentieel groeiende fase zat met een ongetwijfeld andere leeftijdsopbouw vergeleken met de huidige situatie en een andere toestand van de dieren. Gebrek aan bruikbare informatie uit de OVP zelf maakt dat informatie uit de literatuur gebruikt moet worden voor schattingen. Daar zijn voor de edelherten langere tijdreeksen bekend van andere populaties in verschillende, soms vergelijkbare, omstandigheden. Voor de konikpaarden en hekrunderen ligt dit nog moeilijker omdat we daar voor schattingen moeten uitwijken naar andere paarden- en runderenrassen in vaak beduidend andere omstandigheden en ecosystemen.

Zoals gezegd, door de actieve reductie in omvang van de edelherten en de konikpaarden (en de door het ecosysteem zelf op natuurlijke wijze al tot stand gebrachte reductie van de populatie hekrunderen) is de populatiegrootte vanaf eind 2019 vergelijkbaar met die van de jaren '90. In die periode verkeerden alle drie de populaties nog in een fase van exponentiële groei. De groeisnelheden lagen bovendien hoog, met een jaarlijkse aanwas van tussen de 20% en 30% (Vulink & van Eerden, 1998). De conditie van de dieren, de genetische samenstelling van de populaties, de leeftijdsopbouw van de populaties en de toestand van het gehele ecosysteem waarin deze groei plaatsvond zijn echter zeer waarschijnlijk anders dan op dit moment (eind 2019). Omdat al deze factoren de reproductie en overleving beïnvloeden, mag er niet zomaar verwacht worden dat gelijkheid van populatiegrootte betekent dat de populaties zich nu ook zullen gaan ontwikkelen zoals in de jaren '90. Ook al zou er gedetailleerde informatie zijn over de huidige populatieopbouw voor de drie diersoorten, de huidige overlevingskansen per jaar en de huidige reproductiecapaciteit per jaar (beide voor elke leeftijd), dan is nog de vraag hoe groot de voorspellende waarde daarvan is. Met name de conditie en samenstelling zijn mogelijk belangrijk anders voor dieren die in een voedselrijke situatie komen vanuit een situatie van jarenlange schaarste in een ecosysteem dat voor deze soorten op maximale belasting functioneerde, dan voor dieren die al jaren in een voedselrijke situatie verkeren. Er is daarom slechts heel globaal een schatting te maken van de groei die gaat optreden en de waarden van de variabelen die deze groei bepalen, ten behoeve van de analyse van toekomstige beheersscenario's. Het is van essentieel belang dat direct na de getalsmatige 'reset' van de populatie, er gedetailleerde gegevens worden verzameld van de overleving en reproductie om in de komende jaren een nauwkeurigere inschatting te kunnen maken (als grondslag voor beheerkeuzes).

Het centrale idee van matrix populatiemodellen is dat er opeenvolgende klassen van individuen worden onderkend, bijvoorbeeld leeftijdsklassen of ontwikkelingsstadia (pasgeboren, juveniel, sub-adult, adult). De ingrediënten van het model zijn de overlevingskansen per klasse en de vruchtbaarheid/fertiliteit/reproductie per klasse (aantal nakomelingen per vrouwelijk dier per jaar dat het eerste levensjaar overleeft). Het model berekent dan de aantallen dieren in de verschillende klassen in het volgende jaar, gegeven de aantallen in het huidige jaar. De theorie achter deze matrixmodellen geeft aan dat de populatie, bij gelijkblijvende omstandigheden, naar een vaste jaarlijkse groeifactor evolueert en naar een stabiele verdeling over de klassen (bijvoorbeeld een

leeftijdspiramide). Uiteraard blijven de omstandigheden in diverse opzichten niet vele jaren gelijk en zal de groei ook per jaar door allerlei kans invloeden verschillen. Als model echter kan deze weergave een goed instrument zijn voor het maken van afwegingen in het beheer van de populatie, en de methode wordt ook als zodanig zeer breed gebruikt, ook voor populaties in soortgelijke omstandigheden als in de OVP.

De volgende variabelen (verschillend voor de verschillende diersoorten) zijn van belang voor afwegingen van beheer en verschillen tussen scenario's:

- Groeifactor R van de populatie van jaar tot jaar ($R = 1$ bij een constante populatie)
- Generatieduur T van de populatie (de gemiddelde tijd tussen de geboorte van een vrouwelijk individu en de geboorte van haar nakomelingen)
- Groeisnelheid r van de populatie (percentage groei per jaar; $r = 0$ bij een constante populatie).⁴

We maken hieronder enkel gebruik van de groeifactor R en de groeisnelheid r .

Er zijn een aantal basis-ingrediënten die nodig zijn voor het bepalen van de populatiegroei (zie technische appendix). Deze ingrediënten zijn specifiek voor elke diersoort en veelal ook afhankelijk van de omstandigheden waarin de populatie zich bevindt. De fertiliteit kan sterk verschillen, maar ook de overlevingskansen hangen af van de lokale omstandigheden. Kleine verschillen kunnen grote effecten hebben op de populatievariabelen die boven zijn genoemd. Hoe gevoelig de verschillende variabelen zijn voor variatie in de ingrediënten kan worden bepaald met behulp van de gegeven ingrediënten.

Door de verschillende ingrediënten aan te passen is het mogelijk te berekenen wat de effecten van die aanpassingen zijn op de populatiegroei en populatiesamenstelling. Zo kan gekeken worden naar scenario's waarbij er sprake is van afschot met een bepaald percentage (overlevingskans gaat navenant omlaag in alle of in geselecteerde klassen) en/of waar er sprake is van verminderde vruchtbaarheid. In dat laatste geval kan bijvoorbeeld worden gekeken wat de effecten zijn van een reductie door vaccinatie tot 90%, 80%, Er kan echter ook worden gekeken bij welk percentage reductie van de fertiliteit de populatiegroei R gelijk aan 1 wordt. Dat geeft dan het minimale percentage reductie aan om een constante populatie te bereiken, bij verder gelijkblijvende omstandigheden.

Het is belangrijk te realiseren dat de wijze van berekenen van het effect van vaccinatie op de groeifactor uitgaat van het behandelen van een fractie v van de populatie, elk jaar opnieuw. De interpretatie is dan dat we een vaccin hebben dat gedurende 1 jaar het gevaccineerde dier waar het vaccin aanslaat (met kans $p\%$, op 100% gezet voorlopig, afhankelijk van het gekozen middel en toediening) onvruchtbaar maakt (met een effectiviteit van $q\%$, op 100% gezet voorlopig, afhankelijk van het gekozen middel). Vaccinatie wordt elk jaar aan $v\%$ willekeurig gekozen vrouwelijke dieren toegediend. Men kan er ook voor kiezen te rekenen met vaccinatie van specifieke leeftijden of leeftijdsklassen, maar ook dan geldt de bovenstaande interpretatie voor elk van de klassen.

⁴ Technisch terzijde: $r = \ln(R)/T$ (met 'ln' de natuurlijke logaritme).

Alvorens naar de resultaten te kijken voor edelherten en konikpaarden is het goed te realiseren welke andere veronderstellingen er achter de berekening schuilgaan (naast de eerder al genoemde).

- i) We veronderstellen een gelijke seks-ratio in de populatie (mannelijke dieren-vrouwelijke dieren verhouding 1:1). Dat is geen absolute eis, maar eenvoudiger als eerste analyse. Het is mogelijk soortgelijke modellen te maken met twee geslachten, maar dat is alleen zinvol als er een scheve verhouding mannelijke dieren/vrouwelijke dieren is en als we over geslacht-specifieke data beschikken. Naar opgave van Perry Cornelissen (persoonlijke communicatie) was in de OVP de seks-ratio bij alle drie de grazers ongeveer 1:1 in de beginperiode, maar werd de verhouding scheef bij hogere dichtheden in de meer recente periode (1:10) bij de edelherten met dus beduidend meer vrouwelijke dan mannelijke dieren. Het is vooralsnog niet duidelijk in hoeverre die scheve seks-ratio behouden is gebleven bij de reductie van de edelherten en konikpaarden populaties. Bij edelherten van 1 jaar en ouder was de verhouding 1:4 in de zomer van 2019 (Perry Cornelissen, persoonlijke communicatie). Als de verhouding beduidend afwijkt van 1:1 in de nieuwe situatie, naar verwachting ten gunste van vrouwelijke dieren, dan zal er zeker in de begin jaren meer gevaccineerd moeten worden dan op grond van de modelberekeningen.
- ii) We veronderstellen dat het middel dat wordt toegepast om vruchtbaarheid te verminderen geen effect heeft op de overleving van het behandelde dier. In werkelijkheid is het denkbaar dat de overleving van succesvol behandelde vrouwtjes hoger is (Kirkpatrick & Turner, 2007). Drachtig zijn en het voeren van een veulen of kalf in het eerste levensjaar zijn namelijk energetisch ingrijpende gebeurtenissen. Naar verwachting zullen vrouwelijke dieren die in een jaar niet drachtig zijn en geen kalf/veulen opvoeden beter gevoed en met meer vetreserves de winter ingaan en die winter dus met een grotere kans overleven dan drachtige vrouwelijke dieren van dezelfde leeftijd. Omdat we geen data hebben over een eventueel positief effect op overleving te schatten laten we het aspect in deze eerste analyse achterwege. Een beduidend hogere overleving bij vaccinatie zal vragen om een hogere vaccinatiegraad om het gewenste effect op de populatiegroei te bereiken.
- iii) We veronderstellen dat het vaccin (of in het algemeen de fertiliteitsbehandeling) gedurende 1 jaar effect heeft en dat we elk jaar een willekeurige fractie v succesvol behandelen. Afhankelijk van het gekozen middel zal het model moeten worden aangepast. Bij middelen die herhaalde toediening nodig hebben om een hoge effectiviteit te bereiken moet steeds onderscheidt worden gemaakt (ook) in het model tussen dieren die niet behandeld zijn, die één keer behandeld zijn, die twee keer behandeld zijn, et cetera, waar het effect van de behandeling beduidend van dat aantal afhangt. In principe vraagt een geringere effectiviteit bij eerste behandeling om een hogere vaccinatiegraad om het gewenste effect op de populatiegroei te bereiken. Echter, herhaalde behandeling gaat waarschijnlijk samen met een langere onvruchtbaarheid (Kirkpatrick et al, 2011) en met een kans dat een vaker-behandeld vrouwelijk dier haar verdere leven onvruchtbaar blijft. Dat effect maakt dat men op termijn met een lagere vaccinatiegraad kan volstaan. Immers bij langere duur van de onvruchtbaarheid neemt de fractie van de populatie die succesvol beschermd is elk jaar toe bij gelijkblijvende inspanning. Iets soortgelijks geldt voor methoden die al met één behandeling effectief zijn en waarbij de effectiviteit langer dan een jaar gegarandeerd is.
- iv) We veronderstellen dat de behandeling wordt toegepast op alle leeftijdsklassen waarin vruchtbare vrouwelijke dieren voorkomen. Als de behandeling alleen voor bepaalde

leeftijdsklassen wordt ingezet dan is een hogere vaccinatiegraad nodig om het gewenste effect te bereiken.

- v) We veronderstellen dat het gebruikte middel bij 100% van de behandelde dieren aanslaat en dat, als het aanslaat, de vruchtbaarheid met 100% wordt geremd. Als een van beide fracties minder is dan 100% dan is een hogere vaccinatiegraad nodig om het gewenste effect te bereiken op de populatie.
- vi) We veronderstellen overleving en fertiliteit per leeftijdsklasse zoals die in de literatuur voorkomen. Als fertiliteit en overleving in de OVP hoger liggen, in de nieuwe situatie na de reductie, dan is een hogere vaccinatiegraad noodzakelijk om het gewenste effect te bereiken. Hier zal nader onderzoek en monitoring van de doelpopulatie noodzakelijk zijn.

We zien uit het bovenstaande dat de meeste veronderstellingen een grotere inspanning vragen om het doel van een constante populatie te bereiken. Alleen de eigenschappen van het gebruikte middel, in het bijzonder onvruchtbaarheid die langer dan 1 jaar aanhoudt, maken dat wellicht een lagere inspanning voldoende is. In het algemeen moeten de schattingen van inspanning die hieronder worden gegeven dus als een ondergrens worden gezien.

We beperken ons in deze eerste ruwe analyse tot de twee diersoorten waar momenteel het probleem het grootst is, en waar door de beheerder op basis van het provinciaal beleidskader in 2018/2019 drastisch is ingegrepen, de edelherten en de konikpaarden.

b, Edelherten

Voor de edelherten is gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur om de ingrediënten te schatten (Lowe, 1969; Benton et al, 1995). Zoals gezegd, deze zullen afwijken van de waarden in de OVP. Echter, ook al waren er soortgelijke gegevens uit de OVP, dan nog zal het lastig zijn deze te vertalen naar de nieuwe situatie, waar de populatie edelherten in 2018/2019 drastisch is gereduceerd. Het is onbekend welk effect dit zal hebben op de overleving (P) en fertiliteit (F). Naar verwachting zullen beide stijgen door verminderde, of zelfs in eerste instantie afwezige, concurrentie om voedsel.

In Benton et al (1995) zijn gemiddelde fertiliteit en overleving gegeven per levensjaar (1-19) voor de edelhertenpopulatie op het eiland Rum over een periode van 20 jaar (1971-1991). In een eerste analyse is gekozen om leeftijden samen te nemen in zes klassen (overeenkomend met groepen leeftijden met soortgelijke overleving en fertiliteit): 1, 2, 3, 4 t/m 10, 11 t/m 15, 16 t/m 19 jaar. Uit de gegevens per levensjaar zijn de ingrediënten *overlevingskansen* en *fertiliteit* berekend voor alle zes de klassen (zie voor formules de technische appendix). Klassen 1 en 2 dragen niet bij aan de reproductie, de overleving is het laagst in klasse 6. Dit geeft een basismatrix voor het bepalen van de populatiegroei (zie technische appendix). De basismatrix heeft als groeifactor $R = 1.06$. Deze waarde is > 1 , en de populatie wordt dus verwacht te groeien. Bij een generatieduur van 4-7 jaar (Lowe 1969; Coulsen et al, 1998) is de groeisnelheid r tussen 0.8% en 1.5% per jaar. Dit is gering en veel lager dan de groeisnelheid die werd geobserveerd in de OVP toen de populatieomvang van de edelherten vergelijkbaar was met de beoogde omvang na reductie (situatie medio 1999) en de groeisnelheid meer in de orde van 5-10% lag, of zelfs 20%-30% in jaren daarvoor (Vulink & van Eerden, 1998). De verwachting is dat R en r in de nieuwe situatie van de OVP hoger liggen dan op basis van de gegevens van Rum kan worden berekend.

Ter illustratie van de berekeningen voor managementdoeleinden zijn de gegevens van Rum echter wel geschikt. Als we een reductie doorvoeren van de fertiliteit in alle leeftijdsklassen met 25% dan daalt de groeifactor naar $R = 1.02$, nog steeds > 1 . Bij een reductie met 40% krijgen we $R = 1.0$ (zie berekening in de technische appendix) en bij reductie van 50% krijgen we $R = 0.98$. We zien dus als we de gegevens gebruiken van Rum de populatiegroei tot stilstand komt (en de populatie dus gelijk blijft in omvang) als we 40% van de reproducerende vrouwelijke dieren succesvol onvruchtbaar maken of houden (Tabel 6.1).

Bij een realistischer scenario, gegeven de geobserveerde groei in de edelhertenpopulatie van de OVP in de jaren negentig van de vorige eeuw, is als voorbeeld uitgerekend wat de groeifactor zou zijn als de fertiliteit in de twee belangrijkste leeftijdsklassen voor reproductie (klasse 4 t/m 10 jaar en klasse 11 t/m 15 jaar) 2.5 keer hoger zou liggen dan op Rum. De groeifactor komt dan op $R = 1.18$, hetgeen zich vertaalt in een groei van tussen de 2.4% en 4.1% per jaar. Om een populatie met een dergelijke groeisnelheid tot stilstand te brengen is een reductie van de fertiliteit nodig met 75% (Tabel 6.1), hetgeen een substantieel grotere inspanning vergt.

