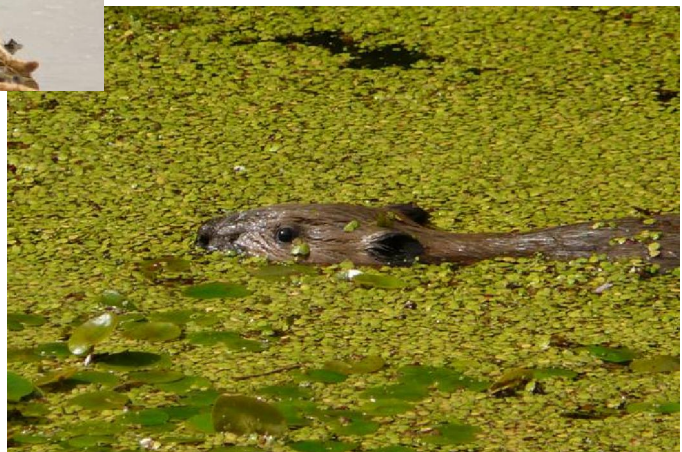




Uitbreiding bevers langzamer dan gedacht?!

**Een onderzoek naar de populatiegrootte en het reproductiesucces van de bevers
in de Kekerdome- en Millingerwaard**



Kaandorp, M.Y.
Lange, C.Y.M.J.G.
Kekerdome, december 2009

Uitbreiding bevers langzamer dan gedacht?!

**Een onderzoek naar de populatiegrootte en het reproductiesucces van de bevers
in de Kekerdome- en Millingerwaard**

Foto omslag: gefotografeerd door auteurs, 2009

Juli tot december 2009
Kekerdome, Nederland

Majorstage Wildlife Management
Van Hall Larenstein, Leeuwarden, onderdeel van Wageningen Universiteit

Begeleiders:
Bart Beekers, ARK Natuurontwikkeling
Theo Meijer, Van Hall Larenstein

Manon Kaandorp	861022001
Cynthia Lange	890218001



Voorwoord

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt dankzij de goede begeleiding van Bart Beekers (ARK Natuurontwikkeling), Freek Niewold (Niewold Wildlife Infocentre) en Theo Meijer (Van Hall Larenstein). Een hartelijk dank aan deze mensen.

Het onderzoeksrapport is mede tot stand gekomen door het verstrekken van informatie over aanwezigheid van bevers en andere bijzonderheden in de Kekerdome- en Millingerwaard en het beschikbaar stellen van faciliteiten en materialen door ARK Natuurontwikkeling, Staatsbosbeheer en de Flora- en Faunawerkgroep Gelderse Poort. Daarnaast willen wij de volgende personen graag bedanken: Bart Beekers, Johan Bekhuis, Gijs Kurstjens, Theo Meijer, Freek Niewold, Stefan Vreugdenhil en Harry Woesthuis. Zonder de enthousiaste medewerking van deze mensen was het onmogelijk om dit rapport samen te stellen.

Manon Kaandorp & Cynthia Lange

Kekerdome, Nederland

Datum 08-12-2009

Summary

The beaver (*Castor fiber*) was reintroduced in the Netherlands in 1988. In the floodplains of the 'Gelderse Poort', where the first beavers were reintroduced in 1994, the dispersion of the population is slow and the exact numbers of beavers are unknown. An intensive monitoring was therefore desirable. The purpose of this research is to investigate the population size, structure and distribution, as well as the reproductive success of the beavers in the Kekerdome- and Millingerwaard from July until December 2009. Different research methods to gather accurate data of a beaver population will thereby be discussed.

Data was gathered with help of inventories of beaver tracks in combination with trap cams and evening observations. With this data all lodges and territories in the area were examined and mapped.

Of the investigated possible research methods the beaver tracks gave an insight in the distribution of the population. Teeth sizes on twigs are an indication of age. Trap cams can gather information with almost no disturbance and give an insight in the number of beavers. Evening observations can reveal the number of beavers. In the summer the beavers swam out of their lodge just after sunset. During autumn the time of swimming out got later in comparison with the time of sunset. Most of the time the second beaver left its lodge within 30 minutes after the first beaver.

The research resulted in a total of 22 beavers, of which four cubs, spread over nine territories. No juvenile beavers of previous years or solitary beavers were found. A total of 54 burrows are found in the area, of which ten are active. Families use different lodges depending on fluctuating water levels. In average 0.93 km of shore length with willows was available per family.

The effective population size of the reproductive pares in 2009 in de Kekerdome- and Millingerwaard is 27,27%. The total effective population size is at least 45,45%.

Monitoring of beavers is intensive and time consuming work, as every lodge needs its own procedure. However, the degree of drought is determining for the speed of monitoring. A combination of inventories of beaver tracks, use of trap cams and evening observations is most suitable, at which the use of good equipment is essential.

In the Kekerdome- en Millingerwaard, the reproduction success is low. In comparison with other areas the population density is high.

Different discussion points are interesting considering the low reproduction and the slow dispersion. By reconstruction of the number of beavers in the Kekerdome- and Millingerwaard since reintroduction, a population trend has been created which shows a stabile population size since 2005. Carrying capacity seems to be reached. A high population density can low-grade the reproduction. Because of the successful reproduction of only two founders (mother and son), inbreeding has occurred if no exchange of new genes have taken place, with an inbreeding coefficient of at least 31.25% for the youngest generation. In case exchange of genes did take place, inbreeding is zero in the second generation, though all next generations have again inbreeding.

DNA research would give outcome about the exact degree of inbreeding and could confirm the desirability of reintroduction of 'new genes'. By creating new expansion possibilities, the dispersion of beavers in the floodplains could be stimulated. A yearly monitoring and the effort of volunteers are valuable for obtaining more data.

Samenvatting

De bever (*Castor fiber*) is in 1988 in Nederland geïntroduceerd. In het rivierengebied de Gelderse Poort, waar de eerste bevers in 1994 zijn uitgezet, gaat de verspreiding van de populatie echter langzaam en over de exacte aantallen is niet veel bekend. Een intensieve monitoring was daarom gewenst. Het doel van dit onderzoek is een overzicht krijgen van de populatiegrootte, -structuur, ruimtelijke organisatie en het reproductiesucces van bevers in de Kekerdome- en Millingerwaard in juli tot en met december 2009. Ook worden verschillende onderzoeksmethoden voor het verkrijgen van nauwkeurige data van een beverpopulatie besproken.

Data werd vergaard met behulp van inventarisatie van beversporen in het gebied in combinatie met fotovallen en avondobservaties. Hiermee werden alle burchten en territoria in de waard in kaart gebracht.

Van de onderzochte methodes gaven beversporen een goed inzicht in de verspreiding van een beverpopulatie. Tandengroottes op afgeknaagde takken zijn een indicatie voor de leeftijd van de bever. Fotovallen kunnen informatie verkrijgen met beperkte verstoring en kunnen inzicht geven in het aantal aanwezige bevers. Avondobservatie is een goede mogelijkheid om bevers te monitoren. In de zomer zwommen de bevers vlak na zonsondergang uit hun burcht, in de herfst werd de tijd van uitzwemmen ten opzichte van de tijd van zonsondergang steeds later. In de meeste gevallen zwom de tweede bever binnen 30 minuten na de eerste bever uit.

Het onderzoek resulteerde in een totaal van 22 bevers, waarvan vier juveniele dieren, verdeeld over negen territoria. Hierbij waren geen juveniele bevers van voorgaande jaren of eenlingen aangetroffen. In het gebied zijn in totaal 54 burchten gevonden, waarvan 10 actief. Families gebruiken verschillende burchten afhankelijk van de wisselende waterstand. Families hadden gemiddeld beschikking over 0,93 km oeverlengte begroeid met wilg.

De effectieve populatie in de Kekerdome- en Millingerwaard is 27,27% van de reproducerende paren in 2009. De totale effectieve populatie is minimaal 45,45%.

Monitoring van bevers is intensief en tijdrovend doordat elke burcht een andere aanpak vergt. De mate van droogte is echter bepalend voor de snelheid van monitoring. Van de mogelijke onderzoeksmethodes is een combinatie van de inventarisatie van beversporen, het gebruik van fotovallen en avondobservaties de beste methode, waarbij beschikking over goede apparatuur zeer belangrijk is.

In de Kekerdome- en Millingerwaard is het reproductiesucces laag. In vergelijking met andere gebieden is de populatiedichtheid laag.

Verschillende discussiepunten zijn interessant, vanwege de lage reproductie en de langzame verspreiding. Door reconstructie van het aantal bevers in de Kekerdome- en Millingerwaard vanaf uitzetting, is er een trend waargenomen waarin de populatiegrootte sinds 2005 stabiel is. De draagkracht van het gebied lijkt bereikt. De hoge populatiedichtheid kan remmend werken op de voortplanting. Doordat slechts twee van de uitgezette bevers (moeder en zoon) daadwerkelijk hebben gereproduceerd, is er inteelt opgetreden indien er geen uitwisseling heeft plaatsgevonden, met een inteeltcoëfficiënt voor de jongste generatie van minimaal 31,25%. In geval uitwisseling wel heeft plaatsgevonden is er geen inteelt in de tweede generatie, de volgende generaties hebben echter wel weer inteelt.

DNA-onderzoek zou zekerheid kunnen geven over de mate van inteelt en zou bevestiging kunnen geven of bijplaatsing van 'nieuwe genen' wenselijk is of niet. Door nieuwe expansiemogelijkheden te creëren zou de verspreiding over het rivierengebied gestimuleerd kunnen worden. Jaarlijkse monitoring en inzet van vrijwilligers zijn waardevol voor het verkrijgen van meer data.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Data collectie.....	8
2.1	Materialen	8
2.2	Methode.....	8
2.2.1	Werkwijze	8
2.2.2	Presentatie gegevens	9
2.3	Data preparatie en analyse.....	10
2.3.1	Methodiek voor monitoring.....	10
2.3.2	Populatiegrootte, -structuur en ruimtelijke organisatie.....	10
2.3.3	Reproductie.....	10
3	Resultaten.....	11
3.1	Methodiek voor monitoring	11
3.2	Populatiegrootte, -structuur en ruimtelijke organisatie	13
3.3	Reproductie	16
4	Discussie	17
4.1	Methodiek voor monitoring	17
4.2	Beverpopulatie.....	17
4.2.1	Populatietrend	18
4.2.2	Populatiedichtheid.....	19
4.2.3	Inteelt	19
4.2.4	Andere oorzaken.....	20
4.2.5	Samenvattend.....	20
4.3	Foutendiscussie.....	21
5	Aanbevelingen	22
	Referenties en verantwoording	23
	Bijlagen.....	i
	Bijlage I Kaarten verspreiding bever.....	i
	Bijlage II Evaluatieformulier	ii
	Bijlage III Observatieformulier.....	iii
	Bijlage IV Kaart najaar 2009	iv
	Bijlage V Kaart 2003-2004	v
	Bijlage VI Inteelt.....	vi
	Bijlage VII Burchtbeschrijvingen	viii