Naast de groeifactor R geeft de analyse ook een schatting van de stabiele verdeling die tijdens de exponentiële groeifase wordt bereikt, van dieren over de verschillende leeftijdsklassen. Bij die leeftijdsverdeling is een verschil tussen de basissituatie en de situatie waarbij de reproductie wordt beïnvloed, bijvoorbeeld door vaccinatie. Verminderde reproductie leidt tot een verschuiving van de populatie naar de hogere leeftijdsklassen, conform de verwachting. In de basissituatie (bij een groeifactor van 1.06) is de verdeling (14%, 12%, 10%, 46%, 16%, 2%). In de situatie waarbij deze groei tot stilstand komt (40% reductie) krijgen we (10%, 9%, 8%, 50%, 20%, 3%).

(d) Konikpaarden

Voor konikpaarden is gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur voor andere populaties wilde paarden (Ransom, 2012; Wolfe, 1980). Er is in een eerste analyse gekozen voor tien leeftijdsklassen: de leeftijden 1 t/m 9 en de klasse 10-15 jaar. Dit levert een basismatrix op met een groeifactor $R = 1.23$, hetgeen redelijk overeenkomt met de geobserveerde groei in de OVP in de jaren '90 (en met de groei die is geobserveerd bij een groot aantal andere populaties wilde paarden, zie Wolfe, 1980). Bij een vaccinatie van 50% van de vrouwelijke dieren van alle leeftijden daalt de groeifactor naar 1.09. Pas bij een reductie van 70-75% wordt de grens $R = 1$ overschreden en blijft de populatie wat omvang betreft constant (Tabel 6.1). De groeifactor in de basissituatie is het gevoeligst voor de waarde van de fertiliteit van dieren die 3 jaar oud zijn, en in iets mindere mate voor de fertiliteit op leeftijd 4-6 en de overleving in de eerste levensjaren.

Ook hier is gekeken naar het effect van de fertiliteitsreductie op de stabiele leeftijdsverdeling die tijdens de exponentiële groei wordt bereikt. In de basissituatie ($R = 1.23$) is die (27%, 18%, 14%, 10%, 8%, 6%, 5%, 4%, 3%, 5%). In de situatie waarbij de reproductie met 70% wordt gereduceerd verschuift dit sterk naar hogere leeftijdsklassen (13%, 10%, 10%, 9%, 9%, 8%, 8%, 7%, 7%, 20%). Met andere woorden, in de basissituatie verwachten we 59% van de populatie in de leeftijdsklassen 1-3, terwijl die klassen bij reductie van de fertiliteit nog maar 33% van de populatie uitmaken, met name ten gunste van het aandeel van de oudste dieren (klasse > 10 jaar).

Tabel 6.1 Indicatieve berekening van de benodigde reductie in vruchtbaarheid bij edelherten en paarden om populatiegroei te remmen

<i>Reductie fertiliteit</i>	0%	25%	40%	50%	70%	75%
<i>Groefactor R</i>						
Edelhert basis (data eiland Rum)	1.07	1.02	1.00	0.98		
Edelhert data Rum met hogere fertiliteit bij 4-15-jarigen	1.18	1.14		1.08		0.99
Konikpaarden (data literatuur)	1.23			1.09	1.01	0.99

Berekeningen van de groefactor per generatie op basis van literatuurdata voor edelherten en konikpaarden voor verschillende percentages reductie van de vruchtbaarheid in alle leeftijdsklassen. De populatiegroei wordt tot stilstand gebracht als $R = 1$. De berekening is alleen bedoeld ter illustratie, de schattingen van de ingrediënten van het model komen uit de literatuur en niet van de OVP. Zie tekst voor verdere uitleg en context.

7. Juridische kaders

a) Inleiding

In hoofdstuk 5 is ingegaan op het gebruik van anticonceptie bij vrijlopende dieren. Daarin is aangegeven dat een aantal anticonceptiemiddelen of technieken niet (meer) worden gebruikt bij vrijlopende dieren omdat ze niet voldoen aan de basisvoorwaarden met betrekking tot veiligheid of effecten op gedrag. Bij bespreking van de juridische kaders worden de in hoofdstuk 5 besproken middelen en technieken als uitgangspunt genomen. Dat betekent dat voor konikpaarden wordt gekeken naar enerzijds het vangen en met de hand behandelen van dieren (bij chirurgische castratie/vasectomie/ovariectomie en vaccinatie), en anderzijds de toediening van vaccins via darts. Wat betreft edelherten wordt de toediening van vaccins via darts als uitgangspunt genomen.

Vanuit juridisch perspectief is van belang af te bakenen welke wet- en regelgeving van belang is bij eventuele toepassing van de betreffende middelen en technieken bij grote grazers in de OVP. Om die reden zal hierna in onderdeel b worden ingegaan op de status van de groter grazers als gehouden dan wel niet-gehouden dieren. Daarna worden de randvoorwaarden uit de van toepassing zijnde wet- en regelgeving besproken.

b) Uitgangspunten toepasselijke wetgeving

De discussie over de status van de grote grazers in de OVP (edelherten, heckrunderen, konikpaarden) betreft de vraag of deze dieren als 'gehouden' dan wel als 'niet gehouden' dieren moeten worden gekwalificeerd. In het arrest van 11 april 2017⁵ heeft het Gerechtshof Arnhem-Leeuwarden daarover – in lijn met eerdere jurisprudentie – als volgt geoordeeld. Het Hof overweegt dat 'volledige beschikkingmacht van de mens' over het dier het doorslaggevende criterium is of er sprake is van

⁵ Zaaknummer 200.195.797, ECLI:NL:GHARL:2017:3122. Zie ook: Gerechtshof s'-Gravenhage van 15 februari 2007, ECLI:NL:GHSGR:2007:AZ9246.

een gehouden dier. Daarvan is naar het oordeel van het Hof bij de grote grazers geen sprake. De beschikkingsmacht van de mens is slechts in beperkte mate aanwezig, van volledige beschikkingsmacht is geen sprake. Het Hof verwijst in dit verband naar de parlementaire geschiedenis van de Wet dieren en de Leidraad Grote grazers uit 2000. Volgens de Leidraad behoort de OVP tot een type natuurgebied ('grote eenheden natuurgebied') waarin het handelen van de mens een ondergeschikte rol speelt, waar natuurlijke processen een belangrijke rol spelen en waarin de populatieontwikkeling van de grote grazers een onlosmakelijk onderdeel van het ecosysteem vormt. Het Hof tekent daarbij aan dat het uitzetten van grote grazers, zoals hier in het verleden het geval is geweest, moet worden beschouwd als menselijke interventie waardoor de grote grazers niet geheel kunnen worden gelijkgesteld met wilde dieren. Het in zijn algemeenheid ten aanzien van dieren in de natuur geldende 'handen af principe' is om die reden ten opzichte van de grote grazers naar de mening van het Hof niet gewenst. Deze jurisprudentie is tot op heden ongewijzigd.⁶ De aanpassing van het beleid, waarbij de Provincie Flevoland heeft besloten om het aantal grote grazers in de OVP te verminderen, heeft niet geleid tot andere uitgangspunten wat betreft de status van de grote grazers.⁷ De hiervoor genoemde jurisprudentie wordt om die reden in dit rapport als uitgangspunt genomen bij de bespreking van de wettelijke kaders die van belang zijn bij de besluitvorming inzake anticonceptie bij grote grazers in de OVP.

c) Soortenbescherming

Aangezien de grote grazers niet als gehouden dieren worden aangemerkt, is het beschermingsregime van de Wet natuurbescherming (Wnb) van belang. De Wnb geeft onder andere een regeling voor de bescherming van soorten. Het soortenbeschermingsregime kent drie categorieën beschermde soorten, namelijk 1) vogels, 2) soorten die ingevolge de Habitatrichtlijn en deels de verdragen van Bonn en Bern moeten worden beschermd, en 3) andere soorten opgenomen in de Bijlage bij de Wnb. Alle verdere soorten worden alleen beschermd door de zorgplicht (zie hierna). Voor onderhavig rapport is van belang dat het edelhert in de Wnb wordt beschermd als 'andere soort' (zie hierna). Voor hekrunderen en konikpaarden geldt geen specifiek beschermingsregime. Deze soorten vallen dan ook uitsluitend onder de zorgplicht.

- i) Beschermingsregime edelherten:* Zoals opgemerkt wordt het edelhert in de Wnb beschermd als 'andere soort'. Dat betekent dat deze soort niet op grond van Europees recht moet worden beschermd, maar dat de nationale wetgever, aanvullend op het Europese regime, heeft gekozen voor bescherming van het edelhert. Deze bescherming houdt in dat (zie art. 3.10 Wnb) het verboden is om het edelhert opzettelijk te doden of te vangen. Ook worden vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van deze dieren beschermd tegen opzettelijk beschadigen of vernielen. Hieruit volgt – voor zover van belang in het kader van dit rapport – dat alleen handelingen waarvoor de dieren moeten worden gevangen, verboden zijn. Voor handelingen die wettelijk zijn verboden kan door Gedeputeerde Staten ontheffing of door Provinciale Staten vrijstelling worden verleend. Daarnaast kunnen Gedeputeerde Staten opdracht verlenen om de omvang van de stand van een populatie van beschermde soorten te beperken (art. 3.18 Wnb). De gronden waarop een uitzondering op de verbodsbepalingen kan worden toegestaan zijn in de Wnb limitatief omschreven. Een uitzondering kan onder andere

⁶ Zie: Voorzieningenrechter College van Beroep voor het bedrijfsleven 11 maart 2019, ECLI:NL:CBB:2019:85.

⁷ Dit kan onder andere worden afgeleid uit Beleidskader Beheer Oostvaardersplassen. Stand van zaken voortgang, Mei 2019.

worden toegestaan met het oog op populatiebeheer.⁸ Daarbij dient het bevoegd gezag een afweging te maken tussen het belang van de bescherming van het edelhert en het belang waarvoor een ontheffing wordt aangevraagd/vrijstelling wordt verleend, rekening houdend met de specifieke omstandigheden van het geval. Het bevoegd gezag dient daarbij te beoordelen of er (i) alternatieven denkbaar zijn; en (ii) of de gunstige staat van instandhouding van het edelhert niet in gevaar komt. In casu zal bij een ontheffingsaanvraag voor het vangen van edelherten moeten worden bezien of er minder belastende alternatieven zijn. In dat verband is hetgeen in hoofdstuk 3, onder e is beschreven over vaccinatie met inzet van darts van belang, maar ook andere methoden van populatiebeheer, zoals afschot. In de ontheffing of vrijstelling moeten middelen worden aangewezen die voor het vangen en doden mogen worden gebruikt. De Wnb geeft niet aan van welke middelen gebruik kan worden gemaakt voor de 'andere soorten'. Het bevoegd gezag kan daarover derhalve zelf een besluit nemen. Daarbij speelt artikel 2.1 Wet dieren (verbod op dierenmishandeling) een rol (zie verderop in dit rapport). Daarnaast is bij het uitvoeren van handelingen ook steeds de zorgplicht uit de Wnb van belang (zie eveneens verderop in dit rapport). Indien geen sprake is van het vangen of doden van edelherten, geldt er geen verbod op het verrichten van de betreffende handeling. Ook in dat geval gelden wel het verbod op dierenmishandeling uit de Wet dieren en de zorgplicht uit de Wnb.

De hiervoor genoemde verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen ter uitvoering van een instandhoudingsmaatregel of een passende maatregel die met het oog op de bescherming van Natura 2000-gebieden worden genomen.⁹ Ook handelingen die zijn beschreven in en worden verricht overeenkomstig een Natura 2000-beheerplan zijn niet verboden, maar deze moeten wel aan de uitzonderingsgronden uit het soortenbeschermingsregime zijn getoetst. De verbodsbepalingen en uitzonderingsmogelijkheden gelden dus voor alle activiteiten die in de OVP worden verricht, tenzij deze ter uitvoering van de Natura 2000-doelstellingen worden verricht.

- ii) *Zorgplicht Wet natuurbescherming*: In tegenstelling tot het edelhert, geldt voor heckrunderen en konikpaarden geen specifiek beschermingsregime onder de Wnb. Deze soorten vallen (evenals overigens het edelhert) wel onder de zorgplicht die in art. 1.11 Wnb is opgenomen, maar worden niet beschermd door specifieke verbodsbepalingen.

Het uitgangspunt van de zorgplicht is dat burgers, ondernemers en overheden alle handelingen die nadelige gevolgen kunnen hebben voor alle in het wild levende planten en dieren, hun directe leefomgeving of een Natura 2000-gebied achterwege laten.¹⁰ Op grond van de zorgplichtbepaling moeten schadelijke handelingen in beginsel achterwege worden gelaten dan wel moeten maatregelen worden genomen om schadelijke gevolgen (zoveel mogelijk) te

⁸ Opgemerkt wordt dat de provincie Flevoland beleidsregels (Beleidsregels Uitvoering Wet natuurbescherming Flevoland 2016) heeft opgesteld waarin onder andere het populatiebeheer is geregeld. Deze beleidsregels zijn (nog) niet toegesneden op handelingen zoals beschreven in onderhavig rapport.

⁹ Voor instandhoudingsmaatregelen en passende maatregelen is een toets aan de uitzonderingsgronden uit het soortenbeschermingsregime dus op grond van de Wnb niet vereist. Het is de vraag of een dergelijke generieke uitzondering in overeenstemming is met de Europese richtlijnen. Zie hierover: Ch. Backes, L. Boerema, A. Freriks, M. Kaajan, *Natuurbeschermingsrecht*, Sdu 2017, p. 228.

¹⁰ Kamerstukken II, 2011/12, 33 348, nr. 3, p. 66/67.

voorkomen. Onder 'zoveel mogelijk' moet niet alleen worden verstaan hetgeen qua resultaat mogelijk is, maar, aldus de memorie van toelichting hetgeen redelijkerwijs van degene die de schade veroorzaakt, kan worden gevegd.¹¹ Uit de parlementaire geschiedenis van de Wnb volgt dat toepassing van de zorgplicht – in situaties waarin er geen concreet voorschrift ter bescherming van de desbetreffende natuurwaarde van toepassing is – meebrengt dat de nadelige gevolgen van handelingen voor een individueel dier moeten worden gezien in het licht van de gevolgen voor de staat van instandhouding van de soort waartoe het dier behoort. Gaat het slecht met een soort, dan zal de zorgplicht veelal meebrengen dat betrokkene zijn handeling niet uitvoert of dat hij zodanige maatregelen treft dat de nadelige gevolgen uitblijven. Gaat het goed met een soort, dan is er veel meer handelingsruimte.¹² De zorgplicht betekent voor bestuursorganen dat zij de natuuraspecten steeds meewegen in hun handelen en besluitvorming en dat zij zo nodig de geëigende maatregelen treffen om schadelijke effecten te voorkomen, te beperken of ongedaan te maken.¹³

Voor bestuursorganen betekent de zorgplicht dat natuuraspecten steeds moeten worden meegewogen in hun handelen en besluitvorming en dat zij zo nodig de geëigende maatregelen treffen om schadelijke effecten op wilde dieren en planten te voorkomen, beperken of ongedaan te maken. De zorgplicht creëert geen specifieke bevoegdheden voor bestuursorganen (voor zover hier van belang Provinciale Staten en Gedeputeerde Staten), maar verplicht ertoe om gevolgen voor in het wild levende dieren en planten mee te nemen in de afwegingen bij de uitoefening van bevoegdheden. In het kader van de keuze voor en de toepassing van technieken en middelen ten behoeve van anticonceptie zal gelet op de zorgplicht moeten worden afgewogen hoe effecten op edelherten en konikpaarden zoveel mogelijk kunnen worden beperkt. Daarbij spelen de gevolgen voor individuele dieren een rol, maar ook de mogelijke gevolgen voor de instandhouding van de populatie.

- iii) *Zorgplicht Wet dieren*: Op grond van artikel 1.2, eerste lid, Wet dieren is de wet van toepassing op gehouden dieren, voor zover niet anders is bepaald. Zoals beschreven in paragraaf 7b van dit advies worden de grote grazers in de OVP niet aangemerkt als gehouden dieren. Op grond van artikel 2.1, zevende lid jo. het eerste tot en met zesde lid van die bepaling worden ook niet-gehouden dieren beschermd door het verbod op dierenmishandeling en de plicht om hulpbehoevende dieren zorg te verlenen. Het verbod op dierenmishandeling geldt naast de zorgplicht bij de inzet van middelen en technieken voor anticonceptie, zoals de wijze waarop konikpaarden eventueel worden gevangen en behandeld of hoe toediening van vaccins plaatsvindt

d) *Diergeneesmiddelenwetgeving*

Uit de hoofdstukken 1 tot met 8 van dit rapport komt naar voren dat er implantaten of vaccinatie vormen van anticonceptie zijn die toepasbaar kunnen zijn bij grote grazers. Dit betekent dat – naast de hiervoor beschreven wettelijke kaders – ook de diergeneesmiddelenwetgeving in beeld komt en de vraag rijst wie vaccinaties mag toedienen. Opgemerkt wordt dat hieronder wordt uitgegaan van de op

¹¹ Kamerstukken II, 2011/12, 33348, 3, p. 254.

¹² Kamerstukken I 2014/15, 33348, 9, p. 55. Zie hierover: Ch. Backes, L. Boerema, A. Freriks, M. Kaajan, *Natuurbeschermingsrecht*, te verschijnen bij Sdu 2017, p. 228.

¹³ Kamerstukken II, 2011/12, 33 348, nr. 3, p. 23.

dit moment vigerende wetgeving. Inmiddels is op 11 december 2018 een EU-verordening vastgesteld ter vervanging van de huidige richtlijn en nationale wet- en regelgeving.¹⁴ Deze verordening is op 28 januari 2019 in werking getreden. De verordening is van toepassing met ingang van 28 januari 2022.

- i) *Uitgangspunt: gebruik diergeneesmiddel overeenkomstig een vergunning:* Het is in Nederland verboden om – voor zover hier van belang - diergeneesmiddelen toe te passen op of in een dier, als er geen handelsvergunning voor dat middel en die toepassing is verstrekt (art. 2.19, eerste lid Wet dieren).¹⁵ Zoals de Minister van LNV in haar brief van 31 januari 2019 aan de Tweede Kamer¹⁶ heeft bericht, zijn er op dit moment in Nederland geen anticonceptiemiddelen op de markt toegelaten voor toepassing bij grote grazers (zowel konikpaarden, heckrunderen als edelherten). Het op de markt brengen van een diergeneesmiddel via een vergunningprocedure is geen korte termijn oplossing. Vergunningprocedures hebben, mede in verband met de daarvoor geldende dossiereisen, vaak een lange doorlooptijd. Voor het gehele traject is het tijdpad op voorhand niet eenduidig aan te geven. Er moet echter rekening worden gehouden met een traject van meerdere jaren voor voorbereiding en vergunningprocedure tesamen, afhankelijk van de benodigde onderzoeken. Daarenboven zal er ook een partij moeten zijn de aanvraag voor de specifieke toepassing oppakt.

Onder omstandigheden kan een vrijstelling of wederzijdse erkenning nog soelaas bieden. Daarvoor is echter wel vereist dat in een land binnen de EER respectievelijk de EU het betreffende middel voor de toepassing reeds op de markt is. Een vrijstelling kan worden gegeven in het belang van de diergezondheid en het dierenwelzijn, wanneer voor dit diergeneesmiddel door een andere EER-lidstaat een vergunning voor het in de handel brengen is verstrekt (artikel 3.17 Besluit diergeneesmiddelen). Een wederzijdse erkenning is een vergunning die op basis van een in een andere EU-lidstaat is vergund. Omdat er in andere lidstaten voor zover bekend geen geregistreerde middelen op de markt zijn, kan van de vrijstelling of de wederzijdse erkenning geen gebruik worden gemaakt.

- ii) *Uitzonderingen:* In het licht van dit onderzoek moet voorts de cascade worden genoemd. Samengevat komt deze erop neer dat het toepassen van een diergeneesmiddel door een dierenarts buiten de gevallen die zijn vermeld in de informatie op, in of bij de verpakking van het diergeneesmiddel, is toegestaan *om onaanvaardbaar lijden te besparen*, onder voorwaarden – genoemd in het Besluit diergeneeskundigen (zie art. 5.1 en 5.2 Besluit diergeneeskundigen). Dit houdt in dat een diergeneesmiddel mag worden toegepast dat niet is geregistreerd voor toepassing bij de betrokken diersoort of de betrokken aandoening, indien er geen ander middel voorhanden is waarvoor een vergunning voor het in de handel brengen van een diergeneesmiddel is verleend. In dit geval kan de cascade mogelijk worden toegepast voor het middel Improvac, dat in Nederland is geregistreerd voor gebruik op mannelijke biggen. Voor de verschillende voor toepassing in aanmerking komende

¹⁴ Verordening (EU) 2019/6 van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 betreffende diergeneesmiddelen en tot intrekking van Richtlijn 2001/82/EG, Pb. 4.

¹⁵ Het kan daarbij gaan om een nationale of een EU-vergunning.

¹⁶ Reactie op de verzoeken over geboortebepijking bij hoefdieren in de Oostvaardersplassen en verruiming van het leefgebied door het aanleggen van een corridor richting de Veluwe, DGNVLG / 19004590.

diergeneesmiddelen is er een voorkeursvolgorde opgenomen in het Besluit diergeneeskundigen en een middel kan worden toegepast:

- a. waarvoor een vergunning is verstrekt voor toepassing bij andere diersoorten of voor een andere aandoening bij dezelfde diersoort,
- b. waarvoor een handelsvergunning is verleend voor gebruik als humaan geneesmiddel,
- c. waarvoor in een andere EER-lidstaat een vergunning voor het in de handel brengen van een diergeneesmiddel voor toepassing bij dezelfde diersoort of een andere diersoort voor de betrokkene aandoening of voor een andere aandoening is verleend, of
- d. dat ex tempore als bedoeld in artikel 1.1 van het Besluit diergeneesmiddelen is bereid.

Het diergeneesmiddel wordt volgens de cascade onder verantwoordelijkheid van de dierenarts toegepast. Zelfs wanneer die diergeneesmiddelen worden afgeleverd en de dierenarts de toepassing van een diergeneesmiddel aan een andere persoon overlaat – hetgeen is toegestaan in art. 5.1, lid 4 en 5.2, lid 4 Besluit diergeneeskundigen – blijft de dierenarts verantwoordelijk voor de toepassing van het diergeneesmiddel.¹⁷

Het criterium *om onaanvaardbaar lijden te besparen* is bedoeld om het dierenwelzijn als criterium in de afweging voor toepassing van een diergeneesmiddel volgens de cascade tot uitdrukking te brengen.¹⁸ Tegenover het belang van dierenwelzijn staat het belang van de volksgezondheid. Juist vanwege het belang van de volksgezondheid is terughoudendheid bij de inzet van diergeneesmiddelen aangewezen. Dit kan toepassing van een diergeneesmiddel volgens de cascade in de weg staan.¹⁹ Bij de cascade wordt een onderscheid gemaakt tussen dieren die niet voor de productie van levensmiddelen bestemd zijn, en dieren die dat wel zijn. Voor staatsgenoemde categorie geldt een wachttermijn na toepassing van het diergeneesmiddel (zie art. 5.2, vijfde lid e.v. Besluit diergeneeskundigen). Bij toepassing van de cascade voor het gebruik van middelen in het kader van anticonceptie, rijst de vraag of sprake is van het besparen van onaanvaardbaar lijden. Mogelijk kan worden bepleit dat met anticonceptie onaanvaardbaar lijden als gevolg van overpopulatie (wegens voedselgebrek) kan worden voorkomen, en verstrekkender maatregelen kunnen worden voorkomen. Ons zijn geen voorbeelden bekend uit jurisprudentie waarin een dergelijke afweging aan de orde is.

8. Ecologische beoordeling Natura 2000

a) Inleiding en plangebied

Omdat inzet van anticonceptie mogelijk kan leiden tot effecten op beschermde natuurwaarden, dient in het kader van de Wnb een toetsing plaats te vinden aan de natuurwaarden waarvoor het gebied Oostvaardersplassen is aangewezen als Natura 2000-gebied.

Het plangebied OVP, gelegen in provincie Flevoland tussen Lelystad en Almere, is een Natura 2000-gebied dat is aangewezen voor verschillende Vogelrichtlijn-soorten. Het kerngebied is in totaal 5480 ha groot. Hiervan bestaat 1880 ha uit 'grazig gebied'. Het overige deel bestaat uit 3600 ha moerasgebied (Figuur 8.1). Het grazige gebied wordt in stand gehouden door begrazing met konikpaarden, edelherten en heckrunderen. In 2018 en 2019 heeft een reset van de grote grazers

¹⁷ Zie Nota van Toelichting Besluit diergeneesmiddelen, Stb. 2012, 616, p. 73.

¹⁸ Zie Nota van Toelichting Besluit diergeneeskundigen, Staatsblad 2014, 162, p. 53.

¹⁹ Nota van Toelichting Besluit diergeneesmiddelen, Stb. 2012, 616, p. 148.

plaatsgevonden door afschot en uitplaatsing. Overeenkomstig het advies van de Commissie van Geel is de doelstand voor de komende jaren vastgesteld op 1500 grote grazers.



Figuur 8.1 Het Natura 2000-gebied Oostvaardersplassen en de opdeling in moerasgebied en het uit voornamelijk graslanden bestaande grazig gebied. Figuur overgenomen uit (van Geel, Poelmann, & van der Vlist, 2018)

Om de beoogde gezonde en levensvatbare populaties grote grazers (edelherten, konikpaarden en hekrunderen), na de 'reset' in stand te houden is anticonceptie een van de alternatieven die wordt onderzocht voor het beheer. De inzet van anticonceptie kan middels voorliggende vier anticonceptieve technieken of middelen worden uitgevoerd;

1. Chirurgisch (castratie/vasectomie/ovariectomie)
2. PZP vaccin (SpayVac)
3. GnRH Vaccin (Gonacon; Improvac)
4. GnRH Agonist (Leuprolide acetaat - slow release gel/ Suprelorin - implantaat)

Het toedienen van de middelen kan middels de volgende technieken;

1. Vangen (vangkraal binnen vangweide) en handmatig injecteren.
2. Schieten met werkzame stof via pijltje op afstand.
3. Schieten met verdovingsmiddel via pijltje op afstand gevolgd door chirurgisch ingreep of handmatig injecteren.

b) Uitgangspunten

Het toedienen van anticonceptie zou moeten plaatsvinden in het grazige deel van het gebied. Hoewel edelherten ook in het moerasgedeelte en in het aanliggende bos voorkomen, is het praktisch niet

haalbaar en wenselijk om ook daar anticonceptie te laten plaatsvinden. Tevens wordt het vangen van edelherten als praktische onhaalbaar gezien en hier dus niet overwogen. Voor het vangen van de konikpaarden en heckrunderen is een vangkraal gemaakt. Deze vangkraal bestaat uit een raster om een 55ha groot verruigd grasland (de vangweide) nabij het spoor. Met behulp van tijdelijke rasters wordt de vangweide steeds kleiner gemaakt, zodat de dieren richting de vangkraal gericht worden.

Uitgangspunt bij de anticonceptie zou moeten zijn dat dit zo veel mogelijk wordt uitgevoerd buiten het broedseizoen van vogels, namelijk van augustus tot februari en zeker niet in de periode april t/m juni. Uitgezonderd is de methodiek waarbij een GnRH agonist gebruikt wordt bij edelherten. Toediening van desbetreffende anticonceptie dient één tot twee maanden voorafgaand aan de edelhertbrunst te worden toegediend (juli-augustus). De activiteiten zullen zich dan moeten focussen op de vroege ochtend voor zonsopgang en in de namiddag en avond. Indien anticonceptie wordt toegediend in de periode maart, april of juli moet dit worden uitgevoerd op minimaal 300 meter afstand van nesten om verstoring van kwalificerende broedvogels te voorkomen. In tabel 8.1 is het overzicht weergegeven van de beschreven anticonceptieve middelen/ technieken en de bijbehorende eigenschappen voor anticonceptie bij grote grazers (edelherten, konikpaarden, heckrunderen) in de OVP.

Tabel 8.1. Overzicht van beschreven anticonceptieve middelen/ technieken voor anticonceptie bij grote grazers (edelherten, konikpaarden, heckrunderen) in de OVP

Soort(groep)	Echandeling/ scenario			
	Chirurgisch	PZP – SpayVak	GnRH Gonacon/Improvac	GnRH agonist
Edelherten	[Onpraktisch]	-Periodiek -Pijltje (of vangen) -Herhaling jaarlijks of na 3-4 jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	-Periodiek -Vangen of pijltje -Herhaling jaarlijks of na 3-4 jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	-Jaarlijks -Vangen -1-2 maanden voorafgaand aan brunst. -75% ♀ -Uitvoering juli-augustus
Heckrunderen	-Eenmalig -Vangen -30-50% -Uitvoering sept-jan	-Periodiek -Vangen (of pijltje) -Herhaling jaarlijks of om de 23-4jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	-Periodiek -Vangen of pijltje -Herhaling na 1 of 3-4 jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	-Jaarlijks -Vangen -1-2 maand voorafgaand aan dekking -75% ♀ -Uitvoering onduidelijk
Konikpaarden	-Eenmalig -Vangen -30-50% -Uitvoering sept-jan	-Periodiek -Vangen (of pijltje) -Herhaling jaarlijks of om de 23-4jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	-Periodiek -Vangen of pijltje -Herhaling na 1 of 3-4 jr -75% ♀ -Uitvoering sept-jan	[Minder gevoelig]

Het aantal te behandelen vrouwelijke dieren is afhankelijk van de huidige sekseratio en de populatieomvang. Uitgaande van 75% van de vrouwelijke dieren die behandeld moeten worden en een doelstand van 1500 grote grazers gaat het om 200 tot 400 te behandelen merries en (evenveel) hinds. Gelet op de populatie heckrunderen zou er tussen de 50 en 100 kooien behandeld moeten worden.

c. Toetsingskader

Hoofdstuk 2 van de Wnb heeft als doel het aanwijzen, instandhouden en beschermen van Natura 2000-gebieden. Daarmee geeft Nederland invulling aan Europeesrechtelijke verplichtingen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Projecten of andere handelingen, welke niet nodig zijn voor het beheer van het Natura 2000-gebied, die leiden tot significante verstoring van kwalificerende soorten of verslechtering van habitats (van soorten) zijn niet toegestaan zonder vergunning.

Indien significante verstoring of verslechtering van het Natura 2000-gebied niet is uit te sluiten, is een vergunning noodzakelijk op grond van art. 2.7 Wnb. Indien significante effecten van een project in relatie tot de instandhoudingsdoelstellingen op basis van een passende beoordeling niet zijn uit te sluiten, kan op grond van art. 2.8 vierde lid een vergunning alleen verleend worden indien voldaan wordt aan de ADC-criteria: ontbreken van Alternatieven, er sprake is van een Dwingende reden van groot openbaar belang en effecten zoveel mogelijk worden gemitigeerd en resteffecten worden gecompenseerd. Voor andere handelingen kan bevoegd gezag op grond van art. 2.8 negende lid vergunning verlenen rekening houdend met de gevolgen gelet op de instandhoudingsdoelstellingen. Een passende beoordeling is dan niet noodzakelijk.

We gaan er in onderhavige studie zekerheidshalve van uit dat de anticonceptiemaatregelen als project moet worden gezien in de zin van art. 2.7 Wnb. Hiervoor geldt het zwaarste toetsingskader. Mogelijk is ook te motiveren dat deze activiteit een andere handeling is als bedoeld in artikel 2.7, derde lid, onderdeel b, dan wel project dat nodig is voor het beheer als bedoeld in artikel 2.7, derde lid, onderdeel a. Deze duiding wordt pas van belang indien zou blijken dat significante effecten niet zijn uitgesloten. Als anticonceptie als andere handeling of project dat nodig is voor het beheer wordt beschouwd, is geen passende beoordeling nodig.

De voorliggende paragraaf richt zich op de vraag: *'Wat is het effect van anticonceptie op grote grazers op kwalificerende soorten binnen de Oostvaardersplassen en wat zijn de gevolgen daarvan voor de instandhoudingsdoelstellingen'?*

d. Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebied OVP

De OVP is aangewezen als speciale beschermingszone in de zin van de Vogelrichtlijn. Voor de OVP zijn 33 instandhoudingsdoelen geformuleerd voor broedvogels- en niet-broedvogelsoorten (tabel 8.2). Dit betreft behoud- en uitbreidings-doelstellingen voor de oppervlakte en kwaliteit van het leefgebied voor broedvogels en niet-broedvogels van het moerasdeel en het grazige deel.