1 Inleiding

De bever (*Castor fiber*) is een middelgroot knaagdier en kan gemiddeld 8 tot 15 jaar oud worden. Volwassen bevers zijn 70 tot 100 cm lang, exclusief een staartlengte van 25-38 cm. De sekse is van buitenaf niet te onderscheiden. Beverparen vormen zich voor het leven en werpen gemiddeld twee jongen per jaar die geboren worden in mei/juni. Deze jongen komen eind juli voor het eerst hun burcht uit en blijven nog twee jaar bij de ouders. De sociale structuur van een gezin bestaat uit twee volwassen bevers met gemiddeld twee jongen uit het eerste jaar en twee jongen van het tweede jaar. In verband met een sterftepercentage wordt bij het monitoren van bevers aangenomen dat per (actieve) burcht gemiddeld vier tot vijf bevers aanwezig zijn, namelijk twee volwassenen met hun jongen (ARK Natuurontwikkeling, 2004; Kurstjens & Bosman, 2000). Bevers zijn territoriaal en bestrijken in Nederland een oeverlengte van één tot tien kilometer, afhankelijk van de geschiktheid van het gebied (Kurstjens & Bosman, 2000). (ARK Natuurontwikkeling, 2009; Boo, 1999; Burnie, 2002; Minister van LNV, 2009)

Bevers spelen een sleutelrol voor rivieren en beken, doordat ze zorgen voor natuurlijk onderhoud van oevers en voor natuurlijke verjonging. Door hun houtbehoefte houden ze de boomgroei in toom, maken open plekken en zorgen voor een gevarieerde structuur en leeftijdsopbouw van het bos (zie Foto 1). Ze zijn afhankelijk van water met aangrenzende bosgebieden en hebben een voorkeur voor riviervalleien met uiterwaarden begroeid met zachthout. Hier houden ze zich voornamelijk op langs de trager stromende delen van de rivier. Ook zijn ze te vinden langs meren, beken, poelen en moerassen. (ARK Natuurontwikkeling, 2004 & 2009)



Foto 1 Het effect van bevers op een ecosysteem (auteurs, 2009)

De bever hoort van oorsprong thuis in het waterrijke Nederlandse landschap, maar door jacht en habitatvernietiging in de afgelopen eeuwen is de gehele beverpopulatie flink achteruit gegaan in Europa en verdwenen in verschillende landen, waaronder ook Nederland in 1826 (Zoogdierenvereniging, 2009). Meer inzicht in de rol van dit dier bij natuurlijke processen heeft ervoor gezorgd dat men het dier terug wilde in het ecosysteem (ARK Natuurontwikkeling, 2004). De wettelijke bescherming van de bever is sindsdien toegenomen. De bever is onder andere in 1982 opgenomen in de Bern-conventie (internationaal), waarna de Habitatrichtlijn (wijst geschikte gebieden voor bevers aan; Europees), de IUCN internationale Rode lijst, de Nederlandse Rode Lijst en ook de Flora- en Faunawet (nationaal) volgden. (IUCN, 2009; Ministerie van LNV, 2009; Zoogdierveniging VZZ, 2007 & 2009)

Om de terugkeer van de bever in Nederland te verwezenlijken hebben verschillende organisaties, waaronder ARK Natuurontwikkeling, samengewerkt om dit te realiseren. Dit resulteerde in de eerste herintroducties in 1988 in de Biesbosch waarna andere gebieden volgden (1990 Flevoland, 1994 Gelderse Poort, 2002 Limburg, 2008 Zuidlaardermeer en 2009 Groningen) (ARK Natuurontwikkeling, 2009; Boo, 1999; Zoogdierenvereniging VZZ, 2009). Sindsdien neemt de populatie in Nederland sterk toe met een minimum van 429 bevers ouder dan één jaar in 2009 (Niewold, 2009) (zie Bijlage I Kaarten; Kaart 3 voor de verspreiding in Europa en Kaart 4 voor de verspreiding in Nederland).

In de Gelderse Poort zijn vanaf 1994 in totaal 54 bevers uit het Elbe-gebied (Duitsland) uitgezet (voor plaats van eerste herintroducties, zie Kaart 1). Na tegenslagen in de eerste jaren is de populatie geleidelijk gaan groeien (Kurstjens & Bekhuis, 2004) tot een minimumpopulatie van 104 bevers in april 2009 (ARK Natuurontwikkeling, 2004;

Niewold, 2009). Helaas gaat de verspreiding in het rivierengebied langzamer dan gedacht (Pers. comm. Beekers; Bekhuis; Niewold, 2009). Het populatieaantal de laatste jaren bleef onveranderd en er lijken weinig jongen te worden grootgebracht (Niewold, 2009; Teunissen, 2004). Of dit komt doordat er minder families reproductief succesvol zijn dan verwacht of door een eventuele hoge populatiedichtheid is niet bekend.

Recente populatieaantallen zijn gebaseerd op schattingen, waardoor er vijftien jaar na uitzetting geen exacte gegevens bekend zijn over de populatiegrootte en het reproductiesucces van deze dieren. Een intensieve monitoring is daarom gewenst.

ARK Natuurontwikkeling heeft in samenwerking met Staatsbosbeheer en de Flora- en Faunawerkgroep Gelderse Poort assistentie gevraagd bij het onderzoeken van deze gegevens voor de Kekerdome- en Millingerwaard. Dit aaneengesloten gebied van 500 ha is één van de grootste uiterwaarden van de Gelderse Poort (zie Bijlage I Kaarten; Kaart 5) met een oeverlengte, geschikt voor bevers, van circa 8,4 kilometer (Helmer, 1993). Het heeft te maken met fluctuerende waterstanden (Kurstjens & Bekhuis, 2004). Het gebied wordt halfnatuurlijk beheerd en het gehele jaar door begraasd door Konikpaarden en Gallowayrunderen. Bezoekers van de Kekerdome- en Millingerwaard mogen ook buiten de aangegeven paden vrij rondstruinen.

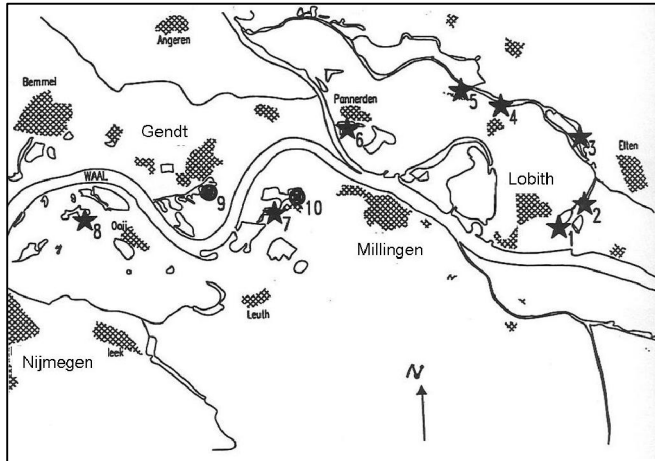
In 1994 zijn in dit gebied vijf bevers uitgezet (Bekhuis et al., 1995), en in 1999 nogmaals twee dieren. Als vierdejaars studenten van het Van Hall Larenstein voeren wij van eind juli tot half december 2009 een veldonderzoek uit om de beverpopulatie in de Kekerdome- en Millingerwaard zo goed mogelijk in kaart te brengen.

Het doel van dit onderzoek is: 'een overzicht krijgen van het aantal bevers en het reproductiesucces in de Kekerdome- en Millingerwaard in het najaar van 2009'.

Onderzoeksvragen:

- Welke onderzoeksmethoden kunnen het beste gebruikt worden voor het verkrijgen van nauwkeurige data van een beverpopulatie (inventariseren van beversporen, fotovalen, avondobservatie en videosysteem)?
- Wat is de populatiegrootte en –structuur (familieverband) van de bevers in de Kekerdome- en Millingerwaard en hoe is deze ruimtelijk georganiseerd?
- Hoe staat het met het reproductiesucces van bevers in de Kekerdome- en Millingerwaard?

In dit rapport zal eerst de data collectie behandeld worden, gevolgd door de resultaten. Hierna zal de discussie volgen waarin eerst kort de conclusie van de resultaten wordt weergegeven waarna puntsgewijs de discussiepunten worden doorgenomen. Het rapport zal worden afgesloten met een korte aanbeveling.



Kaart 1 Plaats van herintroductie van bevers in de Gelderse Poort. Bij elk nummer is één individu of familie geplaatst (Niewold et al., 1998)

2 Data collectie

2.1 Materialen

Dit onderzoek is uitgevoerd met goedkeuring van Staatsbosbeheer, beheerder van de Kekerdomse- en Millingerwaard. Hiervoor is een onderzoeksvergunning verleend dat het plaatsen van fotovallen en camera's in dit gebied toestaat.

Verschillende fotoval-types zijn gebruikt in dit onderzoek, namelijk de Reconyx RapidFire RM45 Outdoor; twee infrarood fotovallen van het type Moultrie Game Spy 4.0 Digital Camera, DGS-I40, Serial no. CC071019676 en twee flits-fotovallen van het type Moultrie Game Spy 4.0 MP Digital Camera, item QZ-417898. Geheugenkaarten van het merk San Disk en CompactFlash Storage Solution werden gebruikt om de foto's op te slaan.

Bij nachtobservaties werden een restlichtversterker van het merk LUNOS (Lens Part no. 168x605 Serial 17509, kijker Part no. 168V50000 Serial 16470) en een infrarood nachtkijker van het merk 'Night Owl Optics Night Vision' gebruikt.

Verder werd een GPS-apparaat (Garmin 'Etrex Venture') gebruikt voor het inventariseren van de beversporen, en een PDA (GPS Mio DigiWalker, Model no. P360, S/N:B5981T01150) om foto's over te brengen van het veld naar de computer.

Voor het analyseren van gebiedsgegevens werd het computerprogramma ArcView GIS, versie 3.2a gebruikt.

2.2 Methode

2.2.1 Werkwijze

Algemeen

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van beversporen, zoals burchten, merkhopen, wissels, pootafdrukken en knaagsporen. Ook zichtwaarnemingen van bevers, zowel overdag als 's nachts, waren een informatiebron. Deze informatie is verkregen door deel voor deel de Kekerdomse- en Millingerwaard nauwkeurig te onderzoeken. Met behulp van de zo verkregen informatie kon er worden vastgesteld waar rondom een burcht fotovallen geplaatst en waar geobserveerd kon worden. Aangezien elk deel van de waard anders is, was er een specifieke plaatsgerichte aanpak per deel nodig. Ook de benodigde tijd die nodig was om een deel te onderzoeken was hiervan afhankelijk.

Na met behulp van fotovallen en avondobservaties vastgesteld te hebben hoeveel bevers er in een burcht of territorium van de waard aanwezig waren, kon het volgende deel worden onderzocht, tot de hele Kekerdomse- en Millingerwaard bekend waren.

Pilotstudy

Tijdens de drie weken durende pilotstudy van burcht 1 zijn alle fotovallen en een videosysteem uitgeprobeerd. Eén van de fotovallen (Recon Outdoors 1-866-64RECON) en het videosysteem bleken niet aan de verwachtingen te voldoen waardoor besloten is deze bij volgende burchten niet meer te gebruiken. Ter vervanging is een speciale infrarood fotoval gekocht (de Reconyx, zie Foto 2). Deze fotoval was door zijn snelheid en betrouwbaarheid uiterst goed te gebruiken en zorgde ervoor dat het monitoren sneller kon gaan. Er zijn in totaal vijf fotovallen gebruikt voor het monitoren, waarvan twee flits-fotovallen en drie infrarood-fotovallen. Bij de infrarood-fotovallen is besloten gebruik te maken van filmpjes, omdat die sneller leken op te nemen na triggering en er meer in een kort tijdsbestek gezien kon worden. Bij flits-fotovallen werden alleen foto's gebruikt, omdat de filmpjes van een te slechte kwaliteit waren. Tijdens avondobservaties werd een restlichtversterker in combinatie met een infrarood nachtkijker gebruikt om tot een zo goed mogelijk resultaat te komen.