De instandhoudingsdoelen zijn in dit kader uitgedrukt in draagkracht voor een bepaald aantal vogels. In de meeste gevallen betreft dit het gemiddelde aantal vogels dat in de seizoenen 2000-2004 in het gebied aanwezig was. Voor niet-broedvogels is daarbij onderscheid gemaakt in slaap- of foerageerfunctie.

Tabel 8.2. Instandhoudingsdoelstellingen en relatieve bijdrage van de OVP en de landelijke staat van instandhouding van de soorten waarvoor het gebied OVP is aangewezen als Natura 2000-gebied

Code	Soort	LSvl	Relatieve bijdrage*	Doelstelling		Draagkracht	
				Oppervlakte	Kwaliteit	Aantal vogels	Aantal paren
Broedvogels							
A004	Dodaars	+	6-15%	=	=		140
A017	Aalscholver	+	15-30%	=	=		8000 (r)
A021	Roerdomp	--	6-15%	=	=		40
A022	Woudaapje	--	6-15%	>	>		3
A026	Kleine Zilverreiger	+	15-30%	=	=		20
A027	Grote Zilverreiger	+	>70%	=	=		40
A034	Lepelaar	+	6-15%	=	=		160
A081	Bruine Kiekendief	+	2-6%	=	=		40
A082	Blauwe Kiekendief	--	2-6%	>	>		4
A119	Porseleinhoen	--	6-15%	>	>		40
A272	Blauwborst	+	<2%	=	=		190
A292	Snor	--	30-50%	=	=		680
A295	Rietzanger	+	2-6%	=	=		790
A298	Grote karekiet	--	<2%	=	=		3
Niet broedvogels							
A027	Grote Zilverreiger	+	f, 30-50%	=	=	30 (sg)	
A034	Lepelaar	+	f, 30-50%	=	=	110 (sg)	
A038	Wilde Zwaan	-	sf, 2-6%	=	=	20 (sg)	
A041	Kolgans	+	sf, <2%	=	=	600 (sg)	
A043	Grauwe Gans	+	sf, 2-6%	=	=	4200 (sg)	
A045	Brandgans	+	sf, <2%	=	=	1800 (sg)	
A048	Bergeend	+	f, <2%	=	=	90 (sg)	
A050	Smient	+	sf, <2%	=	=	2100 (sg)	
A051	Krakeraad	+	f, 2-6%	=	=	480 (sg)	
A052	Winteraling	-	f, 2-6%	=	=	1300 (sg)	
A054	Pijlstaart	-	f, <2%	=	=	80 (sg)	
A056	Slobeend	+	f, 15-30%	=	=	1900 (sg)	
A059	Tafeleend	--	s	=	=	11900 (sm)	
A061	Kuifeend	-	s	=	=	10200 (sm)	
A068	Nonnetje	-	s	=	=	280 (sm)	
A075	Zeearend	+	f, 15-30%	=	=		
A132	Kluut	-	f, <2%	=	=	100 (sg)	
A151	Kemphaan	-	sf, <2%	=	=	210 (sm)	
A156	Grutto	--	sf, <2%	=	=	90 (sg)	

e. Beschrijving effecten

Er zijn vier mogelijke effecten van het toedienen van anticonceptie aan grote grazers:

1. Indirecte effect van de maatregel: populatie reguleren op 1100-1500 grote herbivoren zodat gewenste vegetatiestructuur ontstaat.
2. Directe effect van het middel via voedselketen waardoor N2000 soorten op een negatieve manier beïnvloed kunnen worden.
3. Directe verstoring door geluid of visueel van kwalificerende vogels tijdens het toedienen van het anticonceptiemiddel aan de grote herbivoren.
4. Indirecte verstoring vanwege de reactie van de grote grazers op het toedienen van anticonceptiemiddelen.

Deze mogelijke effecten worden onderstaand in eerste instantie nader in beeld gebracht op basis van beschikbaar onderzoek. Vervolgens worden de effecten getoetst op significantie in relatie tot de

instandhoudingsdoelen. Dit houdt in dat gekeken wordt in hoeverre de effecten de realisatie van de instandhoudingsdoelen in de weg staan.

- i) *Handhaving 1500 grazers (lange termijn):* De effecten van de beoogde reductie tot 1500 grazers op de langere termijn zijn reeds passend beoordeeld (SWECO, 2018). Uit de conclusies van deze passende beoordeling blijkt dat de reductie van het aantal grazers niet leidt tot significant negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van doelsoorten door een veranderingen in de structuur en samenstelling van de vegetatie als gevolg van een verandering in de begrazingsdruk. Significante effecten van de handhaving op 1500 grazers op de lange termijn in het verlengde van de eerdere reductie tot 1100 grazers zijn niet aan de orde. Deze begrazingsdruk staat niet in de weg van de haalbaarheid van de instandhoudingsdoelstellingen.

Anticonceptie dient als alternatief voor afschot en uitplaatsing om zo een gezonde en levensvatbare populatie grote grazers binnen de OVP te reguleren op een omvang van 1100 tot 1500 dieren. Ervan uitgaande dat de regulatie op dit niveau mogelijk is door middel van anticonceptie zijn de effecten van anticonceptie op de vegetatie vergelijkbaar met afschot en uitplaatsing. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen voor kwalificerende vogelsoorten als gevolg van anticonceptie zijn derhalve vergelijkbaar als bij afschot en dus niet aan de orde.

Indien zou blijken dat anticonceptie tot wezenlijk andere populatieomvang of dynamiek leidt kunnen de gevolgen voor de vegetatie eveneens afwijken. Uit de populatieanalyse (hoofdstuk 6) blijkt dat het toedienen van anticonceptie om de populatieomvang stabiel te houden, op grond van de historische groeicijfers een behoorlijke inspanning vergt. Het zal daarom eerder de vraag zijn of het lukt om de populatie stabiel te houden, dan dat anticonceptie tot een te sterke reductie van de populatie leidt. Als het niet lukt voldoende dieren te behandelen zal de populatie boven de 1500 grote grazers uitkomen. In dat geval zijn significante gevolgen voor de Natura 2000 instandhoudingsdoelen eveneens uitgesloten. De effecten worden namelijk afgezet ten opzichte van de autonome ontwikkeling met een natuurlijke populatiedynamiek, waarbij de populatie grote grazers groter zal zijn.

Het enige scenario waarbij de effecten op de vegetatie groter zijn, is wanneer anticonceptie tot een sterkere reductie van de populatie zou leiden. Dit is alleen denkbaar in het geval een externe factor, bijvoorbeeld ziekte of extreme winter, voor grote sterfte in de populatie zou zorgen. Het herstel van de populatie zou dan ten gevolge van toepassing van anticonceptie minder snel gaan. Bij toepassing van tijdelijk werkende anticonceptiemiddelen lijkt dit risico beperkt. Bij chirurgische ingrepen is dit risico groter. De omvang van dit risico is vooralsnog een kennishiaat. Een modelstudie naar de populatiedynamiek kan dit oplossen.

- ii) *Doorgift via voedselketen:* Anticonceptiemiddelen kunnen mogelijk door aaseters opgenomen worden als zij kadavers eten van grote grazers die zijn behandeld met anticonceptiemiddelen. Dit zou mogelijk effect kunnen hebben op de gezondheid of reproductief succes van de Natura 2000-soort zeearend en eventueel blauwe en bruine kiekendief of andere soorten die incidenteel aas eten. Via insecten(larven) die kadavers eten zou het middel ook in insecten

etende vogelsoorten terecht kunnen komen. De meeste kwalificerende vogelsoorten eten echter geen of slechts incidenteel kadaver etende insecten. Dit geldt uiteraard voor de herbivore vogels, maar ook de moerasbroedvogels, steltlopers, eenden en viseters. Dergelijke insecten, zoals aaskevers, pissenbedden, aasetende miersoorten en vliegenmaden zijn geen (relevant) deel van hun dieet (zie Natura 2000-profilendocumenten van de soorten). Mogelijk zal bijvoorbeeld de blauwborst, grauwe klauwier en kempfaan incidenteel kadaver etende insecten eten. Niet-kwalificerende zangvogels zoals mezen eten overigens wel meer maden en zouden via die weg (resten van) anticonceptiemiddelen binnen kunnen krijgen. Via de voedselketen kan het dan uiteindelijk bij vogeletende roofvogels terechtkomen zoals kiekendieven, indien de anticonceptiva niet of onvoldoende worden afgebroken in het maagdarmkanaal.

Een zoektocht in de wetenschappelijke literatuur heeft geen studies opgeleverd waarbij ecologische effecten van anticonceptiemiddelen via de voedselketen zijn onderzocht. Dit effect moet daarom als kennishiaat worden beschouwd. Onderzoek hiernaar kan het beste beginnen bij effecten op aasetende vogels, omdat deze het meest direct in contact kunnen komen met anticonceptiemiddelen.

- iii) *Optische verstoring en geluidsverstoring (schieten):* De mogelijke verstoring is te onderscheiden in de verstoringen van geluid door het schieten zelf als optische verstoring door beweging door de aanwezige veterinaire en de voertuigen die worden ingezet. De effecten van geluid als gevolg van het schieten met anticonceptie op afstand is verwaarloosbaar. Bij anticonceptie op afstand wordt het anticonceptiemiddel door middel van lucht- of gasdruk verschoten. Een schot uit dergelijk geweer zal al qua geluidsbelasting vergelijkbaar zijn als dat uit een paintball geweer, hetgeen een piek geluidsniveau van ca. 65 dB produceert, gemeten op een afstand van 20 meter (Hall, 2012). Theoretisch levert dit op een afstand van 200m een geluidintensiteit op van hoogstens 45 dB. Uit de literatuurstudie in de toets *reset groter grazers* (SWECO, 2018), blijkt dat verstoringafstanden van de meest gevoelige vogels, ten gevolge van jacht met ongedempte geweren op maximaal 500m tot 1000m ligt. Afschot in het kader van de *reset* vond uitsluitend plaats met een geweer met demper, waardoor de verstoringafstand beperkt blijft tot maximaal ca. 300 meter. Dit komt overeen met het geluidsniveau van een schot met demper op ca. 200m (Honeth et al, 2015). Het geluidsniveau van een schot met demper op ca. 200m bedraagt ca. 85 dB (Honeth et al, 2015). De geluidsverstoring van het schieten met anticonceptie reikt daarmee aanzienlijk minder ver dan dat van een geweer met demper. Daarnaast zal het schieten met anticonceptie altijd op tenminste 200m afstand van het moeras worden uitgevoerd. Daarmee wordt verstoring van kwalificerende broedvogels voorkomen. Geluidsverstoring als gevolg van het schieten is derhalve niet aan de orde en wordt in deze analyse niet nader uitgewerkt. De geluidsverstoring van het schieten met anticonceptie reikt minder ver dan dat van de visuele verstoring. Door optische verstoring als gevolg van de inzet van voertuigen en bewegingen van de aanwezige veterinaire en de grazers zelf kunnen betreffende vogels verstoord worden doordat door het mobiel beschieten de uitwijkmogelijkheden worden beperkt.
- iv) *Vangen van paarden:* Voor het vangen van de grazers (uitsluitend paarden en runderen) is een vangkraal gemaakt op en vangweide in het grazige deel langs de spoorlijn. Effecten van de

vangkraal en vangweide (ruimtebeslag, verstoring aanlegfase en in gebruik name) op de Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor de aangewezen soorten binnen de OVP zijn reeds passend beoordeeld (Sweco, 2018). Hieruit is geconcludeerd dat de aanleg van vangkraal/vangweide en het vangen van paarden, geen significante gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van kwalificerende vogelsoorten in de OVP heeft. Deze conclusie kan overgenomen worden voor het vangen van paarden en runderen ten behoeve van anticonceptie.

- v) *Indirecte verstoring van vogels vanwege de reactie van grote grazers*: Darten wordt voor in urbane omgevingen levende herten als stress-inducerend beschreven (Kirkpatrick, 2007), en heeft dus mogelijk effecten op gedrag en welzijn (zie Hoofdstuk 3). Over edelherten is echter geen literatuur beschikbaar. Je kunt verwachten, dat dieren die herhaald benaderd worden om gedart te worden de onaangename (pijnlijke) ervaring van darten associëren met het benaderd worden. Het benaderen zou dan elke keer lastiger worden. De dieren zullen proberen de onaangename ervaring te vermijden. Als hun dat niet lukt ervaren de dieren stress. Echter zijn de afstanden tussen darten lang en kunnen de dieren van de stress herstellen. Als er injectie-site reacties voorkomen zou dit langer negatieve invloed op de dieren kunnen hebben. In de literatuur (Tabel 3.1) staat niet beschreven dat kuddes als directe reactie van het darten op de vlucht slaan. Relevanter zijn gedragsveranderingen als gevolg van de werking van de middelen, waaronder toegenomen alertheid, beweeglijkheid en agressiviteit, langere levensduur van merries en langere bronstperiode. Vooral gelet op de aanzienlijke reductie van het aantal grote grazers in de OVP zal de mate van verstoring van vogels door bewegingen van deze dieren eerder afnemen dan toenemen, zelfs als de mate van verstoring per dier toeneemt. De kans op significante verstoring ten gevolge van de reactie van de grote grazers op het toedienen van anticonceptiemiddelen is daarom klein. Zolang de reactie van edelherten op het darten echter niet precies bekend is blijft hier sprake van een kennishiaat.
- vi) *Broedvogels*: Activiteiten in het kader van de anticonceptie zullen grotendeels plaatsvinden buiten het broedseizoen van vogels. Als er toch in het broedseizoen van bepaalde soorten gewerkt moet worden, zal dat op tenminste 300m van nesten van kwalificerende soorten gedaan moeten worden. Daarmee wordt verstoring van kwalificerende broedvogels voorkomen. De meeste kwalificerende broedvogels broeden in het moeras, maar ook in rietlanden binnen het grazige gebied
- vii) *Slaapplaatsen*: Anticonceptie zal naar alle waarschijnlijkheid toegediend worden bij daglicht, omdat er dan voldoende zicht is. Dit geldt in ieder geval voor de behandeling van paarden (en eventueel runderen) in de vangkraal. Om voldoende edelherten te behandelen op afstand (via darts) kan het noodzakelijk zijn om dit in de winter deels voor of na zonsondergang uit te voeren. Dit kan daarmee een versturende werking hebben op de slaapplaatsen van ganzen, zwanen en eenden. De slaapplaatsen bevinden zich overwegend op het open water in het moerasdeel van het gebied op minimaal 1 km van de rand van het grazige gebied waar activiteiten in het kader van anticonceptie plaatsvindt. Omdat er geen directe visuele verstoring is, er in de huidige situatie ook periodiek gejaagd wordt, geluidsverstoring van het schieten niet aan de orde is en er ruime uitwijkmogelijkheden zijn op grotere afstand van het grazige gebied, zal de voorgenomen anticonceptie niet leiden tot verstoring van slaapplaatsen in het moeras. Er zijn echter ook kwalificerende vogels die overnachten in het grazige gebied,

waarorder veel ganzen. Uit de monitoring van Staatsbosbeheer blijkt dat er bij het afschot tijdens de reset van 2018-2019 geen significante verstoring heeft plaatsgevonden. In de praktijk vond het afschot op geruime afstand van overnachtende vogels plaats. Voor zover darten buiten de daglichtperiode plaats moet vinden, zal dit op vergelijkbare plaatsen uitgevoerd worden als het afschot. Het is daarom niet te verwachten dat het darten wel tot significante verstoring leidt.

viii) *Ruiende vogels*: Eenden en ganzen ruien in de OVP in de zomer (mei, juni en juli). In deze periode zal geen toediening van anticonceptie middelen plaatsvinden in verband met het broedseizoen van vogels. Verstoring van ruiende eenden en ganzen is daarom uitgesloten.

ix) *Foeragerende vogels*: In het grazige gebied waar het toedienen van anticonceptie middelen plaatsvindt, foerageren ganzen, zwanen, eenden, roofvogels, reigers en steltlopers. Deze soorten foerageren, uitgezonderd de smient, vanaf zonsopgang tot zonsondergang. Aangezien het tijdstip waarop gevangen dan wel geschoten of gevangen wordt, overlapt met de aanwezigheid van foeragerende ganzen, zwanen en eenden, kan dit ertoe leiden dat de betreffende vogels verstoord worden door optische verstoring als gevolg van beweging door de aanwezige veterinaire en de voertuigen die worden ingezet. Of de vogels daadwerkelijk verstoord worden, is sterk afhankelijk van de afstand waarop ze zich ten opzichte van de schiet- of vanglocatie bevinden.

Op basis van ervaring is de verstoringsafstand met betrekking tot verjaging van ganzen maximaal 300m. Als de ganzen zich binnen de verstoringsafstand bevinden, dan zullen ze opvliegen en zich verplaatsen tot buiten de verstoringsafstand. Vogels die net buiten deze afstand aanwezig zijn kunnen eveneens opvliegen met de groep (synchronisatie). Omdat het opvliegen en uitwijken extra energie kost, zullen de ganzen niet verder wegvliegen dan noodzakelijk is. Aangezien het grazige gebied tot 8 km lang en 4 km breed is, zijn er vanuit de vanglocaties (de Stort) en de schietlocaties voldoende uitwijkmogelijkheden naar beschikbaar grazig gebied binnen de OVP.

Smient is gevoeliger voor verstoring, maar ook voor deze soort zullen er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn. Wilde zwaan kan daarnaast nog uitwijken naar het moerasgebied om te foerageren op oeverplanten. Gezien de beperkte frequentie van de mogelijke verstoring en de uitwijkmogelijkheden, zal de verstoring niet leiden tot veranderingen in het aantal ganzen, zwanen en smienten dat in het gebied kan foerageren.

In het grazige gebied foerageren in ondiep open water en nat grasland lepelaar, grote zilverreiger, kraakeend, kluut, grutto en kemphaan. Deze soorten hebben verstoringsafstanden van enkele honderden meters. In het algemeen nemen de verstoringsafstanden van vogels toe met de grootte van de individuen in verband met de reactiesnelheid. Daarnaast zijn vogels die in grote groepen foerageren, gevoeliger dan soorten die individueel foerageren omdat opvliegen van een enkel individu sneller leidt tot het opvliegen van de hele groep. In dit kader zijn de uitwijkmogelijkheden van de betreffende soorten groter dan bij ganzen, waarbij deze soorten ook kunnen uitwijken naar het moerasgebied om daar tijdelijk te foerageren in de

oever van ondiep water. Voor de betreffende soorten zal de verstoring dan ook niet leiden tot veranderingen in aantallen vogels in de OVP.

De zeearend prefereert een leefgebied, bestaande uit een combinatie van moerasbos waar nestbomen te vinden zijn en open water waar gejaagd kan worden. Hij jaagt in het OVP ook in het grazige gebied. De zeearend is een verstoringgevoelige soort met een verstoringafstanden van 300m. De trend van deze soort is gunstig, ondanks de relatief hoge recreatie- en afschotactiviteiten die al in het gebied heersen. Omdat de duur en intensiteit van de activiteiten omtrent de anti-conceptie beperkt is en de soort ook in het moerasgebied kan foerageren, zal er geen sprake zijn van relevante verstoring.

Uit de monitoring van Staatsbosbeheer (wekrapporten met overzicht reactie edelherten en vogels op het afschot) blijkt dat er bij het afschot tijdens de reset van 2018-2019 geen significante verstoring heeft plaatsgevonden. Dit bevestigt de verwachting uit de ecologische beoordeling van Sweco (2018). In de praktijk vond het afschot op voldoende afstand van groepen vogels plaats. Het is daarom, in lijn met voorgaande, niet te verwachten dat het darten wel tot significante verstoring leidt.

j. Toetsing aan de instandhoudingsdoelen

Voor de toetsing aan de instandhoudingsdoelen is het van belang in hoeverre de doelen reeds behaald worden en welke trends er zijn. In tabel 8.3 zijn deze gegevens per soort weergegeven.

Tabel 8.3 Functie, aantallen en trends per doelsoort voor de aangewezen niet-broedvogelsoorten in het Natura 2000 gebied OVP (bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS))

Code	Soort	Functie, relatieve bijdrage	Draagkracht (aantal vogels)	doel	Gem. aantal in 2011/2012 - 2015/2016*	Aantal draagkracht doel	t.o.v.	Trend	sinds 2006/2007
A027	Grote Zilverreiger	f, 30-50%	30 (sg)		119 (sg)	+		=	
A034	Lepelaar	f, 30-50%	110 (sg)		60 (sg)	-		-	
A038	Wilde Zwaan	sf, 2-6%	20 (sg)		6 (sg)	-		-	
A041	Kolgans	sf, <2%	600 (sg)		100 (sg)	-		-	
A043	Grauwe Gans	sf, 2-6%	4200 (sg)		4049 (sg)	-		=	
A045	Brandgans	sf, <2%	1800 (sg)		4853 (sg)	+		+	
A048	Bergeend	f, <2%	90 (sg)		72 (sg)	-		=	
A050	Smient	sf, <2%	2100 (sg)		1179 (sg)	-		=	
A051	Krakeend	f, 2-6%	480 (sg)		183 (sg)	-		=	
A052	Wintertaling	f, 2-6%	1300 (sg)		1820 (sg)	+		+	
A054	Pijlstaart	f, <2%	80 (sg)		64 (sg)	-		=	
A056	Slobeend	f, 15-30%	1900 (sg)		1907 (sg)	+		=	
A059	Tafeleend	s	11900 (sm)		7688 (sm)	-		=	
A061	Kuifeend	s	10200 (sm)		13679 (sm)	+		+	
A068	Nonnetje	s	280 (sm)		47 (sm)	-		=	
A075	Zeearend	f, 15-30%			5 (sm)	?		+	
A132	Kluut	f, <2%	100 (sg)		11 (sg)	-		=	
A151	Kemphaan	sf, <2%	210 (sm)		152 (sm)	-		-	
A156	Grutto	sf, <2%	90 (sg)		36 (sg)	-		=	

*sg = seizoensgemiddelde, sm = seizoensmaximum

- i. *Ganzen, zwanen en smient*: Het aantal grauwe ganzen bevindt zich rond het instandhoudingsdoel, de aantallen brandganzen zitten ruim daarboven, het aantal kolganszen daaronder. Gezien de beperkte duur en intensiteit van de verstoring en de aanwezige

uitwijkmogelijkheden binnen het grazige gebied, zal er geen sprake zijn van een afname in de aantallen foeragerende vogels in het gebied voor ganzen door de anticonceptie. In dit kader zal er geen sprake zijn van significante effecten in relatie tot de instandhoudingsdoelen.

- ii. *Eenden*: De eenden soorten waarvoor het gebied is aangewezen, foerageren voornamelijk in het moerasgebied van de OVP. De kraakeend maakt ook gebruik van het grazige gebied. Gezien de uitwijkmogelijkheden van de soorten in het moerasgebied en de tijdelijkheid van de verstoring, zal er geen sprake zijn van significante effecten in relatie tot de instandhoudingsdoelen.
- iii. *Steltlopers, reigers en lepelaars*: Niet-broedende grote zilverreigers foerageren in natte polders en sloten, maar foerageren tijdens het najaar en de winter ook op graslanden waardoor ze vooral in die periode ook gebruik maken van het grazige deel. Grote zilverreigers zijn gevoelig voor verstoring en laten zich eenvoudig verjagen bij benadering door mensen. Er zijn echter voldoende uitwijkmogelijkheden voor deze soort en de aantallen liggen aanzienlijk boven de instandhoudingsdoelen. Bovendien is de trend voor grote zilverreigers positief. Daarom kunnen voor grote zilverreigers significant negatieve gevolgen in relatie tot de instandhoudingsdoelen worden uitgesloten.

Dit geldt ook voor lepelaars, ondanks het feit dat het aantal onder de draagkracht liggen en een negatieve trend heeft. Lepelaars maken voornamelijk gebruik van het moerasgedeelte en in september vertrekken ze naar het winterverblijf in Afrika, zodat de activiteiten omtrent anticonceptie alleen in de nazomer een tijdelijke verstoring kan veroorzaken. Omdat er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn in het moerasgebied, zal er geen sprake zijn van significante effecten door verstoring.

Tussen oktober en maart is ook het grootste deel van de steltlopers, kluut en grutto vertrokken naar het winterverblijf in Afrika. Een aantal kluten verblijft jaarrond in Nederland. In de OVP zijn de kluten in het grazige gebied in de natte graslanden met poelen en grotere wateren met slikranden. De verstoring zal hier beperkt en tijdelijk zijn. In dit kader kunnen significant negatieve gevolgen voor instandhoudingsdoelen worden uitgesloten.

Het aantal kemphanen ligt aanzienlijk onder het instandhoudingsdoel van het gebied en de trend is ongunstig. Voor de kemphaan zijn zowel het moerasgedeelte als ook het grazig gebied van belang, waarbij rust- en foerageerlocaties op korte afstand van elkaar liggen. Gezien de beperkte duur en intensiteit van de verstoring en de uitwijkmogelijkheden, zal er geen sprake zijn van significante effecten op deze soort.

- iv. *Zeearend*: Voor de zeearend zijn er geen specifieke instandhoudingsdoelen geformuleerd, uitgezonderd behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied. De trend is daarbij positief. Hoewel het grazige deel ook foerageergebied voor de zeearend betreft in met name de winter, zal er met name in het moerasgebied gejaagd worden. Gezien de beperkte duur en intensiteit van de verstoring en de uitwijkmogelijkheden in het moerasgebied, zal er geen sprake zijn van significante effecten op deze soort.

g. Conclusie effecten toedienen anticonceptie door schieten – met pijltje op afstand

Het schieten van grote grazers op afstand met anticonceptie leidt niet tot significante verstoring van aangewezen vogelsoorten. Verstoring van broedvogels is op voorhand uitgesloten, aangezien grotendeels buiten het broedseizoen gewerkt wordt en eventuele werkzaamheden binnen het broedseizoen op voldoende afstand van nesten. De activiteiten zijn tijdelijk (hooguit een korte periode per jaar in vroege ochtend en avond) en lokaal (grazige gebied). Er blijft daarom voor alle soorten voldoende tijd en ongestoord gebied aanwezig om de foerageren of te rusten.

Anticonceptie middels schieten op afstand is een mogelijk alternatief voor afschot. De effecten van afschot zijn reeds passend beoordeeld (SWECO, 2018). Uit de conclusies van die passende beoordeling blijkt dat (versturende) effecten van afschot niet leidt tot significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van doelsoorten. De resultaten van de monitoring die Staatsbosbeheer afgelopen jaar gedurende het afschot heeft uitgevoerd (gerapporteerd in weekberichten met overzicht reactie herten en vogels op het afschot) bevestigen deze conclusie. Het toedienen van anticonceptie door schieten is minder versturend dan afschot. Het schieten met pijltjes maakt namelijk minder lawaai dan afschot met een kogel (zelfs met demper). Het is niet precies bekend hoe edelherten reageren als zij geraakt worden door een pijltje (dart) met anticonceptiemiddel. Op grond van de ervaring tijdens het afschot lijkt de kans zeer klein dat groepen edelherten op de vlucht slaan. Dergelijk gedrag is ook niet gerapporteerd in de literatuur over gedragsveranderingen bij herten en andere dieren in reactie op het toedienen van anticonceptiemiddelen (zie Tabel 3.2). De aanwezigheid van mensen is korter aangezien na toedienen van anticonceptie, de dieren niet ontwijdt en verwijderd worden. Na het schieten is de activiteit afgerond en kan de veterinaire het gebied verlaten. Voorts zal het aantal dieren dat behandeld moet worden de komende jaren veel kleiner zijn dan het aantal geschoten dieren tijdens de reset. Omdat de effecten van anticonceptie vergelijkbaar dan wel minder versturend zijn dan afschot, is significante verstoring van kwalificerende soorten evenmin aan de orde. Gevolgen voor de haalbaarheid van de instandhoudingsdoelen is uitgesloten.

h. Conclusie effecten toedienen anticonceptie met vangen (vangkraal) – handmatig injecteren of chirurgische ingreep

Het vangen van grote grazers middels de vangkraal leidt niet tot significante verstoring van aangewezen vogelsoorten. Verstoring van broedvogels is op voorhand uitgesloten, aangezien grotendeels buiten het broedseizoen gewerkt wordt en de vangweide bovendien op voldoende afstand van broedterritoria (moeras) van kwalificerende broedvogels is gelegen. De activiteiten zijn tijdelijk (maximaal jaarlijks en alleen in vroege ochtend en avond) en lokaal (grazige gebied). Er blijft daarom voor alle soorten voldoende tijd en ongestoord gebied aanwezig om de foerageren of te rusten.

Effecten van de vangkraal en vangweide (ruimtebeslag, verstoring aanlegfase en in gebruik name) op de Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor de aangewezen soorten binnen de OVP zijn reeds passend beoordeeld (Sweco, 2018). Hieruit is geconcludeerd dat de aanleg van vangkraal en het vangen van paarden, geen significante gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van kwalificerende vogelsoorten in de OVP heeft. Gevolgen voor de haalbaarheid van de instandhoudingsdoelen is uitgesloten.

In onderstaande tabel (tabel 8.4) is per instandhoudingsdoelstelling voor de kwalificerende vogelsoorten van de OVP aangegeven wat de effecten zijn van toediening van anticonceptie op de paarden en edelherten in het gebied. Hieruit volgt dat een aantal soorten licht verstoord kunnen worden, maar dat voor geen van de soorten sprake zal zijn van significante effecten.

Tabel 8.4. *Effecten op soorten (niet-broedvogels) als gevolg van anticonceptie op grote grazers in de Oostvaardersplassen. - = negatief effect, 0/- = beperkt negatief effect, 0 = geen effect, 0/+ = beperkt positief effect, + = positief effect*

Code	Soort	Methode / Techniek	
		Vangen	Schieten
Niet broedvogels			
A027	Grote Zilverreiger	0/-	0/-
A034	Lepelaar	0	0
A038	Wilde Zwaan	0/-	0/-
A041	Kolgans	0	0
A043	Grauwe Gans	0/-	0/-
A045	Brandgans	0/-	0/-
A048	Bergeend	0	0
A050	Smient	0/-	0/-
A051	Krakeend	0/-	0/-
A052	Wintertaling	0	0
A054	Pijlstaart	0	0
A056	Slobeend	0	0
A059	Tafeleend	0	0
A061	Kuifeend	0	0
A068	Nonnetje	0	0
A075	Zeearend	0/-	0/-
A132	Kluut	0/-	0/-
A151	Kemphaan	0/-	0/-
A156	Grutto	0/-	0/-

9. Inschatting kosten populatiebeheer d.m.v. anticonceptie

a) Kosten uitvoering van anticonceptie

De kosten van het uitvoeren van een anticonceptie programma zijn slechts gedeeltelijk afhankelijk van de keuze voor techniek/middel. Zoals eerder gemerkt, is verreweg de grootste kostenpost de menskracht/arbeid nodig om de dieren te benaderen en behandelen. Volgens Schideler et al (2002) telde arbeid voor 80% van de kosten gemaakt tijdens het darten van Amerikaanse edelherten met PZP-vaccin. Kortom, de verwachting is dat mensen voor het merendeel van de kosten zullen zorgen. Verder, is ook waarschijnlijk dat de keuze aan techniek of middel niet helemaal vrij is, dat wil zeggen dat er bij bepaalde behandelingen of benaderingen ethische en/of juridisch vragen eerst beantwoord moeten worden. Omdat er geen geneesmiddelen geregistreerd zijn voor het bedrijven van anticonceptie bij paarden, runderen of herten in Nederland moet er ook gekeken worden na het gebruik van middelen via de zogenaamde 'diergeneesmiddel cascade' en/of via een specifieke vergunning of testcertificaat (zie Hoofdstuk 8).