Foto 2 Reconyx bij burcht
(auteurs, 2009)

Een burcht monitoren

Bij elke burcht werd eerst de omgeving verkend om eventuele wissels en andere beversporen in kaart te brengen. De burcht werd in kaart gebracht en kort beschreven door middel van een evaluatieformulier (zie Bijlage II Evaluatieformulier).

Vervolgens werden de fotovallen strategisch geplaatst. In verband met mogelijke verstoring werd op uitgangen van burchten alleen met infrarood-fotovallen gewerkt. Met behulp van een situatieschets werden alle mogelijke ingangen van de burcht en de plaats van de fotovallen gedetailleerd geschetst. Indien een burchtuitgang actief leek maar dit niet zeker was, werden er indien mogelijk stokken rechtop voor de uitgang in de grond gestoken. Indien deze gang gebruikt werd, moest de bever minstens één van de stokken verwijderen. Dit werd direct de volgende dag gecontroleerd om de mogelijkheid dat een stok door een andere reden verwijderd was te minimaliseren.

Na ongeveer twee dagen werden de geheugenkaarten van de fotovallen gecontroleerd en werden de fotovallen indien nodig herplaatst. In de meeste gevallen was het nu duidelijk waar de bevers zich ophielden. Hierdoor konden er, afhankelijk van de situatie, in combinatie met de fotovallen avondobservaties gehouden worden om de informatie uit de fotovallen aan te vullen met eigen waarnemingen.

De avondobservaties begonnen rond de schemering, wat in de loop van het najaar steeds vroeger werd naarmate het eerder donker werd. Nadat de bevers uitgezwommen waren en er niets meer in de situatie leek te veranderen, werd er nog minstens een half uur gewacht op eventuele veranderingen, waarna de avondobservatie beëindigd werd. Tijdens een avondobservatie werd alle data genoteerd op een observatieformulier (zie Bijlage III Observatieformulier). Als duidelijk was hoeveel bevers er in welke burcht precies aanwezig waren, werden de fotovallen weggehaald en bij een volgende burcht geplaatst.

2.2.2 Presentatie gegevens

Een beverburcht moest aan een aantal criteria voldoen voordat het als burcht benoemd werd. Er moest ten minste één opening van minstens een halve meter doorsnee aanwezig zijn met lichte kanaalvorming ervoor. Kanaalvorming is een typisch beverkenmerk dat niet door andere dieren gevormd wordt. Een ander duidelijk te herkennen beverkenmerk was takken bovenop de burcht, of pootafdrukken die naar de burchtopening leiden. Meerdere openingen bij elkaar van minstens een halve meter in doorsnee, met beversporen, werd ook beschouwd als een beverburcht.

Beverterritoria zijn vastgesteld aan de hand van wel of niet geregeld gebruikte wissels tussen plassen, de plaats van merkhopen (zie Foto 3), pootafdrukken, knaagsporen en waarnemingen van bevers.

Bever-‘families’ worden beschouwd als een samenlevend stel volwassen bevers met hun eventuele nakomelingen. ‘Paren’ worden beschouwd als een tweetal samenlevende volwassen bevers waarbij (nog) geen nakomelingen zijn waargenomen. Een juveniele bever is jonger dan één jaar; dat betekent in dit geval in 2009 geboren. Een jaarling is één jaar en is in het algemeen nog ‘thuiswonend’. Een subadulte bever is twee jaar. In deze leeftijdscategorie worden de dieren geslachtsrijp en migreren om een eigen territorium te zoeken. Een volwassen bever is drie jaar of ouder.



Foto 3 Merkhooft op oever (auteurs, 2009)

2.3 Data preparatie en analyse

2.3.1 Methodiek voor monitoring

De vergaarde data van de fotovallen zijn per burcht gestandaardiseerd ingevuld in een Excel-bestand. Hierbij is de datum en tijd van de foto, de locatie en de activiteit genoteerd. De ingevoerde tijden van de opnamen samen met de observatieopnames werden met elkaar vergeleken om vast te kunnen stellen of er meerdere bevers aanwezig waren. Indien duidelijke uiterlijke kenmerken van bevers zichtbaar waren is dit ook genoteerd.

De tijden van het uitzwemmen van bevers tijdens avondobservaties samen met de tijd van zonsondergang zijn eveneens in Excel ingevoerd om dit in een grafiek te kunnen visualiseren.

De verschillende onderzoeksmethodes; beversporen (beverprenten, zie foto 4), fotovallen, avondobservaties en videosysteem, zijn in het onderzoek gebruikt en achteraf met elkaar vergeleken in een tabel.



Foto 4 Beverprenten in het zand in vergelijking met prent vos links-midden (auteurs, 2009)

2.3.2 Populatiegrootte, -structuur en ruimtelijke organisatie

Het aantal bevers is berekend door alle waargenomen bevers van alle burchten, inclusief de juveniele bevers, bij elkaar op te tellen. Deze zijn samen met de waargenomen sociale structuur in Excel ingevoerd om verschillende tabellen en berekeningen te kunnen maken. Daarnaast zijn deze ook in ArcView3.2¹ ingevuld om deze per territorium weer te kunnen geven.

Alle burchten die duidelijk binnen de actieve radius van een familie vielen, zijn meegeteld als behorend tot hun territorium. De territoria inclusief de burchten zijn in een tabel weergegeven om het gemiddelde aantal burchten per territorium te berekenen. Ook zijn deze territoria in ArcView3.2 ingevoerd. Bij de territoria is een onderscheid gemaakt tussen de minimum grootte, bij laagwater, en de waarschijnlijke grootte van het territorium wanneer het waterpeil weer stijgt. Ook is hierbij een onderscheidt gemaakt tussen burchten die met zekerheid binnen het territorium van een familie horen en burchten die bij hoger water mogelijk bij de familie horen.

Verder zijn in ArcView de wissels, knaagsporen, merkhopen en burchten ingetekend. Hierin is een onderscheid gemaakt tussen actieve en inactieve burchten.

De gemiddelde oeverlengte per territorium is berekend aan de hand van gegevens over 'geschikte' oevers voor bevers, namelijk begroeit met wilg (Helmer, 1993).

2.3.3 Reproductie

Het aantal juveniele bevers dat in het najaar van 2009 is waargenomen is bij elkaar opgeteld. Deze zijn in een tabel weergegeven in verhouding met het totale aantal beverparen en het aantal reproducerende beverparen.

De effectieve populatie voor de Kekerdonse- en Millingerwaard wordt berekend aan de hand van het aantal reproducerende paren in verhouding met het absolute populatie-aantal. Hier is een effectieve populatie berekend met de reproducerende paren van 2009 en met alle bekende reproducerende paren, dus ook uit eerdere jaren.

¹ ArcView is een programma waarmee digitale kaarten worden gemaakt, dit is een Geografisch Informatiesysteem (GIS).

3 Resultaten

Allereerst zullen de resultaten van de verschillende toegepaste onderzoeksmethodes besproken worden, waarna de gevonden populatiegrootte, -structuur en ruimtelijke organisatie van de bevers zal worden weergegeven. Als laatste zullen de resultaten van het reproductiesucces van de populatie behandeld worden.

3.1 Methodiek voor monitoring

Beversporen

Verschillende beversporen gaven inzicht in de verspreiding van een beverpopulatie. Tandengroottes op afgeknaagde takken waren een indicatie voor de leeftijd van een bever. Tandafdrukken van 3,0 mm of kleiner zijn op die plaatsen gevonden waar later juveniele bevers werden geconstateerd. De grootste gevonden tandafdrukken waren tot ongeveer 10,0 mm in doorsnede.

Fotovallen

Fotovallen gaven zonder verstoring informatie over de aanwezigheid van bevers, afhankelijk van het model. Door meerdere fotovallen tegelijk op zowel wissels als bij burchtingangen van één territorium te plaatsen kon in sommige gevallen vastgesteld worden hoeveel bevers er aanwezig waren. Op deze manier werden niet alleen bevers op de foto genomen, maar ook vossen, reeën, runderen, reigers, steenmarters, etc.

De tijdsduur van het gebruik van fotovallen bij een burcht varieerde afhankelijk van de mogelijkheid om de vallen goed te plaatsen. Hierdoor waren er soms slechts enkele foto's met bevers van een burcht verkregen, en soms honderden.

Bij de fotovallen (behalve de Reconyx) is geconstateerd dat er meerdere keren geen opnames gemaakt waren terwijl er wel een bever langsgelopen was.

De gebruikte Moultrie infrarood-fotovallen maakten tijdens de opname een klik waarbij tegelijkertijd een rood lampje te zien was. Bevers, maar ook andere dieren, waren meerdere malen 'verstijfd' doordat ze dit opmerkten. Bij de flits-fotovallen en de Reconyx is dit gedrag niet voorgekomen.

Avondobservatie

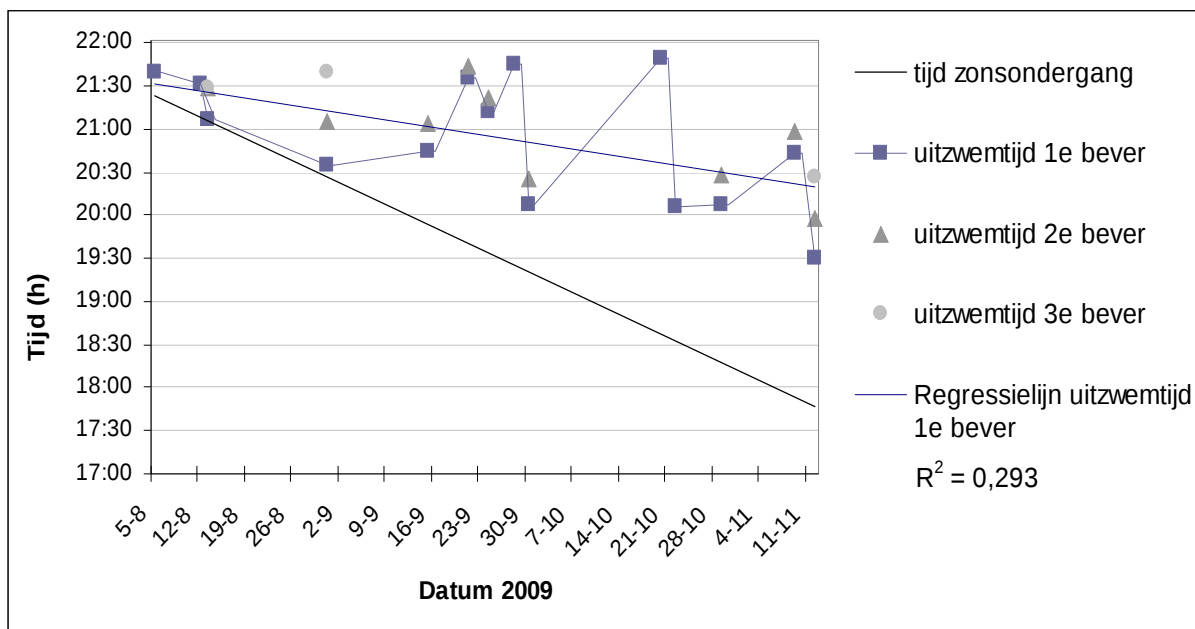
Omdat elke situatie verschillend was, was een combinatie van een restlichtversterker (zie Foto 5), die vanaf circa 50 m goed zicht had, en een infrarood nachtkijker, die tot circa 50 m goed zicht had, een goede mogelijkheid om bevers 's avonds te observeren.