Er van uit gaande dat de bovengenoemde obstakels overkomelijk zijn, is de meest voor de hand liggende aanpak van anticonceptie bij de konikpaarden (en hekrunderen) het inzet van een anticonceptief vaccin. Op basis van de populatiebeheer model beschreven in hoofdstuk 6, zou het uitgangspunt moeten zijn dat mogelijk 75% van de volwassen (> 18 maand oud) merries succesvol

behandeld moet worden om de populatiegroei terug naar 0 te brengen. Om dit op praktische wijze te regelen zou, zoals door Kirkpatrick et al (2007, 2008) beschreven, er gekozen kunnen worden om in de eerste behandeljaar alle volwassen merries (naar schatting 200 dieren) eenmalig te behandelen (met of een GnRH of een ZP-vaccine), op deze manier wordt een 'gevoelige' populatie merries gecreëerd die na slechts één extra vaccinatie onvruchtbaar zullen worden (>90% betrouwbaarheid). In de tweede behandeljaar zou dan 75-80% van de volwassen merries (160 dieren) een tweede vaccinatie moeten krijgen; er zou ook gekozen kunnen worden om ook alle jaarling merries (\pm 75 dieren op basis van een jaarlijkse aanwas van 150 veulens) voor een eerste keer te behandelen. In de derde jaar zou de aanpak nagenoeg hetzelfde moeten zijn. Wat betreft de effecten op de populatie zijn er twee belangrijke kanttekeningen. 1) Na de eerste behandeling zal de anticonceptie weinig effect hebben (een tweede (booster) injectie is nodig om de volledig anticonceptieve effect te stimuleren; dit geldt niet voor GonaCon of SpayVac die ontwikkeld zijn als 'single shot' vaccins, echter voor deze geldt ook dat het effect na één vaccinatie gering is (35% vermindering in geboortepercentage). 2) Omdat de gemiddelde draagtijd van een merrie 340 dagen is, zal in het eerste jaar na de tweede vaccinatie ook weinig gemerkt worden wat betreft een verlaagde geboortepercentage. Nu, omdat het merendeel van de merries al drachtig zal zijn op het moment van behandelen. Als men wenst het anticonceptieve effect eerder te bereiken, zou de tweede vaccinatie dichter op de eerste moeten volgen.

Als er gebruik gemaakt wordt van de in Nederland geregistreerd GnRH-vaccin (Improvac: geregistreerd voor gebruik bij mannelijke biggen in Nederland; inkoop kost €710 excl. btw voor 500 doseringen), zullen de kosten voor het vaccin inclusief spuiten en naalden e.d. onder de €1000 voor de eerste behandelronde zijn. Echter, de arbeidskosten zullen aanzienlijk hoger liggen. Om de 200 merries te behandelen, zouden de paarden namelijk naar de vangweide gedreven moeten worden en vervolgens naar de vangkraal waar ze geïnjecteerd kunnen worden. Gezien het type diergeneesmiddelen dat gebruikt wordt, moet een dierenarts aanwezig zijn om het toedienen van het vaccin te begeleiden. Daarnaast is menskracht nodig om de paarden te verzamelen en om ervoor te zorgen dat ze veilig behandeld kunnen worden. Hoe veel tijd en mensen nodig is specifiek voor de situatie in de Oostvaardersplassen en op basis van de literatuur niet te berekenen. Omdat Improvac in Nederland geregistreerd is, mag het onder toezicht / verantwoordelijkheid van een dierenarts per direct via de cascade in gebruik genomen worden.

Een vergelijkbaar procedure geldt voor PZP-vaccinatie (mits een importvergunning en toestemming om het vaccin te gebruiken geregeld kan worden; dit proces zou jaren in beslag kunnen nemen). De huidige kost per dosis voor de PZP-vaccin is €30 (dus voor 200 merries: €6000 exc. import/vervoerskosten); hiervoor geldt ook nadrukkelijk (uit welzijnsoogpunt) dat een alternatief voor de Freund's adjuvans gezocht moet worden. Recentelijk is er gepubliceerd over het gebruik van een PetGela/Poly (I:C) adjuvans voor PZP of een recombinant ZP (reZP) vaccin; deze gaf een vergelijkbaar hoge antilichaam titer als PZP met een Freund's incompleet adjuvans (Nolan et al, 2019). De combinatie reZP en PetGela/Poly (I:C) adjuvans zou ook rond de €30 per dosis kosten (€6000 in jaar 1). Echter, het vaccin is nog in ontwikkeling en er zou toestemming geregeld moeten worden om het vaccinatieprogramma als dierproef te registreren (6- 12 maanden). In de tweede en derde jaar van een vaccinatieprogramma zouden de kosten vergelijkbaar zijn met jaar één, tenzij men besluit om dieren van afstand te behandelen (met een markeer dart: Pneu-dart geweer en benodigdheden kost ongeveer €1000 per stuk) in plaats van om ze naar de vangkraal te drijven. Precies hoe veel mensen

en tijd bemoeid zijn voor het op afstand schieten met darten zijn op basis van de literatuur niet in te schatten, omdat ze zeer afhankelijk zijn van specifiek lokale omstandigheden.

Voor de edelherten behoort het gebruik van een anticonceptief vaccin ook tot de mogelijkheden. Echter, het opjagen van 500 edelherten naar en opsluiten in een vangweide om ze van dichtbij te behandelen is niet realistisch, vooral vanwege een hoge risico op verwondingen. Er zou dus eerder gekozen moeten worden voor toedienen op afstand. Om dit te versoepelen zouden lokplekken gecreëerd kunnen worden om de dieren te lokken en van dichterbij te benaderen, zoals voor witstaartherten is beschreven (Naugle et al, 2002); mits er toestemming hiervoor verleend wordt. Het aantal dieren dat per jaar behandeld zou moeten worden (en dus de kosten van het vaccin) zijn nagenoeg dezelfde als boven voor de paarden beschreven. Echter, er zou bij de edelherten voor een langer-werkend vaccin (GonaCon; SpayVac) gekozen kunnen worden en voor een lagere frequentie van behandelen (één keer in de drie jaar). Echter, zou men in de eerste periode rekening moeten houden met een gering effect (35% i.p.v. 90% minder nakomelingen) en zouden aanvullend maatregelen bedacht moeten worden. Na de tweede of derde vaccinatie zou de anticonceptieve effecten echter veel krachtiger worden. Kortom er zal langer gewacht moeten worden tot dat de populatiegroei volledig geremd wordt door anticonceptie. Daarnaast zou het traject toe in gebruik nemen veel langer zijn dan voor b.v. Improvac, omdat de middelen nergens in Europa geregistreerd zijn en het verkrijgen van een vergunning enkele jaren zou kunnen duren.

Een alternatief voor de edelherten is het gebruik van GnRH-implantaten. In Nederland, zijn deslorelin implantaten (Suprelorin) geregistreerd voor mannelijke honden en fretten; deze implantaten zouden dus via de cascade gebruikt kunnen worden (direct). Echter, de implantaten moeten met de hand ingebracht worden en kosten bijna €100 per stuk (dus voor 250 vrouwelijke edelherten: €25.000). Om ze aan te brengen zouden de edelherten eerste met een dart verdoofd moeten worden, de kosten van de sedatieven/anesthetica moeten dan ook meegenomen worden (±€100 per dier). De implantaten zouden naar verwachting één seizoen effect hebben; er zal dus jaarlijks mogelijk 70% van de hinden (150-200 dieren) behandeld moeten worden. De arbeidskosten zullen ook beduidend hoger liggen omdat er minstens één dierenarts aanwezig moet zijn en elke edelhert hinde moet afzonderlijk van afstand verdoofd worden (mits er toestemming voor het verdoven van de hinden verkregen wordt) om vervolgens te behandelen.

Chirurgisch ingrepen worden ook beschreven als mogelijke techniek voor anticonceptie; maar de wenselijkheid van een chirurgisch ingreep op een vrijlopend dier is een belangrijke ethische en juridische vraag. Daarnaast zullen de kosten van elke behandeling relatief hoog zijn omdat individuele dieren verdoofd en onder algehele anesthesie gebracht moeten worden en daarna ook met pijnstillers en antibiotica behandeld moeten worden. Er zijn minstens twee dierenartsen betrokken (één voor de anesthesie en één om te opereren). Het proces zal langer duren omdat er minder dieren in één dag behandeld kunnen worden. Echter, de behandeling is 100% effectief, hoeft nooit herhaald te worden en er hoeven in totaal dus wellicht minder dieren behandeld te worden om populatiegroei voldoende te beperken.

b. Monitoring de effecten van anticonceptie: financiële implicaties

Alhoewel anticonceptie meer dan 20 jaar al ingezet wordt voor populatiebeheer bij vrijlopende dieren is er alsnog weinig beschreven over de lange termijn effecten op sociaal structuur en koppelgedrag.

Bovendien is elke populatie vrijlopende dieren en elke omgeving uniek. Kortom, monitoring van de effecten van de gekozen anticonceptief behandeling worden als essentieel beschouwd. Zoals beschreven zijn de effecten van een gering aantal behandelingen met een anticonceptief vaccin redelijk voorspelbaar qua succes en duur. Echter, als individuen meer dan drie keer behandeld worden, is de duur van het effect veel minder voorspelbaar; wel is het duidelijk dat de onvruchtbaarheid veel langer kan duren en zelfs onomkeerbaar kan worden. Naast het monitoren van de aantallen dieren en het aantal geboortes is het ook belangrijk om informatie te verzamelen over populatieopbouw, welzijn en gedrag, simpelweg om dat het kan blijken dat de gewenste rem op populatiegroei niet behaald wordt of juist te ver doorschiet, of ongewenste effecten heeft. Informatie over de populatieopbouw, vruchtbaarheid en overlevingskansen in verschillende leeftijdsklassen in de specifieke situatie van de OVP is ook noodzakelijk om met modellen een goede schatting te kunnen maken van de benodigde inspanning en de mogelijke effecten van verschillende beheer scenario's. Theoretisch zou onvruchtbaarheid bij de vrouwelijke dieren en het verminderd aantal drachtige dieren en kalveren of veulens ook invloed kunnen hebben op sociaal gedrag en kudde structuur. Dit zijn op dit moment allemaal onvoldoende onderzocht en zouden voor de specifieke omstandigheden in de OVP getoetst en gemonitord moeten worden. Tenslotte, zouden ongewenste effecten van de behandelingen (zwellingen; abscessen) kunnen leiden tot andere keuzes. Anticonceptie zal ook leiden tot een andere populatieopbouw met niet alleen een hogere gemiddelde leeftijd en een hoger percentage oudere dieren; maar ook tot een nieuwe categorie oudere dieren (b.v. merries >20 jaar oud: Kirkpatrick et al, 2008). Deze oudere dieren zouden ook kunnen lijden van ouderdom-gerelateerde klachten, waarbij dus gezondheid en welzijn in het geding komen. Merries die meerdere jaren geen veulen baren zouden mogelijkwijs dusdanig in lichaamsconditie toenemen dat condities behorend bij overmatige conditie (zoals hoefbevangenheid) op den duur ook zouden kunnen gaan optreden. Kortom, er zijn meerdere redenen om de populaties grote grazers te blijven monitoren; hier zullen ook kosten aan verbonden zijn. Echter, deze zijn zeer moeilijk in te schatten.

Om het overzicht van de effecten van anticonceptie herkenbaarder te maken, zou ook gekozen kunnen worden om behandelde dieren permanent herkenbaar te maken, bijvoorbeeld door middel van een halsband of GPS-microchip. Op deze manier wordt onder andere duidelijker (a) of en welke behandelde dieren nakomelingen krijgen; (b) hoe lang na de eerste of laatste behandeling; (c) of de dieren andere gezondheids- of gedragsafwijkingen ontwikkelen; (d) of ze inderdaad een betere lichaamsconditie behouden en langer leven. Het permanent markeren zal ook kosten met zich meebrengen maar zou wel kunnen helpen in het nauwkeurig bijstellen van de anticonceptie beleid en zelfs ervoor zorgen dat zo veel dieren mogelijk alsnog een genetische bijdrage kunnen leveren aan de bestaande populatie.

10. Conclusies

Het doel van dit literatuuronderzoek was om de haalbaarheid en de positieve en negatieve kanten van anticonceptie bij vrijlopende konikpaarden, edelherten en heckrunderen te inventariseren. De literatuur laat duidelijk zien dat er de afgelopen 20-30 jaar veel vooruitgang is geboekt met zowel het ontwikkelen als in het veld testen van anticonceptiva voor wilde dieren. Als gevolg zijn er enkele basiscriteria ontwikkeld waar gebruik van gemaakt kan worden met het ontwikkelen van een eigen anticonceptie programma. Echter, het is ook duidelijk dat elke populatie en omgeving uniek is en dat er veel maatwerk geleverd moet worden om een optimaal populatiebeheer programma te ontwikkelen; kortom, er is dus op basis van de bestaande literatuur geen 'kant en klaar' anticonceptie

programma die zonder verder verfijning of onderzoek uitgevoerd kan worden in de OVP. Voor de OVP zullen daarnaast de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen, maatschappelijke draagkracht, juridisch vraagstukken (b.v. toestemming om middelen te gebruiken) en praktische haalbaarheid belangrijke elementen zijn in de uiteindelijk beslissing/keuze. Niettemin, het is duidelijk dat met name reproductieve vaccins mogelijkheden bieden voor een praktisch (jaarlijks of minder; van afstand; relatief goedkoop) anticonceptieve behandeling die bij alle drie de soorten grote grazers in de OVP zou moeten werken. Anderzijds zijn geen van de beschreven middelen geregistreerd voor dit doeleind in Nederland / Europa. De middelen die mogelijk via de diergeneesmiddelen cascade (en dus per direct) ingezet kunnen worden (Improvac en Suprelorin) zijn nog niet op vrijlopende dieren getest (soortgelijk middelen wel) en het succes van de behandeling zou in de beginfase nauwkeurig gemonitord moeten worden. Voor middelen die niet via de cascade ingezet mogen worden ligt er een aanzienlijk langer traject, omdat er eerst of een vergunning (meerdere jaren) of toestemming om een dierenexperiment uit te voeren aangevraagd moet worden (6-12 maanden). Het praktisch uitvoerbaarheidsverschil ook per diersoort. Het uitvoeren van een succesvol vaccinatie programma is veel kansrijker bij de paarden en runderen die met gebruik van het vangweide en vangkraal van dicht bij geïnjecteerd kunnen worden dan bij de edelherten die van afstand met een pijl behandeld zouden moeten worden. Het is ook duidelijk dat de lange termijn effecten van anticonceptie op individueel gedrag, de sociale structuur en op het sociaal gedrag minder goed beschreven zijn; gedurende de uitvoering van een anticonceptieprogramma zouden deze aspecten nauwkeurig getoetst en gemonitord moeten worden. Wat betreft het tijdspad tot een stilstand in populatiegroei gerealiseerd kan worden, zou 2-3 jaar wellicht mogelijk zijn mits er gebruik gemaakt van Improvac via de diergeneesmiddel cascade, veel vrouwelijke dieren in de eerste jaar adequaat behandeld zijn en in het jaar daarna de behandeling succesvol kan worden herhaald bij een hoog genoeg percentage dieren. Omdat de vaccins geen effect hebben op een al bestaande dracht, is in de eerste jaar geen effect op het percentage geboortes mogelijk. Na de tweede behandeling (ook als dit een jaar na de eerste is) zou het effect op vruchtbaarheid met een hoge mate van betrouwbaarheid verwacht kunnen worden.

11) Literatuur

- Asa C & Moresco A (2019) Fertility Control in Wildlife: Review of Current Status, Including Novel and Future Technologies. In: Comizzoli P, Brown J, Holt W (eds). Reproductive Sciences in Animal Conservation. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol 1200. Springer, Cham
- Baker DL, Powers JG, Ransom JI, McCann BE, Oehler MW, Bruemmer JE, Galloway NL, Eckery DC & Nett, TM (2018) Reimmunization Increases Contraceptive Effectiveness of Gonadotropin-Releasing Hormone Vaccine (GonaCon-Equine) in Free-Ranging Horses (Equus Cabalus): Limitations and Side Effects. *PLOS ONE* 13: e0201570.
- Becciclini V, Lanini F & Ponzetta MP (2019) Impact of Capture and Chemical Immobilization on the Spatial Behaviour of Red Deer Cervus Elephas Hinds. *Wildlife Biology* 1.
- Benton TG, Grant A & Clutton-Brock TH. (1995) Does environmental stochasticity matter? Analysis of red deer life-histories on Rum. *Evolutionary ecology* 9: 559-574.
- Berger J (1977) Organizational Systems and Dominance in Feral Horses in the Grand Canyon. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2: 131-46.
- Bertschinger HJ, Trigg TE, Jöchle W & Human A (2002) Induction of contraception in some African wild carnivores by downregulation of LH and FSH secretion using the GnRH analogue deslorelin. *Reproduction* Supplement 60: 41-52.
- Bracke MBM & Hopster H (2006) Assessing the Importance of Natural Behavior for Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 19 : 77-89.
- Callicott JB (2013) Thinking Like a Planet: The land ethic and the earth ethic. *Oxford University Press*.
- Caswell H (2001) *Matrix Population Models*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Collins GH & Kasbohm JW (2017) Populations dynamics and fertility control of feral horses. *The Journal of Wildlife Management* 81: 289-96.
- Conner MM, Baker DL, Wild MA, Powers JG, Hussain MD, Dunn RL & Nett TM (2007) Fertility Control in Free-Ranging Elk Using Gonadotropin-Releasing Hormone Agonist Leuprolide: Effects on Reproduction, Behavior, and Body Condition. *Journal of Wildlife Management* 71: 2346-56.
- Cowan D, Smith GC, Gomm M, Brash M, Bellamy F, Massei G, Conwell R & Vial F (2019) Evaluation of a single-shot gonadotropin-releasing hormone (GnRH) immunocontraceptive vaccine in captive badgers. *European Journal of Wildlife Research* 65: 59.
- Coulson TN, Pemberton JM, Albon SD, Beaumont M, Marshall TC, Slate J, et al. (1998): Microsatellites reveal heterosis in red deer. *Proceedings of the Royal Society B* 265: 489-495.
- Crouse DT, Crowder LB & Caswell H (1987) A stage-based population model for loggerhead turtles and implications for conservation. *Ecology* 68: 1412-1423.
- Daels PF & Hughes JP (1995) Fertility control using intrauterine devices: an alternative for population control in wild horses. *Theriogenology* 44: 629-39.

- Delsink AK, Kirkpatrick JF, van Altena JJ, Bertschinger HJ, Ferreira SM & Slotow R (2013) lack of spatial and behavioural responses to immunocontraception application in African elephants (*Loxodonta africana*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 44: 52–74.
- D'Occhio MJ, Fordyce G, Whyte TR, Jubbs TF, Fitzpatrick LA, Cooper NJ, Aspden WJ, Bolam MJ & Trigg TE (2002) Use of GnRH agonist implants for long-term suppression of fertility in extensively managed heifers and cows. *Animal Reproduction Science* 74: 151-62.
- Drenthen M (2018) Natuur in mensenland. Essays over ons nieuwe cultuurlandschap. Knv Uitgeverij.
- Duncan CL, King JL & Stapp P (2017) Effects of Prolonged Immunocontraception on the Breeding Behavior of American Bison. *Journal of Mammalogy* 98: 1272–87.
- European Agency for the Evaluation of Medicinal Products (2002) Deslorelin acetate (EMEA/MRL/830/02-Final).
- Fraser D (2003) Assessing Animal Welfare at the Farm and Group Level: the Interplay of Science and Values. *Animal Welfare* 12: 433-43.
- Garrot RA & Siniff DB (1992) Limitations of male-oriented contraception for controlling feral horse populations. *Journal of Wildlife Management* 56: 456-64.
- van Geel PLBA, Poelmann PJM & van der Vlist MJ (2018). Externe begeleidingscommissie beheer Oostvaardersplassen - *Advies beheer Oostvaardersplassen, Kadern voor provinciaal beleid provincie Flevoland*.
- Gradil CM (2019) New IUD for suppressing estrus in mares. <https://thehorse.com/173600/new-iud-for-suppressing-estrus-in-mares/>
- Gray ME (2009) The Influence of Reproduction and Fertility Manipulation on the Social Behavior of Feral Horses (*Equus Caballus*). Dissertation, University of Nevada. <https://scholarworks.unr.edu/handle/11714/4079>.
- Gray ME & Cameron EZ (2010) Does Contraceptive Treatment in Wildlife Result in Side Effects? A Review of Quantitative and Anecdotal Evidence. *Reproduction* 139: 45–55.
- Gray M, Thain D, Cameron E & Miller L (2010) Multi-year fertility reduction in free-roaming feral horses with single-injection immunocontraceptive formulations. *Wildlife Research* 37: 475-81.
- Grogan EH & McDonnell SM (2005) Injuries and Blemishes in a Semi-Feral Herd of Ponies. *Journal of Equine Veterinary Science* 25: 26–30.
- Grootenhuis AJ, Philipsen HLA, de Breet-Grijsbach & van Duin M (1996) Immunocytochemical localization of ZP3 in primordial follicles of rabbit, marmoset, rhesus monkey and human ovaries using antibodies against human ZP3. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 50: 43-50.
- Hall G (2012). *Noise Impact Assessment for Proposed Paintball Field at 353 Scrub Road Tenterfield NSW 2372*. <https://www.dcgrant.sa.gov.au/webdata/resources/minutesAgendas/Agenda%20-%2028%20August%202019%20-%20Reduced%20Copy.pdf>

- Hampton JO, Hyndman TH, Barnes A & Collins T (2015) Is Wildlife Fertility Control Always Humane? *Animals (Basel)* 5 : 1047–71.
- Heitor F, do Mar Oom M & Vicente L (2006) Social Relationships in a Herd of Sorraia Horses: Part I. Correlates of Social Dominance and Contexts of Aggression." *Behavioural Processes* 73: 170–77.
- Hirsbrunner G, Rigert S, Janett F, Hüsler J, Schnydrig P, Lopez E, Amatayakul-Chantler S & Steiner A (2017) Immunization against GnRF in adult cattle: a prospective field study. *BMC Veterinary Research* 13: 208.
- Hobbs RJ & Hinds LA (2018) Could Current Fertility Control Methods Be Effective for Landscape-Scale Management of Populations of Wild Horses (*Equus Caballus*) in Australia?" *Wildlife Research* 45: 195–207.
- Honeth L, Ström P, Ploner A, Bagger-Sjöbäck D, Rosenhall U & Nyrén O (2015). Shooting history and presence of high-frequency hearing impairment in Swedish hunters: A cross-sectional internet-based observational study. *Noise & Health* 17: 273-281.
- Houpt KA & Wolski TR (1980) Stability of Equine Hierarchies and the Prevention of Dominance Related Aggression. *Equine Veterinary Journal* 12: 15–18.
- ICMO, 2006. Reconciling Nature and human interests. Report of the International Committee on the Management of large herbivores in the Oostvaardersplassen (ICMO). The Hague/Wageningen, Netherlands. Wageningen UR - WING rapport 018. ISBN 9032703528.
- ICMC2, 2010. Natural processes, animal welfare, moral aspects and management of the Oostvaardersplassen. Report of the second International Commission on Management of the Oostvaardersplassen (ICMO2). The Hague/Wageningen, Netherlands. Wing rapport 039.
- Johnson WP, Schmidt PM & Taylor DP (2014) Foraging flight distances of wintering ducks and geese: a review. *Avian conservation and ecology* 9:2.
- Kaseda Y, Khalil AM & Ogawa H (1995) Harem Stability and Reproductive Success of Misaki Feral Mares." *Equine Veterinary Journal* 27: 368–72.
- Keulartz J (2016) Towards an Animal Ethics for the Anthropocene. In: Bovenkerk B, Keulartz J (eds.) *Animal Ethics in the Age of Humans*. The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics, vol 23. Springer, Cham, 243-264.
- Killian G, Thian D, Diehl NK, Rhyan J & Miller L (2008) Four-year contraception rates of mares treated with single-injection porcine zona pellucida and GnRh vaccines and intrauterine devices. *Wildlife research* 35: 531-9.
- Kirkpatrick JF & Turner JW (1985) Chemical fertility control and wildlife management. *BioScience* 35: 485-91.
- Kirkpatrick JF (2007) Measuring the Effects of Wildlife Contraception: The Argument for Comparing Apples with Oranges. *Reproduction, Fertility and Development* 19: 548–52.
- Kirkpatrick JF & Turner A (2007) Immunocontraception and Increased Longevity in Equids. *Zoo Biology* 26: 237–44.

- Kirkpatrick JF & Turner A (2008) Achieving population goals in a long-lived wildlife species (*Equus caballus*) with contraception. *Wildlife Research* 35: 513-9.
- Kirkpatrick JF, Rowan A, Lamberski N, Wallace R, Frank K, Lyda R (2009) The practical side of immunocontraception: zona proteins and wildlife. *Journal of Reproductive Immunology* 83: 151-7.
- Kirkpatrick JF, Lyda RC & Frank KM (2011) Contraceptive vaccines for wildlife: A review. *American Journal of Reproductive Immunology* 66: 40-50.
- Lima SL (1998) Nonlethal Effects in the Ecology of Predator-Prey Interactions: What Are the Ecological Effects of Anti-Predator Decision-Making? *BioScience* 48: 25-34.
- Lorimer J & Driessen C (2014) Wild experiments at the Oostvaardersplassen: rethinking environmentalism for the Anthropocene. *Transactions of the Institute of British Geographers* 39: 169-81.
- Lowe VPW (1969) Population dynamics of the red deer (*Cervus elaphus*) on Rhum. *Journal of Animal Ecology* 38: 425-457.
- Madosky J (2011) Factors That Affect Harem Stability in a Feral Horse (*Equus Caballus*) Population on Shackleford Banks Island, NC." Dissertation, University of New Orleans, 2011. <https://scholarworks.uno.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1260&context=td&sei-redir=1>.
- Massei G, Koon K-K, Law S-I, Gomm M, Mora DSO, Callaby R, Palphramand K & Eckery DC (2018) Fertility control for managing free-roaming feral cattle in Hong Kong. *Vaccine* 36: 7393-8.
- McShea WJ, Monfort SL, Hakim S, Kirkpatrick J, Liu I, Turner JW, Chassy L & Munson L (1997) The Effect of Immunocontraception on the Behavior and Reproduction of White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management* 61: 560-69.
- Mellor DJ (2012) Animal Emotions, Behaviour and the Promotion of Positive Welfare States. *New Zealand Veterinary Journal* 60: 1-8.
- Miller LA, Fagerstone KA, Wagner DC & Killian GJ (2009) Factors Contributing to the Success of a Single-Shot, Multiyear PZP Immunocontraceptive Vaccine for White-Tailed Deer. *Human-Wildlife Conflicts* 3: 103-15.
- Miller LA, Fagerstone KA & Eckery DC (2013) Twenty years of immunocontraceptive research: lessons learned. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 44: S84-96.
- Monard A-M & Duncan P (1996) Consequences of Natal Dispersal in Female Horses." *Animal Behaviour* 52: 565-79.
- Morellet N, Verheyden H, Angibault J-M., Lourtet B & Hewison MAJ (2009) The Effect of Capture on Ranging Behaviour and Activity of the European Roe Deer *Capreolus Capreolus*. *Wildlife Biology* 15: 278-87.
- Musschenga, B. (2009). De rol van het begrip 'intrinsieke waarde' in de dierethiek. In Swart J, Jonker M, & Tramper R (Eds.). Budel: Damon. *De weging gewogen. Beschouwingen over ethiek en dierproeven*. pp. 39-48.

- Naugle R & Grams K (2013) Long-term methods and effects of remotely treating wildlife with immunocontraception. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 44: S138-140.
- Naugle R, Rutberg AT, Underwood HB, Turner JW Jr & Liu IKM (2002) Field testing of immunocontraception on white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on Fire Island National Seashore, New York, USA. *Reproduction Supplement* 60: 143-53.
- Nolan MB, Bertschinger HJ, Roth R, Crampton M, Martins IS, Fosgate GT, Stout TA & Schulman ML (2018). Ovarian function following immunocontraceptive vaccination of mares using native porcine and recombinant zona pellucida vaccines formulated with a non-Freund's adjuvant and anti-GnRH vaccines. *Theriogenology* 120: 111-6.
- Nolan MB, Schulman ML, Botha AE, Human AM, Roth R, Crampton MC, Bertschinger HJ (2019) Serum antibody immunoreactivity and safety of native porcine and recombinant zona pellucida vaccines formulated with a non-Freund's adjuvant in horses. *Vaccine* 37: 1299-1306
- Northrup JM, Anderson Jr CR & Wittemyer G (2014) Effects of Helicopter Capture and Handling on Movement Behavior of Mule Deer. *The Journal of Wildlife Management* 78: 731–38.
- Nuñez CMV (2018) Consequences of Porcine Zona Pellucida Immunocontraception to Feral Horses. *Human-Wildlife Interactions* 12: 131–42.
- Nuñez CMV, Adelman JS, Mason C & Rubenstein DI (2009) Immunocontraception Decreases Group Fidelity in a Feral Horse Population during the Non-Breeding Season. *Applied Animal Behaviour Science* 117: 74–83.
- Nuñez CM, Adelman JS, Smith J, Gesquiere LR & Rubenstein DI (2014). Linking social environment and stress physiology in feral mares (*Equus caballus*): group transfers elevate fecal cortisol levels. *General and Comparative Endocrinology* 196: 26-33
- Nuñez CMV, Adelman JS, Carr HA, Alvarez CM & Rubenstein DI (2017) Lingering Effects of Contraception Management on Feral Mare (*Equus Caballus*) Fertility and Social Behavior. *Conservation Physiology* 5 doi: 10.1093/conphys/cox018
- Ohl F & van der Staay FJ (2012) Animal Welfare: At the Interface between Science and Society. *The Veterinary Journal* 192: 13–19.
- O'Neil R (2000) Animal Liberation versus Environmentalism: The Care Solution". *Environmental Ethics* 22/2, pp. 183-190.
- Palmer, C. (2014). 'The Moral Relevance of the Distinction Between Domesticated and Wild Animals,' in Beauchamp TL & Fey RG (Eds.) *The Oxford Handbook of Animal Ethics*. New York: Oxford University Press.
- Powers JG, Baker DL, Davis TL, Conner MM, Lothridge AH & Nett TM (2011) Effects of gonadotropin-releasing hormone immunization on reproductive function and behaviour in captive female rocky mountain elk (*Cervus elaphus nelson*). *Biology of Reproduction* 85: 1152-60.

- Powers JG, Monello RJ, Spraker TR, Gionfriddo JP, Nett TM & Baker DL (2014) Effects of GonaCon Immunocontraceptive vaccine in free-ranging female rocky mountain elk (*Cervus elaphus nelson*). *Wildlife Society Bulletin* 38: 650-6.
- Powers JG, Baker DL & Nett TM (2014b) Wild ungulate contraception: Use of GnRH agonist or GnRH vaccine to control reproduction in captive and free-ranging female elk (*Cervus elaphus nelsoni*). In Juengel JL, Miyamoto A, Price C, Reynolds LP, Smith MF & Webb R (Eds). *Reproduction in Domestic Ruminants VIII*. pp117-27.
- Pyle, P. (2005). Molts and plumages of ducks (Anatinae). *Waterbirds* 28: 208-219.
- Ransom JI (2012) *Population ecology of feral horses in an era of fertility control management*. Dissertation, Colorado State University, pp. 104.
- Ransom JI, Roelle JE, Cade BS, Coates-Markle L & Kane AJ (2011) Foaling rates in feral horses treated with the immunocontraceptive porcine zona pellucida. *Wildlife Society Bulletin* 35: 343-52.
- Ransom JI, Powers JG, Garbe HM, Oehler MW, Nett TM & Baker DL (2014) Behavior of Feral Horses in Response to Culling and GnRH Immunocontraception. *Applied Animal Behaviour Science* 157: 81–92.
- Ransom JI, Powers JG, Thompson Hobbs N & Baker DL (2014b) Ecological Feedbacks Can Reduce Population-Level Efficacy of Wildlife Fertility Control. *Journal of Applied Ecology* 51: 259–69.
- Regan T (1985) The case for animal rights. In Singer P (Ed) *In defense of Animals*. New York. Basil Blackwell. pp 13-26.
- RDA (2012). *Zorgplicht Natuurlijk Gewogen*. Zienswijze 27 p. Raad voor Dierenaangelegenheden Den Haag.
- RDA (2018). RDA Zienswijze Dierenwelzijn bij herplaatsing grazers Oostvaardersplassen: <https://www.rda.nl/publicaties/zienswijzen/2018/10/01/dierenwelzijn-bij-herplaatsing-grazers-oostvaardersplassen>
- Roelle JE, Germaine SS, Kane AJ & Cade BS (2017) Efficacy of SpayVac as a contraceptive in feral horses. *Wildlife Society Bulletin* 41: 107-15.
- Rollin BE (2007) Cultural Variation, Animal Welfare and Telos. *Animal Welfare* 16: 129–33.
- de Roos AM, Galic N & Heesterbeek JAP (2009) How resource competition shapes individual life history for non-plastic growth: ungulates in seasonal food environments. *Ecology* 90: 945-960.
- Rosu O (2019) Reproductive management of the feral horse population of Letea Sandbank – Danube Delta. In *Program book of Second International Wild Equid Conference*. Poster 27. Pp 168.
- Rowlands M (2002) *Animals like us*. Verso, London.
- Rubio-Martínez LM, Hendrickson DA, Stetter M, Zuba JR, Marais HJ (2014) Laparoscopic vasectomy in African elephants (*Loxodonta africana*). *Veterinary Surgery* 43: 507-14.
- Rudolph BA, Porter WF & Underwood HB (2000) Evaluating Immunocontraception for Managing Suburban White-Tailed Deer in Irondequoit, New York. *The Journal of Wildlife Management* 64: 463–73.