Tijdens avondobservaties waren alle geobserveerde beveractiviteiten vastgelegd. De tijden van zonsondergang en het uitzwemmen van de eerste bever zijn weergegeven met een lijn (zie Figuur 1). De tijd van uitzwemmen van de tweede en eventuele derde bever van diezelfde burcht zijn er puntsgewijs bijgezet. Er is een regressielijn van de uitzwemtijd van de eerste bever weergegeven om de verhouding tussen de tijd van zonsondergang en de uitzwemtijd te verduidelijken. Te zien is dat in augustus de lijnen vlak naast elkaar liggen en later in het jaar al meer uit elkaar lopen. Het percentage dat de variantie (R^2) van de uitzwemtijd van de eerste bever verklaard is 29,3%.

In $((100/14) \cdot 13)$ 92,86% van de gevallen zwom de tweede bever binnen 30 minuten na de eerste bever uit.



Foto 5 Observeren met behulp van restlichtversterker (auteurs, 2009)



Figuur 1 Weergave tijd van zonsondergang en de uitzwemtijd van de eerste (inclusief regressielijn met R^2 ($n=14$, $P=0,05$)), tweede en derde bever (wintertijd is op 24-10-2009 ingegaan; dit is niet meegenomen in grafiekgegevens)

Videosysteem

Tijdens de pilotstudy is gebleken dat het videosysteem waarover beschikt kon worden technisch en praktisch gezien niet geschikt was om in het veld te gebruiken.

Beoordeling verschillende methodes

Behalve het inventariseren van beversporen waren de andere onderzoeksmethodes niet altijd toepasbaar, afhankelijk van de situatie. In Tabel 1 zijn de voor- en nadelen van de verschillende onderzoeksmethodes met elkaar vergeleken.

Tabel 1 Verschillende onderzoeksmethodes met elkaar vergeleken

Methode	Aanschafkosten	Benodigde tijd	Opmerking
Beversporen	Geen	Veel	Subjectief; de ene persoon zal meer kunnen vinden dan een ander.
Flits-fotoval	150,-	Laag	Betrouwbaarheid onbekend. Enkele seconden na triggering wordt eerste opname gemaakt. Eén minuut pauze tussen de opnames. Flitst bij elke opname.
Infrarood-fotoval	250,-	Laag	Betrouwbaarheid onbekend. Enkele seconden na triggering wordt eerste opname gemaakt. Eén minuut pauze tussen de opnames. Maakt tijdens opname een 'klik'.
Reconyx	600,-	Laag	Zeer betrouwbaar. Kan achter elkaar opnames maken zonder wachttijd.
Avondobservatie	Geen	Veel	Afhankelijk van goede apparatuur en gunstige weersomstandigheden.
Videosysteem	800,-	Gemiddeld	Zeer betrouwbaar. Controle videomateriaal kost tijd. Onpraktisch in vervoeren en plaatsen.

3.2 Populatiegrootte, -structuur en ruimtelijke organisatie

In de Kekerdomse- en Millingerwaard werden in het najaar van 2009 in totaal 22 bevers gevonden, waarvan vier juveniele dieren. Er werden geen jaarlingen aangetroffen. De bevers waren verdeeld over negen territoria. Elk territorium bevatte minimaal twee bevers. Eén van de paren had twee juveniele dieren voortgebracht en twee paren één juveniel dier, de andere zes paren hadden geen jongen.

In de gehele Kekerdomse- en Millingerwaard waren in totaal 54 burchten gevonden, waarvan 10 actieve (exclusief een actieve burcht in de Kaliwaal; dit valt buiten het onderzoeksgebied en wordt niet in de berekeningen meegenomen). Een gedetailleerde kaart van de burchten met bijbehorend territorium is te zien in Kaart 2. Per territorium is de waargenomen sociale structuur aangegeven. De beschrijving, coördinaten, eventuele aanwezigheid van bevers en andere bijzonderheden van elke burcht zijn opgenomen in Bijlage VII Burchtbeschrijvingen.

Territoria waren duidelijk te onderscheiden met behulp van merkhopen, knaagsporen en wissels (Foto 6). Bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard plaatsten op sommige plekken merkhopen om territoria af te bakenen en hadden een uitgebreid stelsel van wissels, zie Bijlage IV Kaart najaar 2009. Bij laagwater werden deze wissels nauwelijks nog gebruikt.



Foto 6 Uitgesleten wissel tussen twee plassen (auteurs, 2009)

Een beverterritorium bestond uit meerdere burchten. Gemiddeld 3,7 burchten bij laagwater, waarschijnlijk 5,7 burchten bij hogere waterstanden, zie

Tabel 2. Niet alle burchten behoorden duidelijk tot een territorium; deze zijn niet meegenomen in de berekening. Opvallend was dat er binnen elk territorium één takkenburcht aanwezig was die in vergelijking met de andere burchten in het territorium het grootst en meest uitgebouwd was.

Als een burcht droog kwam te staan, verplaatste de familie zich naar een andere burcht binnen het territorium waarvan de ingang nog wel onder water stond. Deze verplaatsingen zijn bij vier burchten met zekerheid waargenomen (namelijk burcht 1 " 20, 3 " 4 " 24, 28 " 29). Vanwege de lage waterstanden tijdens het onderzoek werden alle, in het najaar van 2009, bewoonde burchten beschouwd als 'laagwaterburchten'.

Tabel 2 Aantal burchten per territorium, waarbij de territoriumnummers overeenkomen met de nummers van Kaart 6 en de burchtnummers met de burchtbeschrijvingen in Bijlage VII.

<i>Territorium</i>	<i>Burchtnummer</i>	<i>Waarschijnlijke burchtnummers bij hogere waterstanden</i>	<i>Minimum aantal burchten per territorium</i>	<i>Waarschijnlijk aantal burchten per territorium</i>
1	1, 20, 41, 42	43, 44	4	6
2	2, 39, 55		3	3
3	3, 4, 5, 24, 50, 51		6	6
4	6, 7, 8, 9, 10, 21		6	6
5	11, 12, 13, 26	14, 15, 16	4	7
6	22, 23	17, 18, 19, 25	2	6
7	27, 28, 29, 30	45, 46, 47, 48	4	8
8	31, 53		2	2
9	32, 33	34, 35, 36, 37, 38	2	7
Totaal aantal burchten binnen de territoria			33	51
Gemiddeld aantal burchten per territorium			(33/9=) 3,7	(51/9=) 5,7

Van het totaal aantal gevonden burchten waren er gemiddeld 0,3 volwassen bevers per burcht aanwezig, zie Tabel 3. Per territorium waren er twee volwassen bevers aanwezig, zie Tabel 4. Er werd niet per 'actieve burcht' gerekend doordat in minstens één van de territoria bevestigd was dat twee burchten tegelijkertijd actief in gebruik konden zijn.

Tabel 3 Verhouding aantal bevers per burcht

Totaal aantal burchten	54
Totaal aantal (volwassen) bevers	18
Gemiddeld aantal (volw.) bevers per burcht	$(18/55=)$ 0,3

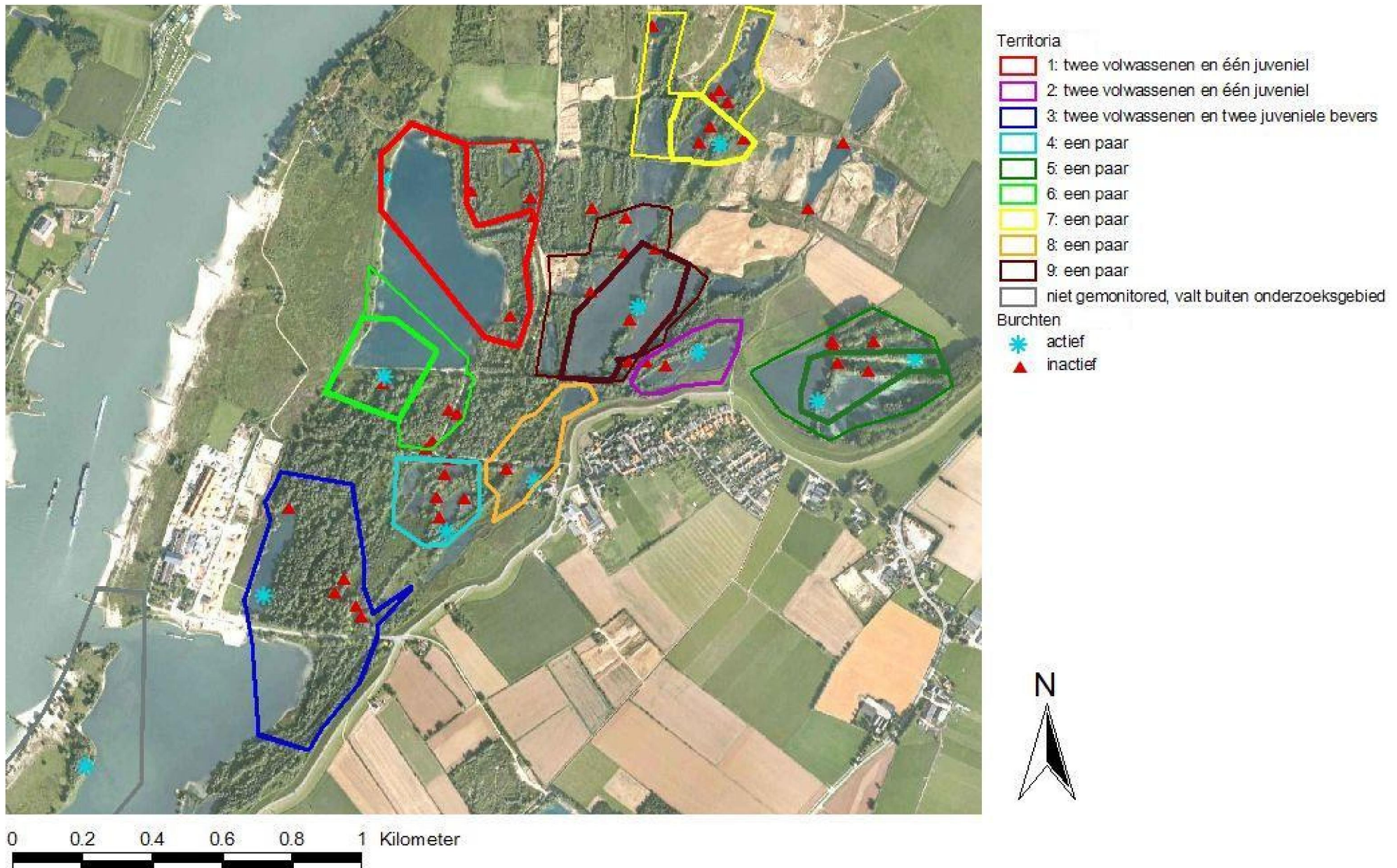
Tabel 4 Verhouding aantal bevers per territorium

Totaal aantal territoria	9
Totaal aantal (volwassen) bevers	18
Gemiddeld aantal (volw.) bevers per territorium	$(18/9=)$ 2,0

De Kekerdome- en Millingerwaard samen bevatten ongeveer 8,4 km aan oeverlengte begroeid met wilg (één van de hoofdvoedselbronnen van bevers) (Helmer, 1993). Elk territorium beschikte over gemiddeld 0,93 km geschikte oevers, zie Tabel 5. Sommige territoria hadden echter meer oeverlengte tot hun beschikking dan anderen.

Tabel 5 Gemiddelde oeverlengte per territorium

Oeverlengte begroeid met wilg (in km) (Helmer, 1993)	8,4
Territoria (n)	9
Gemiddelde oeverlengte per territorium (in km)	$(8,4 / 9=)$ 0,93



Kaart 2 met beverburchten en territoria in de Kekerdomse- en Millingerwaard (waar territoria-afbakening niet zeker was, is onderscheid gemaakt tussen laagwater territoria (dikke lijn) en vermoedelijke hoogwater territoria (dunne lijn))

3.3 Reproductie

Van de negen beverparen in de waard werd er in het najaar van 2009 bij drie paren aangetoond dat er reproductie plaats had gevonden (juvenile bever, zie Foto 7). Per totaal aantal families werden er 0,4 juvenile bevers geboren en per reproducerende familie 1,3; zie Tabel 6.

Tabel 6 Aantal juvenile bevers per familie

Aantal juvenile bevers in 2009	4
Aantal families met juv.	3
Aantal families zonder juv.	6
Gemiddeld aantal juv. bevers per familie	(4/9=) 0,4
Gemiddeld aantal juv. bevers per reproducerende familie	(4/3=) 1,3

Doordat drie van de negen paren hadden gereproduceerd, was de effectieve populatie² (N_e) in 2009 27%, zie Tabel 7. In juli 2008 waren er echter rond burcht 19 en burcht 28 (zie Kaart 6 in Bijlage IV Kaart najaar 2009) twee dode juvenile dieren aangetroffen (*pers. comm. Beekers, 2009*). Beide burchten vielen onder andere territoria dan waar de juvenile bevers uit 2009 zijn gevonden. Dit betekent dat twee andere paren dan de drie reproducerende paren in 2009 reproductief succesvol konden zijn. Daarom werden deze bevers meegerekend tot de totale N_e van 45%. Van de overige vier beverparen was niet aangetoond dat ze konden reproduceren. Er kon daarom geen uitspraak worden gedaan over hun mogelijke bijdrage in de effectieve populatie en waren daarom niet meeberekend. Daarom is het minimumpercentage van de totale effectieve populatie gegeven.

Tabel 7 Effectieve populatie

N (absoluut populatieaantal incl. juv.)	22
Aantal bevers dat heeft gereproduceerd in 2009	6
Totaal aantal reproducerende bevers	10
N_e 2009	(6/22=) 0,27
Min. N_e totaal	(10/22=) 0,45



Foto 7 Juvenile bever in het kroos (auteurs, 2009)

² 'Effectieve populatie' is het percentage van het absolute populatieaantal dat daadwerkelijk voor reproductie zorgt.

4 Discussie

Monitoren van bevers is intensief en tijdrovend, doordat elke burcht een andere aanpak vergt. Ook zijn de methodes apart van elkaar niet 100% betrouwbaar. Van de mogelijke onderzoeksmethodes is een combinatie van de inventarisatie van beversporen, het gebruik van fotovallen en avondobservaties de beste methode, waarbij beschikking over goede apparatuur zeer belangrijk is. Overdag kunnen beversporen aanwijzingen geven over de populatie, terwijl 's nachts fotovallen gebruikt kunnen worden om de aanwezigheid van bevers te bevestigen. Aanvullend kunnen avondobservaties uitsluitsel geven over de hoeveelheid bevers. Doordat juveniele bevers vanaf eind zomer voor het eerst uit hun burcht komen, is het najaar de meest geschikte periode voor avondobservaties. De mate van droogte is bepalend voor de snelheid van monitoring.

De regressielijn van de uitzwemtijd van de eerste bever heeft een R^2 van 0,29 ($n=14$, $P=0,05$). Bij avondobservaties is de tweede bever in 93% van de gevallen binnen 30 minuten na de eerste bever uitgezwommen.

In de Kekerdome- en Millingerwaard zijn in totaal 22 bevers waargenomen, waarvan 18 volwassenen en vier juveniele bevers. Alle volwassen bevers vormden paren, waarvan er twee één juveniel hebben gekregen en één twee juveniele bevers. In totaal zijn er negen territoria aangetroffen in het gehele gebied met in totaal 10 actieve en 44 inactieve burchten. Deze territoria liggen dicht tegen elkaar; er zijn geen ongebruikte plassen. De waterstand is een bepalende factor voor de keus van het gebruik van een bepaalde burcht. Bij lage waterstand worden wissels tussen plassen nauwelijks gebruikt. De oeverlengte van 0,93 km per territorium geeft een hoge populatiedichtheid aan.

4.1 Methodiek voor monitoring

Tijdens het veldwerk zijn meerdere ideeën geopperd om een bevermonitoring eventueel te kunnen versnellen en/of de methodes te verbeteren. Twee hiervan worden hieronder besproken.

Vrijwilligers

Het idee om vrijwilligers in te zetten bij een specifieke bevermonitoring zoals in dit rapport beschreven, is alleen mogelijk als de vrijwilligers over ervaring beschikken. Zo zullen ze goed op de hoogte moeten zijn van het herkennen van beversporen. Ook de werking en plaatsing van fotovallen zal goed gecoördineerd moeten worden. Bij avondobservaties is het essentieel dat er goed nachtkijkmateriaal gebruikt wordt om een betrouwbaar resultaat te verkrijgen. Vrijwilligers zonder ervaring zouden echter goed ingezet kunnen worden bij het bepalen waar mogelijk reproductie plaatsvindt, door het zoeken naar takjes met kleine tandengroottes ($\leq 3,0$ mm).

Operatiecamera

Het idee om een operatiecamera bij burchten naar binnen te leiden zal moeilijk te realiseren zijn. Sommige burchten hebben ingangen die niet zichtbaar zijn, andere ingangen zijn slechts zeer moeilijk te bereiken. Van bovenaf door de takkenconstructie naar binnen gaan is slechts bij enkele burchten mogelijk.

4.2 Beverpopulatie

Zoals vermeld in de inleiding gaat de uitbreiding van bevers langs het riviergebied langzamer dan gedacht. Er vinden geen tot nauwelijks nieuwe vestigingen plaats in de Gelderse poort (Niewold, 2009; pers. comm. Beekers, Bekhuis en Niewold, 2009). De resultaten van dit rapport over de Kekerdome- en Millingerwaard laten zien dat er sprake is van een laag reproductiesucces. Er zijn minder jongen gevonden dan verwacht, dus de verspreiding van jonge bevers op zoek naar nieuwe territoria gaat ook langzamer.

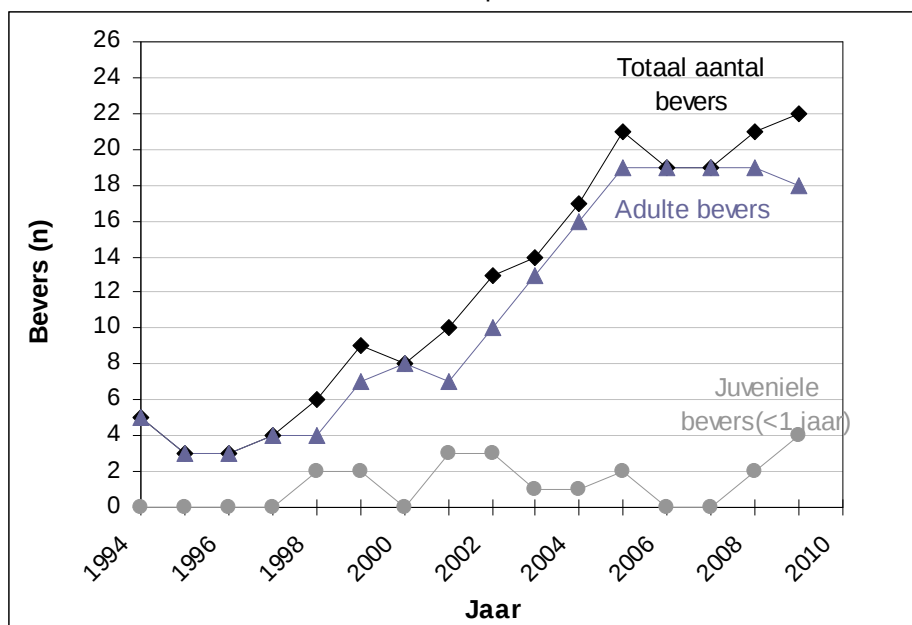
Dit zou de lage dispersie deels of geheel kunnen verklaren. De redenen voor het lage reproductiesucces zijn echter niet duidelijk. Mogelijke oorzaken voor het lage reproductiesucces en de langzame verspreiding worden hieronder besproken.

4.2.1 Populatietrend

Voor zover dit na te gaan was, is de trend van het aantal bevers dat aanwezig was in de Kekerdomse- en Millingerwaard aangegeven in Figuur 2. Sinds de uitzetting van de eerste bevers in september 1994 is de populatie gestegen met een gemiddelde jaarlijkse toename van 10,38% (volgens de berekening $5 \cdot (x^{15}) = 22$ " $x = \sqrt[15]{4,4}$. Hierin staat de 5 voor de beginpopulatie (aantal uitgezette dieren); tot de macht 15 duidt het aantal jaren aan van uitzet tot heden; 22 is de populatiegrootte in 2009).

De populatietrend laat zien dat na uitzetting, de populatie het eerste jaar afneemt met 40%. Van 1997 tot 2005 onderging de populatie een stijging van gemiddeld 21,48% ($3 \cdot (x^{10}) = 21$), waarna deze zich lijkt te hebben gestabiliseerd. Te zien is dat het aantal families ongeveer vergelijkbaar is met de waarnemingen in 2003 (Teunissen, 2003, zie Bijlage V Kaart 2003-2004). Dit suggereert dat de 'carrying capacity', oftewel de draagkracht van het gebied voor deze diersoort bereikt is.

De uitgezette dieren uit 1994 konden de eerste tijd na uitzetting vrij nauwgezet worden gevolgd door oormerken en een geïmplanteerde zender in de buikholte. Twee van de vijf uitgezette bevers zijn binnen korte tijd dood gevonden in de Kekerdomse- en Millingerwaard. Van de drie overgebleven bevers waren een moeder met haar zoon reproductief succesvol en zorgden voor de eerste jongen in de Kekerdomse Waard. Het lot van de derde bever was onbekend. In oktober 1999 zijn een broer en zus bijgeplaatst in de Millingerwaard. Deze bevers zijn beide binnen korte tijd vertrokken uit het gebied zonder zich te hebben kunnen voortplanten.



Figuur 2 Aantal bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard (gereconstrueerd adhv. literatuur³, pers. comm. Niewold, 2009 en eigen waarnemingen). Jaarlingen en subadulte bevers zijn meegenomen als adulte bevers.

Tabel 6 in §3.3 Reproductie laat zien dat het waargenomen aantal juveniele bevers en jaarlingen in de Kekerdomse- en Millingerwaard lager is dan het in de literatuur aangenomen gemiddelde van vier tot vijf bevers per burcht⁴.