- Rutberg A (1990) Inter-Group Transfer in Assateague Pony Mares." *Animal Behaviour* 40: 945–52.
- Rutberg AT, Naugle RE & Verret F (2013) Single-treatment porcine zona pellucida immunocontraception associated with reduction of a population of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 44: S-75-83.
- Rutberg A, Grams K, Turner JW & Hopkins H (2017) Contraceptive Efficacy of Priming and Boosting Doses of Controlled-Release PZP in Wild Horses. *Wildlife Research* 44: 174–81.
- Rutgers B & Heeger FR (1999) Inherent worth and respect for animal integrity. In: Dol M, Fentener van Vlissingen M, Kasanmoentalib S, Visser Th. & Zwart H. (eds.) *Recognizing the Intrinsic Value of Nature*. Assen: Van Gorcum, 41–53.
- Schoemaker NJ (2018). Gonadotrophin-releasing hormone agonists and other contraceptive medications in exotic companion animals. *Veterinary Clinics Exotic Animal Practice* 21: 443-64.
- Shideler SE, Stoops MA, Gee NA, Howell JA & Lasley BL (2002) Use of porcine zona pellucida (PZP) vaccine as a contraceptive agent in free-ranging tule elk (*Cervus elaphus nannodes*). *Reproduction Supplement* 60: 169-76.
- Singer P (1975) *Animal liberation: A new ethics for our treatment of animals*, New York: Random House.
- Stafleu FR, Grommers FJ & Vorstenbosch J (1996) Animal welfare: evolution and erosion of a moral concept. *Animal Welfare* 5: 225–234.
- Stout TAE & Colenbrander BA (2004) Suppressing reproductive activity in horses using GnRH vaccines, antagonists or agonists. *Animal Reproduction Science*, 82-83: 633-43.
- Swart JAA (2005) Care for the wild. Dealing with a pluralistic practice. *Environmental Values* 14: 251–63.
- Swart JAA (2008) The Ecological Ethics Framework: Finding our Way in the Ethical Labyrinth of Nature Conservation, Science and Engineering Ethics. 14/4:523–526. <https://doi.org/10.1007/s11948-008-9085-2>.
- Sweco. (2018). Toetsing aanleg vangweide en vangkraal aan de Wet natuurbescherming. In: de Bilt.
- Sweco. (2018). Toetsing reset grote grazers aan de Wet natuurbescherming. Het effect van het beperken van de stand van grote grazers op de Natura 2000-instandhoudingsdoelen en het leefgebied van de beschermde soorten.
- Taylor P (1986) *Respect for Nature: A Theory of Environmental Ethics*. Princeton: Princeton University Press.
- Turner A, Kirkpatrick JF (2002) Effects of immunocontraception on population, longevity and body condition in wild mares (*Equus caballus*). *Reproduction Supplement* 60: 187-95.
- Turner JW, Liu IKM, Flanagan DR, Rutberg AT & Kirkpatrick JF (2007) Immunocontraception in Wild Horses: One Inoculation Provides Two Years of Infertility. *Journal of Wildlife Management* 71: 662–67.

- Vulink JT & van Eerden MR (1998) Hydrological conditions and herbivory as key operators for ecosystem development in Dutch artificial wetlands. In: *Grazing and Conservation Management*, MF Wallis-de Vries, JP Bakker & SE van Wierden (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp. 217-252.
- Watson M, Aebischer NJ & Cresswell W (2007) Vigilance and Fitness in Grey Partridges *Perdix Perdix*: The Effects of Group Size and Foraging-Vigilance Trade-Offs on Predation Mortality. *Journal of Animal Ecology* 76: 211–21.
- Wolfe ML (1980) Feral horse demography: a preliminary report. *Journal of Range Management* 33: 354-360.
- Zweers, W (1995) *Participeren aan de natuur. Ontwerp voor een ecologisering van het wereldbeeld*. Utrecht: Jan van Arkel.

Appendix

Technische appendix modellen populatiegroei: met uitleg over de berekeningen en specificaties

De ingrediënten van het model zijn:

- Aantal leeftijdsklassen, $i = 1, \dots, n$ en lengte d_i van die klassen (bijvoorbeeld leeftijd in jaren 0,1,2, ..., waarbij dus $d_i = 1$ voor elke leeftijd, of in bredere klassen zoals juveniel, sub-adult, adult, et cetera, met elk een gegeven lengte in jaren)
- Overlevingskans per jaar binnen de klasse, q_i ; hiervan worden vervolgens berekend: de kans om te overleven en binnen de klasse te blijven P_i , de kans om te overleven en naar de volgende klasse te gaan G_i (in het geval elke klasse één leeftijdsjaar is geldt dat $P_i = 0$ en $G_i = q_i$, immers men wordt bij overleven elk jaar een jaar ouder)
- Fertiliteit F_i per klasse (aantal nakomelingen per vrouwelijk individu per jaar dat het eerste levensjaar overleeft)

De basis ingrediënten P_i en G_i kunnen worden berekend uit q_i en d_i met de volgende formules (Crouse, Crowder & Caswell, 1987; Caswell, 2001):

$$G_i = \frac{q_i^{d_i}(1 - q_i)}{1 - q_i^{d_i}}$$
$$P_i = \frac{(1 - q_i^{d_i-1})}{(1 - q_i^{d_i})} q_i$$

Samen met de fertiliteit F_i specificeren de basis ingrediënten de dynamiek van de populatiematrix bij verder gelijkblijvende omstandigheden.

Laten we naar het voorbeeld kijken van de edelherten, waar in de hoofdtekst zes leeftijdsklassen worden onderscheiden. Als $N_i(t)$ het aantal individuen is in klasse i in jaar t , dan kunnen we de populatieopbouw in jaar t schrijven als een vector van aantallen in de zes verschillende leeftijdsklassen.

$$N(t) = [N_1(t), N_2(t), \dots, N_6(t)]$$

We kunnen nu een efficiënte boekhouding voeren van de populatie (geboorte, sterfte, veroudering). Het aantal nieuwgeborenen in jaar $t + 1$ is dan:

$$N_1(t + 1) = F_1 N_1(t) + F_2 N_2(t) + \dots + F_6 N_6(t)$$

Als klasse 1 maar één jaar duurt dan is $P_1 = 0$.

Het aantal dieren in de leeftijdsklasse 2 is het aantal dieren dat klasse 1 overleeft en dus doorschuift naar 2, plus het aantal dieren dat al in klasse 2 zit en daar blijft.

$$N_2(t + 1) = G_1 N_1(t) + P_2 N_2(t)$$

Als klasse 2 maar één jaar duurt dan is $P_2 = 0$ en valt de tweede term weg voor de boekhouding. Zo worden ook de andere klassen berekend voor jaar $t + 1$ uit de populatie in jaar t . De matrix is niets meer (of minder) dan een zeer handige schrijfwijze van de n verschillende vergelijkingen die zo ontstaan, een voor elke klasse. We schrijven

$$\begin{pmatrix} N_1(t+1) \\ \vdots \\ N_n(t+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 & \dots & F_6 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & P_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_1(t) \\ \vdots \\ N_n(t) \end{pmatrix}$$

Ofwel

$$\bar{N}(t+1) = A\bar{N}(t)$$

Met populatiematrix A gegeven door:

$$A = \begin{pmatrix} P_1 & F_2 & F_3 & F_4 & F_5 & F_6 \\ G_1 & P_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G_2 & P_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & G_3 & P_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & G_4 & P_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & G_5 & P_6 \end{pmatrix}$$

De eerste klasse zijn altijd de nieuwe individuen (nakomelingen van individuen uit alle andere klassen), de laatste klasse bevat altijd de oudste individuen (men blijft in die klasse tot overlijden). De zes rijen en kolommen slaan op de verschillende klassen en de relaties daartussen. Er zijn maar drie soorten relaties: of je blijft in dezelfde klasse, of je gaat naar de direct volgende klasse, of je draagt nakomelingen bij aan de eerste klasse. De meeste elementen van de matrix zijn 0 omdat je geen klassen kunt overslaan bij het ouder worden. De nieuwgeborenen dragen nog niets bij aan reproductie en hebben alleen overleving (P_1).

Het principe van het matrixmodel is kortgezegd dat we, gegeven dat de omstandigheden niet wijzigen, de populatieopbouw op tijdstip $t + 1$ kunnen uitrekenen uit de opbouw op tijdstip t en matrix A .

Door het herhalen (itereren) van deze vergelijking kunnen we uitrekenen hoe de populatie er na k tijdstappen uitziet (als er tussendoor niets verandert), startend van een beginverdeling van individuen over de n klassen ($t = 0$):

$$\bar{N}(k) = A^k \bar{N}(0)$$

De matrix A bepaalt of de populaties groeien in omvang of niet.

Wiskundig kan men nu bewijzen dat dit proces voor matrices zoals de onze uiteindelijk resulteert in een groei gegeven door:

$$\bar{N}(k) = c(\bar{N}(0))R^k \bar{\bar{N}}$$

Waarbij c een constante is die van de beginsituatie afhangt, en waarbij $\bar{\bar{N}}$ een constante vector is (de zogenaamde stabiele populatieverdeling/stabiele leeftijdsverdeling) van de relatieve omvang van de verschillende leeftijdsklassen, en waarbij de omvang van de populatie elk jaar toeneemt met een vaste

groeifactor R . Als $R > 1$ zal de populatie groeien, als $R = 1$ dan is de populatieomvang constant, en als $R < 1$ dan zal de populatie krimpen.

De groeifactor R kan eenvoudig en rechtstreeks (numeriek) uit de matrix A worden berekend. Het is een eigenschap die vasthangt aan de matrix en die niet wordt beïnvloed door de beginsituatie (R is een zogenaamde eigenwaarde van A)

Naast die groeifactor kunnen twee speciale vectoren worden berekend voor matrix A , de zogenaamde (linker- en rechter-)eigenvectoren bij R . Deze eigenvectoren kunnen worden gebruikt om de gevoeligheid te berekenen van elk ingrediënt van A (Caswell, 2001). Deze waarde geeft aan hoe sterk een verandering in de waarde van het ingrediënt doorwerkt in R . Dus een kleine afwijking in ingrediënten die heel gevoelig zijn geeft al een relatief grote afwijking in R . We kunnen zo opsporen welke ingrediënten het belangrijkste zijn om een nauwkeurige schatting voor te hebben voor de specifieke populatie die we bestuderen. Een betere maat is de zogenaamde elasticiteit omdat die corrigeert voor de grootte van R en de grootte van het matricelement waar de gevoeligheid voor wordt bepaald. Dit komt bijvoorbeeld door het feit dat een afwijking ter grootte 0.5 op 1 een procentueel veel groter effect heeft dan een afwijking van 0.5 op 100. Hieronder zijn steeds de elasticiteiten gegeven voor de basismatrices (dus zonder ingrepen in reproductie).

Alle berekeningen zijn uitgevoerd met Matlab (v2019).

Als we een fractie v van de vrouwtjes door vaccinatie onvruchtbaar maken, willekeurig gekozen ongeacht de leeftijd, dan kunnen we uitrekenen hoe groot v minimaal moet zijn om de populatiegroei tot stilstand te brengen uitgaand van een basissituatie. Bij vaccinatie van een fractie v wordt de fertiliteit F_i voor leeftijdsklasse i vervangen door $(1 - v)F_i$. Om een populatiegroeifactor $R = 1$ te krijgen kan men laten zien²⁰ dat de minimale fractie die moet worden gevaccineerd, v^* gegeven wordt door

$$1 - v^* = \frac{\prod_{i=2}^n (1 - P_i)}{F_n \prod_{i=1}^{n-1} (G_i) + \sum_{j=2}^n \{ \prod_{k=j+1}^n (1 - P_k) F_j \prod_{i=1}^{j-1} (G_i) \}}$$

Deze expliciete uitdrukking maakt het mogelijk te onderzoeken hoe de minimaal te vaccineren fractie afhangt van de fertiliteit in de verschillende leeftijdsklassen. Doordat de fertiliteit alleen in de teller van de breuk aan de rechterkant voorkomt is het duidelijk dat elke verhoging van de waarde van de fertiliteit, in welke leeftijdsklasse dan ook, tot een grotere minimale fractie leidt die gevaccineerd moet worden. Doordat echter ook de andere factoren een rol spelen heeft niet elke leeftijdsklasse evenveel invloed op de verhoging van de waarde van v^* .

²⁰ Technische voetnoot: dit volgt door in de karakteristieke vergelijking voor de matrix, met $(1 - v)F_i$ in plaats van F_i , te nemen $\lambda = 1$ en de vergelijking vervolgens op te lossen voor v .

Edelherten

Voor edelherten gebruiken we zes klassen zoals in de hoofdttekst aangegeven en zoals in de bovenstaande algemene uitleg. Op basis van de data uit Benton, Grant & Clutton-Brock (1995) van het eiland Rum komen we tot de volgende basismatrix voor edelherten:

$$A_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.09 & 0.22 & 0.2 & 0.06 \\ 0.9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.96 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.96 & 0.84 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.12 & 0.7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0.35 \end{pmatrix}$$

Deze matrix is gebruikt voor de berekeningen voor edelherten in de hoofdttekst. Voor deze basissituatie vinden we $v^* = 0.40$, oftewel 40% moet gevaccineerd blijven van alle leeftijdsklassen die bijdragen aan de reproductie om de populatie constant te houden.

De elasticiteit van R voor de ingrediënten van A_E wordt gegeven door

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.01 & 0.03 & 0.01 & 0.0006 \\ 0.09 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.001 & 0.0006 \end{pmatrix}$$

Men kan hieraan zien dat met name veranderingen in de waarden van G_3 en P_4 tot de grootste verandering in groeifactor zullen leiden. Het geeft ook aan dat veranderingen in de fertiliteit relatief groot zal moeten zijn voor een substantiële invloed op R . Er zal dus bij een hoge groeifactor veel gevaccineerd moeten worden bij gelijkblijvende overlevingskansen om de populatie tot stilstand te brengen. Maatregelen die ingrijpen op overleving in klasse 3 en 4 zijn relatief gezien veel effectiever in het reduceren van de waarde van R dan maatregelen die ingrijpen op de fertiliteit (even afgezien van de inspanning, kosten, uitvoerbaarheid et cetera). Dat is in overeenstemming met observaties aan langlevende soorten.

Konikpaarden

Voor Konikpaarden gebruiken we 10 klassen: leeftijd 1 t/m 9 en 10-15. We gebruiken gegevens uit het proefschrift van J.I. Ransom (2012). Zowel de leeftijdsafhankelijke fertiliteit als de overleving van jaar tot jaar zijn ontleend aan informatie in Hoofdstuk 3 van dat proefschrift en enigszins geüniformeerd en afgerond. Voor overleving voor de levensjaren 2-9 is 0.95 genomen, voor de overleving per jaar vanaf jaar 10 is dat 0.8 (dit laatste levert $P_{10} = 0.7$ bij een maximale leeftijd van 15 jaar). Dit levert de volgende populatiematrix op:

$$A_K = \begin{pmatrix} 0 & 0.15 & 0.5 & 0.5 & 0.65 & 0.65 & 0.65 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & 0.7 \end{pmatrix}$$

Dit geeft een groeifactor $R = 1.23$.

De matrix van elasticiteiten wordt gegeven door:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.08 & 0.22 & 0.17 & 0.17 & 0.13 & 0.1 & 0.08 & 0.06 & 0.07 \\ 0.08 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.08 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.06 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.04 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.03 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0.02 \end{pmatrix}$$

Deze matrix laat zien dat de waarde van R het meest gevoelig is voor de fertiliteit van 3-6-jarigen en de overleving in de eerste levensjaren.