³ Bekhuis et al., 1995; Helmer, 1993; Müskens, 1998; Niewold, 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2009; Niewold & Müskens, 2000; Niewold et al., 1998; Teunissen, 2004

⁴ Zie inleiding voor het gemiddelde aantal bevers per burcht aangenomen in de literatuur

4.2.2 Populatiedichtheid

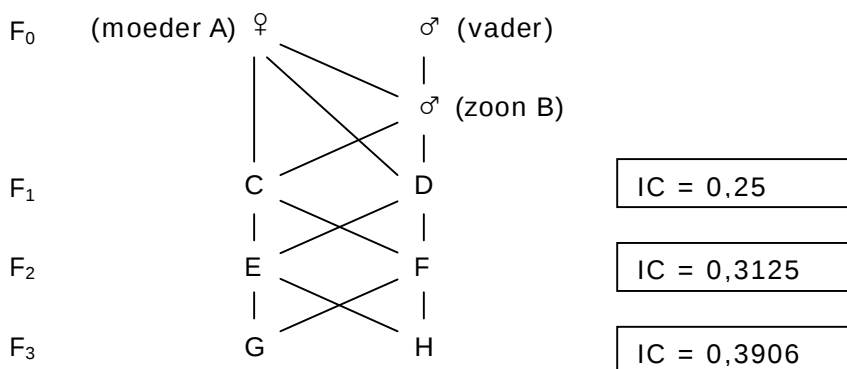
De omvang van sommige territoria van de bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard is vermoedelijk groter dan vastgesteld in het najaar van 2009. Vanwege de zeer lage waterstand in deze periode (het waterpeil bereikte een dieptepunt van minstens 8,19 m boven NAP in Lobith, terwijl het gemiddelde tussen de 9 en 12 m boven NAP ligt (*Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009; Rijkswaterstaat, 2009*)) is het goed mogelijk dat enkele droogstaande burchten weer in gebruik zullen worden genomen zodra het waterpeil stijgt, ook al lijken ze tijdens de lage waterstand buiten het territorium te vallen.

De populatiedichtheid in de Kekerdomse- en Millingerwaard is hoog en de territoria sluiten nauw aan. Het gebied lijkt hierdoor vol te zitten (*Niewold, 2007/2009*). Lokaal hoge dichtheden leiden vaak tot competitie om bronnen (zoals voedselaanbod). Bekend is dat hoge dichtheden een remmende werking kunnen hebben op het reproductiesucces en de fitness (*Frankham et al, 2004; Heidecke & Ibe, 1998; Niewold, 2007; pers. comm. Niewold, 2009*). De hoge dichtheid van de populatie in de Kekerdomse- en Millingerwaard onderbouwt de aanname dat de carrying capacity bereikt is, waardoor een stabiele populatiegrootte is ontstaan. (*Niewold, 2007*)

4.2.3 Inteelt

Alle uitgezette bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard komen uit het Elbegebied. Bekend is dat hier een beperkte genetische variëteit heerst door een bottleneck in het verleden (*Niewold, 2007; pers. comm. Niewold, 2009; pers. comm. Kurstjens, 2009*). Dit zorgt voor een vergrote kans op het sneller optreden van inteelt binnen (deel-)populaties in de Gelderse Poort. Van de vijf uitgezette bevers zijn slechts twee dieren (een moeder en haar zoon) daadwerkelijk reproductief succesvol gebleken. Aangezien er geen duidelijke literatuur verwijst naar een mogelijke tussentijdse genenuitwisseling tussen nabijgelegen gebieden, zijn er voor drie verschillende situaties inteeltberekeningen gemaakt, zie Figuur 3 hieronder en Figuur 4 en Figuur 5 in Bijlage VI Inteelt. (*pers. comm. Niewold, 2009*)

Ervan uitgaande dat het een gesloten populatie betreft en dat de ouders van 'zoon B' niet aan elkaar verwant zijn, is in Figuur 3 de stamboom van de bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard weergegeven.



Figuur 3 Stamboom bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard, uitgaand van een gesloten populatie, met ernaast de berekende inteeltcoëfficiënt per generatie

Aan de hand van deze figuur is een inteeltcoëfficiënt⁵ (IC) berekend (*Frankham et al, 2004*). De uitkomst is ook weergegeven in de betreffende figuur, de berekening is te vinden in Tabel 8; Bijlage VI Inteelt. Volgens waarnemingen hebben de oorspronkelijke

⁵ De inteeltcoëfficiënt van een individu of generatie (F) is de kans dat twee allelen op een willekeurig genenpaar identiek zijn door afstamming. Dit is afhankelijk van de verwantschapsgraad van de ouders. Het vergroot de kans dat twee recessieve allelen samen komen en voor genetische afwijkingen zorgen. (*Frankham et al, 2004*).

founders (moeder 'A' en zoon 'B') waarschijnlijk in 2001 nog jongen gekregen, maar is het aannemelijk dat ze anno 2009 niet meer leven (bepaalt aan de hand van territoria-afscheidings in combinatie met gevonden tandengroottes). De jongen van de founders hebben in ieder geval in 2009 nakomelingen gekregen, wat het bestaan van de tweede generatie bevestigt. Aangezien het niet zeker is of de eerste generatie mogelijk al eerder heeft gereproduceerd, en daarmee eventueel ook de tweede, is het mogelijk dat er al een derde en zelfs een vierde of vijfde generatie bestaat. Bij gebrek aan waarnemingen is dit echter niet aan te tonen.

De mogelijkheid bestaat dat er ongedocumenteerd uitwisseling met een onverwant individu heeft plaats gevonden tussen de Kekerdome- en Millingerwaard en andere gebieden. De mogelijke invloed daarvan is te zien in Figuur 4 en Figuur 5 in Bijlage VI Inteelt. Hierbij is uitgegaan van de meest gunstige situatie waarbij zoveel mogelijk genetische variëteit behouden blijft. De uitwisseling heeft dan vroeg in de generaties; F1, plaatsgevonden. De berekeningen hiervan zijn in Tabel 9 en Tabel 10, eveneens in Bijlage VI Inteelt, weergegeven.

Wanneer geen uitwisseling heeft plaatsgevonden is er sprake van 31,25% inteelt in de tweede generatie. Er is geen sprake van inteelt als er wel uitwisseling heeft plaatsgevonden. Zodra er sprake is van een derde generatie (of meer) is er hoe dan ook weer inteelt, namelijk 39,06% als er geen uitwisseling heeft plaatsgevonden en 28,13% in situatie 1⁶ en 9,38% in situatie 2, wanneer er wel uitwisseling heeft plaatsgevonden. De berekening is echter een benadering van het werkelijke inteeltcoëfficiënt. Namelijk, het coëfficiënt kan hoger zijn indien de ouders van 'zoon B' wel verwant aan elkaar waren. Ook kan deze hoger zijn wanneer de reproductie niet binnen de generatie is gebleven, zoals gebeurd is bij de founders (F₀); de succesvolle reproductie tussen moeder 'A' en zoon 'B'.

Ook al is er sprake van een waarschijnlijk hoge mate van inteelt in de Kekerdome- en Millingerwaard, het directe effect hiervan op de populatie is moeilijk aan te tonen. Mogelijk speelt het een rol in het lage aantal reproductieve paren en/of het lage aantal jonge dieren en daarmee indirect ook in de langzame uitbreiding en verspreiding van de populatie.

4.2.4 Andere oorzaken

Naast de hoge populatiedichtheid en de inteelt zijn er natuurlijk ook andere mogelijke oorzaken voor de lage dispersie en de lage reproductie, zoals het sterftepercentage van jonge bevers, voortplantingsregulatie, voedselkwaliteit, gebiedsinrichting en verkeers-slachtoffers. Voortplantingsregulatie (waardoor bevers niet elk jaar jongen zouden kunnen krijgen) kan zowel door een slechte conditie, sociale invloeden of door zelfregulatie van het individu veroorzaakt worden. Tijdens het onderzoek zijn namelijk weinig juveniele bevers gevonden, geen jaarlingen en voor zover bekend zijn de reproducerende paren in 2008 andere dan in 2009.

De gebiedsinrichting van de Kekerdome- en Millingerwaard is die van een uiterwaard, waardoor migratie mogelijk moeilijk is. Om te migreren zullen vaak meerdere territoria doorkruist of langere afstanden over land afgelegd moeten worden. Bij de migratie van jongen kan hoogwater een belangrijke rol spelen (*Kurstjens & Bekhuis, 2004*). Extreme hoogwaterstanden, waarbij de Kekerdome- en Millingerwaard daadwerkelijk wordt geïnundeerd, komen echter niet jaarlijks voor. De laatste keer was in 2003 (*Rijkswaterstaat, 2009; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009; pers. comm. Beekers, 2009*).

4.2.5 Samenvattend

De populatie in de Kekerdome- en Millingerwaard betreft dus kleine families met weinig jongen. Jongen van voorgaande jaren zijn niet gevonden; het reproductiesucces is laag. Er is een hoge populatiedichtheid en een stabiele populatiegrootte sinds 2005. De draagkracht lijkt bereikt te zijn. Als er geen uitwisseling van bevers uit andere gebieden plaats heeft gevonden is er sprake van inteelt.

⁶ Zie Bijlage VI Inteelt voor de stamboom van situatie 1 en de stamboom betreffende situatie 2.

4.3 Foutendiscussie

Bij het gebruiken van verschillende fotovallen is duidelijk geworden dat sommige fotovallen beduidend beter werken dan andere. Dit betekent dat sommige fotovallen niet betrouwbaar zijn. Dit zou onze resultaten in die zin kunnen beïnvloeden, dat we sommige bevers gemist kunnen hebben die wel voor een fotoval langs zijn gelopen, maar niet opgenomen. Dit betekent niet dat de bevers die wél op de fotovallen staan, minder correct zijn. Deze 'onbetrouwbaarheid' van fotovallen heeft niet zozeer een effect op het eindresultaat, als wel een remmende uitwerking op de voortgang van het monitoren.

Juveniele bevers bleken tijdens avondobservaties aan het eind van de monitoring (in november) qua lichaamsgrootte bijna niet meer te onderscheiden van hun ouders. Afwijkend gedrag en de aanwezigheid van tandengroottes $\leq 3,0$ mm bevestigden het vermoeden dat het ging om juveniele dieren en niet om jaarlingen.

Met het onderzoeken van het reproductiesucces is er gekeken naar het aantal juveniele bevers die in het najaar van 2009 in leven zijn. Dit geeft echter geen compleet beeld. Over eerder gestorven jongen is immers niets bekend en deze kunnen dus niet meegeteld worden.

Ondanks dat er in ons onderzoek zeer intensief is gemonitord, blijft de kans aanwezig dat er dieren niet zijn meegenomen in de telling.

5 Aanbevelingen

De mate van inteelt lijkt voor (toekomstige) problemen te zorgen in de Kekerdomse- en Millingerwaard. DNA-onderzoek naar de genetische variëteit zou zekerheid kunnen geven over de mate van inteelt in de beverpopulatie. Hiermee zou bevestigd kunnen worden of ingrijpen door bijvoorbeeld bijplaatsing van 'nieuwe genen' wenselijk is of niet.

Eventuele bijplaatsing van niet-verwante bevers zou echter zorgvuldig moeten gebeuren. Doordat alle plassen al bezet zijn, is de slagingskans van bijplaatsing beperkt. Daarnaast zijn alle bevers in de waard familie van elkaar zijn, waardoor ze mogelijk 'nieuwkomers' van buitenaf moeilijker tolereren. Ook is de paarvorming al compleet, wat de mogelijkheden voor nieuwkomers niet bevordert.

Door nieuwe expansiemogelijkheden te creëren zou de verspreiding over het rivierengebied gestimuleerd kunnen worden. Dit zou bijvoorbeeld in de vorm van een water bevattende doorgang kunnen zijn die het plassencomplex van de Kekerdomse- en Millingerwaard en de Waal met elkaar verbindt (een uitvoeriger beschrijving hiervan is opgenomen in de toekomstige gebiedsinrichting van de Millingerwaard). Ook verbindingen naar moeilijker te bereiken potentiële leefgebieden buiten de Kekerdomse- en Millingerwaard zouden kunnen worden verbeterd, deels met behulp van faunapassages (bv. faunatunnels door dijken heen, waardoor dieren niet de weg over hoeven te steken).

Een jaarlijkse nauwkeurige monitoring naar de beverpopulatie en -reproductie is gewenst. Zo kunnen de populatieontwikkelingen worden gevolgd. Er kan onder andere onderzocht worden welke beverparen wanneer jongen krijgen en welke niet. Ook de ontwikkeling van de juveniele bevers kan precies worden gevolgd, zodat duidelijk kan worden hoe hoog het sterftepercentage werkelijk is en of ze wel of niet succesvol kunnen migreren.

Om op een eenvoudige manier een indruk te krijgen van waar reproductie heeft plaatsgevonden, is een 'simultaantelling' met behulp van vrijwilligers naar het zoeken van takjes met kleine tandengroottes ($\leq 3,0$ mm) een goede mogelijkheid (zie Foto 8). Nader onderzoek kan later plaatsvinden op die plekken waar de takjes gevonden zijn, zodat uitsluitsel over de aanwezigheid van jongen gegeven kan worden. Deze 'simultaantellingen' zouden het beste kunnen plaatsvinden in het najaar, wanneer de juveniele bevers uit de burcht komen. Ook het verschil in tandengrootte is dan het grootst.



Foto 8 Vergelijk in tandengroottes (auteurs, 2009)

Referenties en verantwoording

Internetsites

- ARK Natuurontwikkeling, (2009), www.ark.eu
- IUCN, (2009), Red List of Threatened Species, www.iucnredlist.org
- Minister van LNV, Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, (2009) www.minlnv.nederlandsesoorten.nl
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, (2009), www.actuelewaterdata.nl
- Rijkswaterstaat, (2009), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, www.rws.nl
- Staatsbosbeheer, (2009), 'Gebiedskaart Gelderse Poort', www.staatsbosbeheer.nl
- Zoogdierenvereniging VZZ, (2009), www.zoogdierenvereniging.nl

Publicaties

- Bekhuis, J., W. Bosman, H. Woesthuis, (oktober 1995), '*Millingerwaard; Jaarverslag 1993-1994*', Stichting Ark, Laag Keppel
- Heidecke, D., en P., Ibe, (1998), '*Biologie und Lebensweise der Elbe-Biber*', Förder- und Landschaftspflegeverein Biosphärenreservat "Mittlere Elbe" e.V., Dessau, Duitsland
- Helmer, W., (december 1993), '*Bevers in de Gelderse Poort*', in opdracht van het Wereld Natuur Fonds, Stichting Ark, Laag Keppel
- Kurstjens, G., en J., Bekhuis, (2004), '*Adaptation of beavers (Castor fiber) to extreme water level fluctuations and ecological implications*', Lutra
- Kurstjens, G., en W. Bosman, (2000), '*Toekomst voor de Bever in Limburg*', in opdracht van Provincie Limburg, Wissel Ecologisch Adviesbureau, Beek-Ubbergen
- Müskens, G.J.D.M., (1998) '*Overzicht van de bevers in het zuidelijk deel van de Gelderse Poort in 1998*'
- Niewold, F.J.J., (maart 2001) '*De bevers in de Gelderse Poort en elders in Nederland in 2000*', tussenrapportage maart 2001, Alterra-notitie maart 2001, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., (december 2002), '*Bevers in 2001*', Alterra-rapport december 2002, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., (2004), '*Ontwikkeling van de beverpopulaties in Nederland van 2000-2004*', Alterra-rapport 982, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., (december 2005), '*Het aantal bevers nam in 2005 verder toe; Inventarisaties Gelderse Poort en elders in Nederland in 2004-2005*', Alterra-rapport bevers 2005, Centrum ecosystemen, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., (april 2007), '*De bevers in 2006; Monitoronderzoek Gelderse Poort en elders in 2006*', Alterra-rapport bevers 2006, Centrum ecosystemen, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., (april 2009), '*Ontwikkelingen van de beverpopulaties tot april 2009; rapport bevers 2009*' Niewold Wildlife Infocentre, Duiven
- Niewold, F.J.J. en G.J.D.M Müskens, (2000), '*Bevers in het riviergebied; Herintroductie in de Gelderse Poort en ontwikkelingen elders van 1994-2000*' Alterra-rapport, Alterra, Wageningen
- Niewold, F.J.J., G.J.D.M Müskens en W.K.R.E. Van Wingerden, (februari 1998), '*De bevers van de Gelderse Poort in 1997*', Jaarverslag monitorproject 1997, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem
- Teunissen, T., (mei 2004), '*Bevers in de Millingerwaard; situatie voorjaar 2003 tot voorjaar 2004*', ARK Natuurontwikkeling, Kekerdom
- VZZ, Nieuwsbrief van de Beverwerkgroep Nederland – VZZ, no. 18, maart 2009
- Zoogdierverseniging VZZ, (2007), '*Basisrapport voor de Rode Lijst Zoogdieren volgens Nederlandse en IUCN-criteria*', VZZ rapport 2006.027, tweede herziende druk, Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem

Boeken

- Burnie, D., et al., (2002), "*Dieren – Het gezaghebbende naslagwerk in woord en beeld*", ANWB/WWF, Tirion Uitgevers bv, Baarn, ISBN 90-18-01564-4
- Boo, M. de, (1999), "*Bomen, beesten en buitens – Staatsbosbeheer in Gelderland*", Uitgever Staatsbosbeheer, Arnhem, ISBN 90-90152-14-8
- Frankham, R., J.D. Ballou en D.A. Briscoe, (2004), "*A Primer of Conservation Genetics*", uitgever University Press, Cambridge, United Kingdom, ISBN 978-0-512-83110-9

Overig

- ARK Natuurontwikkeling, (2004); Wilderniscafé publieke informatiemap
- Stagiaires ARK Natuurontwikkeling zomer 2008; GIS-kaart en burchtgegevens

Persoonlijke communicaties

- Beekers, B., ARK Natuurontwikkeling
- Niewold, F., Niewold Wildlife Infocentre
- Meijer, T., docent Van Hall Larenstein
- Kurstjens, G., Kurstjens Adviesbureau
- Bekhuis, J., ARK Natuurontwikkeling
- Vreugdenhil, S., voorzitter Beverwerkgroep

Copyright

Hoewel er gestreefd is naar volledigheid en juistheid van gegevens, kan het voorkomen dat hierin gebreken worden geconstateerd, onze excuses daarvoor.

Het copyright van deze uitgave berust bij de auteurs. Overname van foto's, figuren of tekst kan alleen na toestemming.

Het inzien van de database van dit onderzoek is op aanvraag te verkrijgen bij de contactpersonen.

Contactgegevens

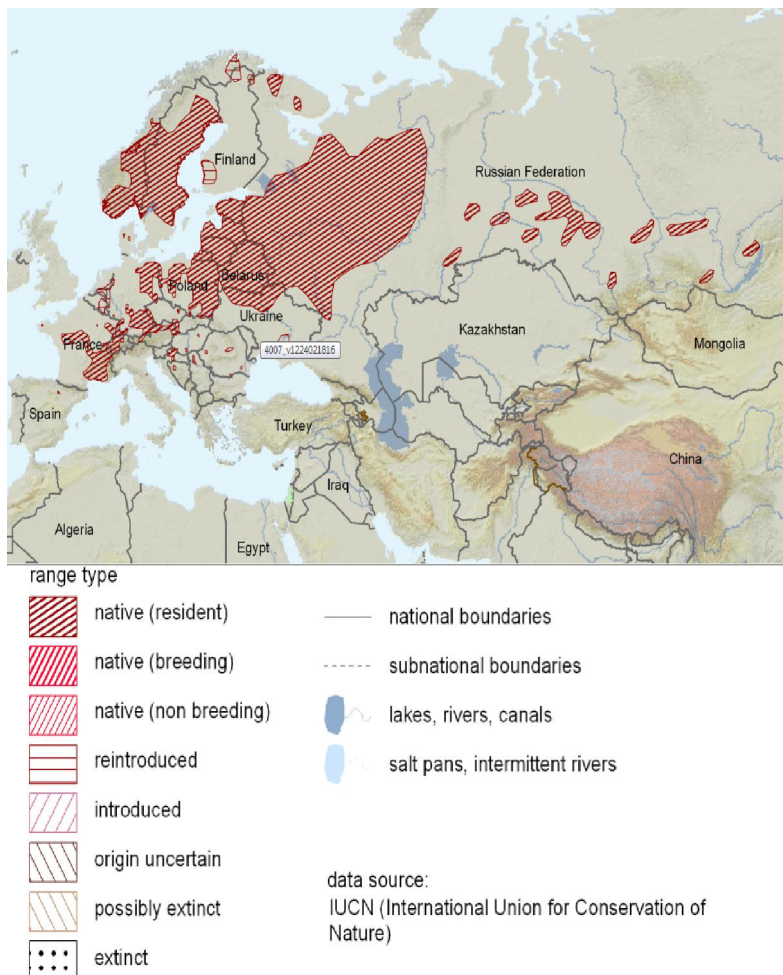
Manon Kaandorp
supernonie@hotmail.com

Cynthia Lange
lange.cynthia@gmail.com

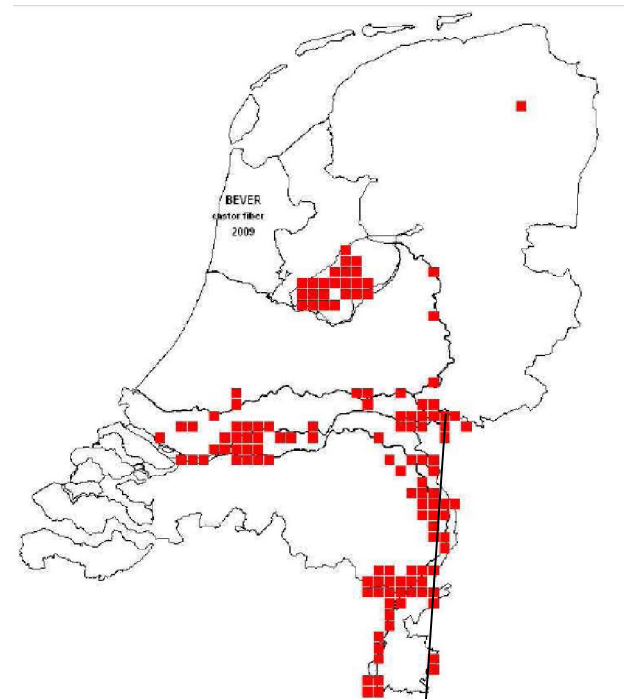
Bart Beekers
ARK Natuurontwikkeling
bart.beekers@ark.eu

Bijlagen

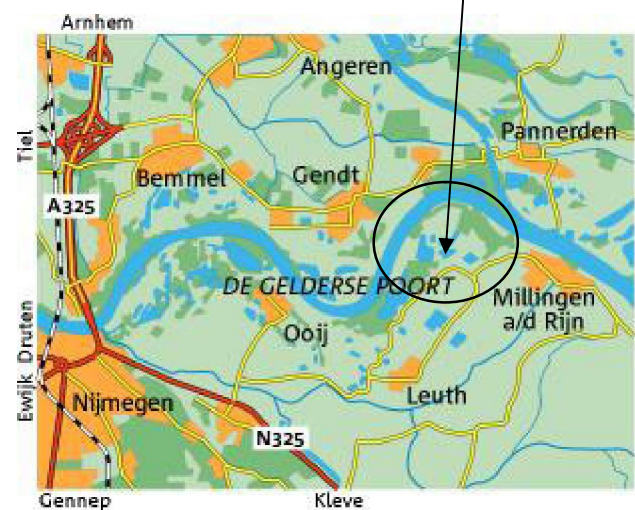
Bijlage I Kaarten verspreiding bever



Kaart 3 Verspreidingskaart van de bever in Europa. (IUCN, 2009)



Kaart 4 Verspreidingskaart van de Europese bever (*Castor fiber*) in Nederland. (Nieuwold, 2009)



Kaart 5 Gebiedskaart van de Gelderse Poort, Kekerdomse- en Millingerwaard is omcirkeld. (Staatsbosbeheer, 2009)

Bijlage II Evaluatieformulier

Evaluatieformulier beverburchten Millingerwaard 2009

Manon Kaandorp & Cynthia Lange, Van Hall Larenstein

Datum	-	-
Tijd	:	h
Burchtnummer		
Coördinaten	x	y
Weersomstandigheden		
Waterstand		
Grootte burcht (m)	L	B H
Apparatuur	Videosysteem	ja / nee
	Fotovalnrs.	

(H vanaf waterpeil)

Beverssporen		
Vraat	Verse vraatsporen?	ja / nee
	Verse takjes < 2-3 cm	ja / nee
	Wintervoorraad	ja / nee
	Tandengroottes	mm
		mm
		mm
Merkhopen		ja / nee
Kanalen aanwezig		ja / nee
Zo ja, verse uitdiepingen		ja / nee
Water	Watertypes	
	Afstand van burcht	
Wissels	Aantal / bestemming	

Vegetatiekenmerken	
Sporen andere dieren / mensen	
Overige	

Bijlage III Observatieformulier

Observatieformulier bevers 2009

Manon Kaandorp & Cynthia Lange, Van Hall Larenstein

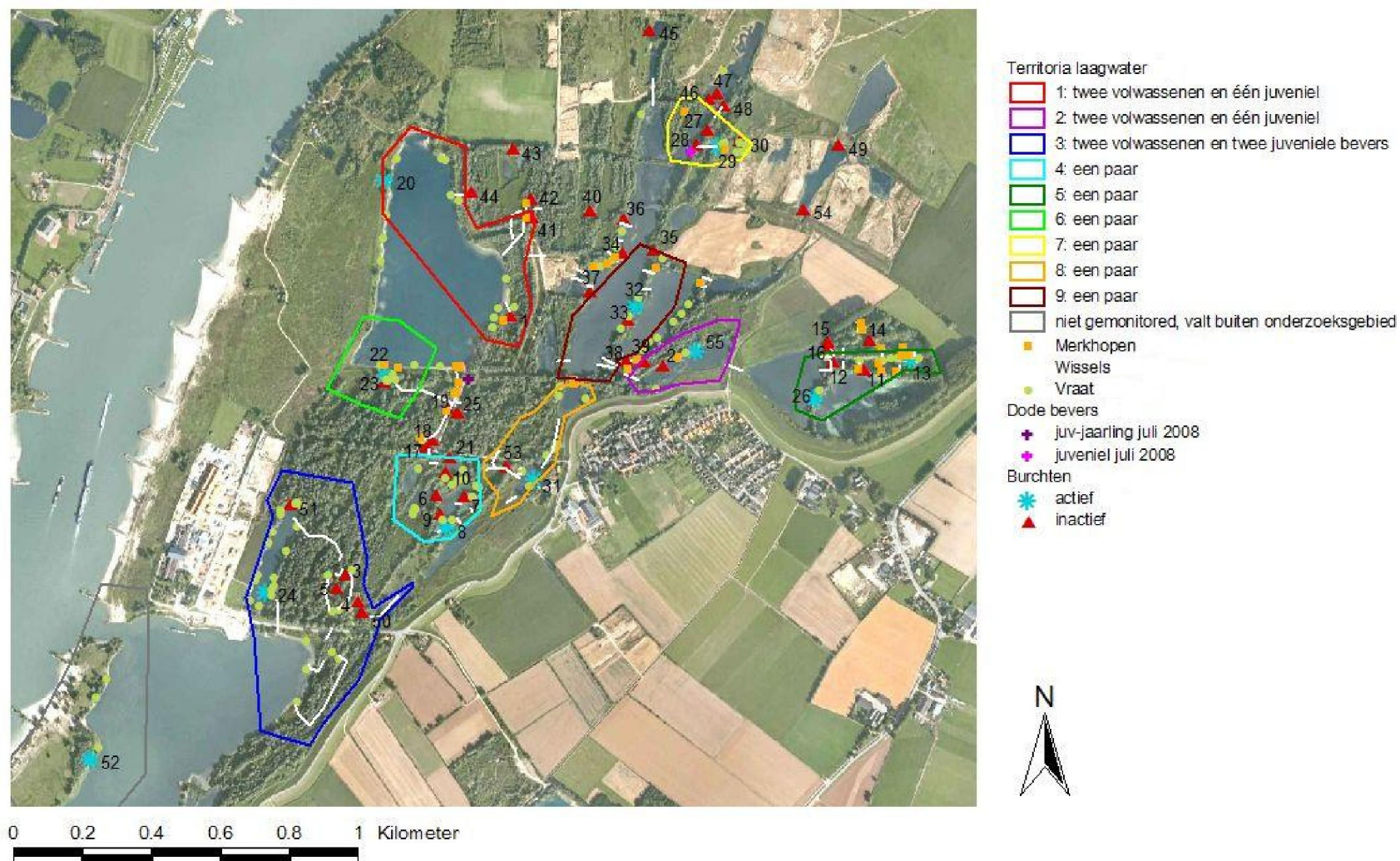
Datum	- -
Observatietijd	: h tot : h
Burchtnummer	
Weersomstandigheden	
Waterstand	
Hulpmaterialen	
Afstand van observatie	(m)

Tijd bever aanwezig	Locatie	Activiteit	Opmerkingen
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			
: h tot :			

Aantal volwassenen:	
Aantal jongen:	

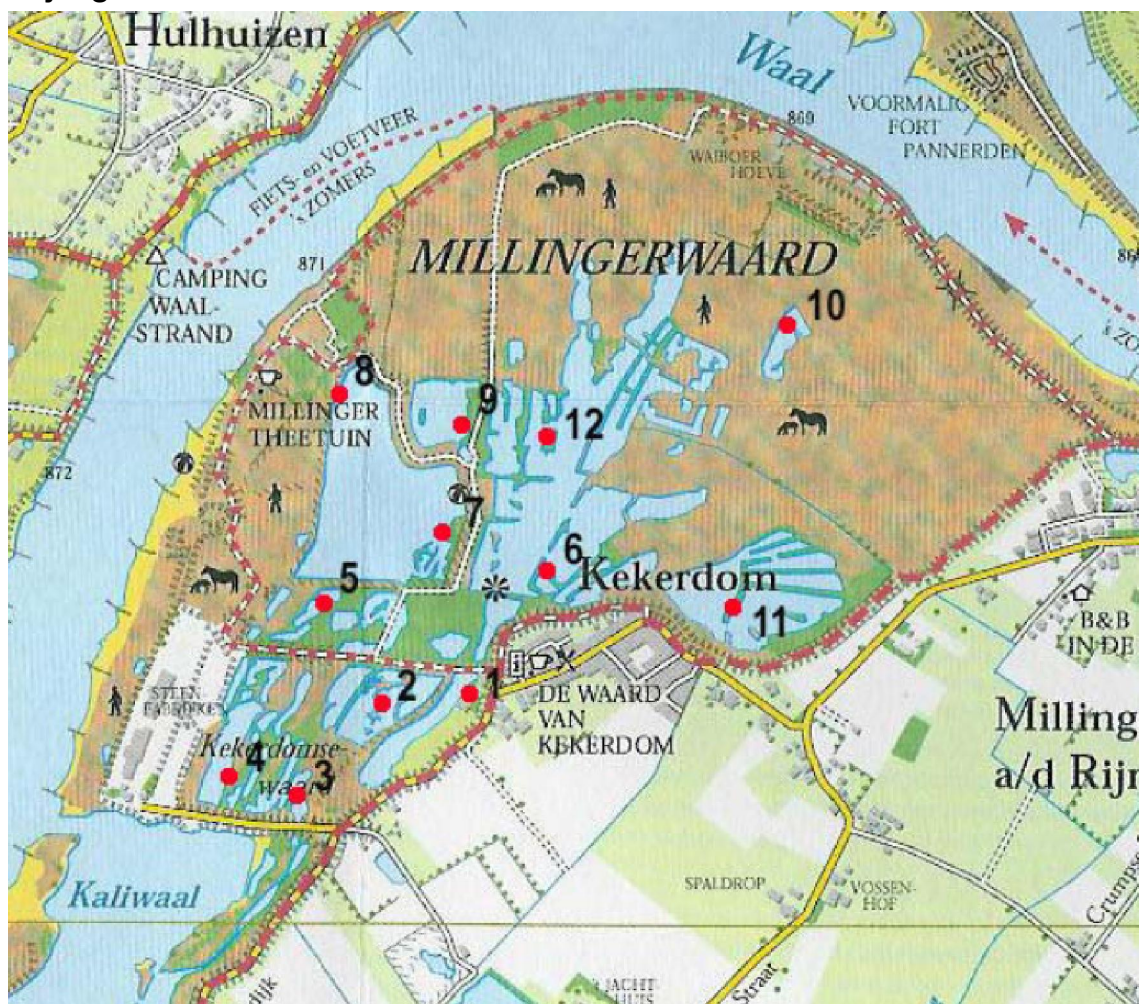
Overige opmerkingen	
---------------------	--

Bijlage IV Kaart najaar 2009



Kaart 6 Inventarisatie van alle beverburchten, wissels, merkhopen, knaagsporen en laagwater territoria in de Kekerdomse- en Millingerwaard in het najaar van 2009. Ook de locatie van de twee gevonden dode bevers in 2008 zijn weergegeven.

Bijlage V Kaart 2003-2004



Kaart 7 Actieve beverburchten (waarvan 8 en 12 vermoedelijk bijburchten) in de Kekerdomse- en Millingerwaard 2003-2004 (Teunissen, 2004).

Bijlage VI Inteelt

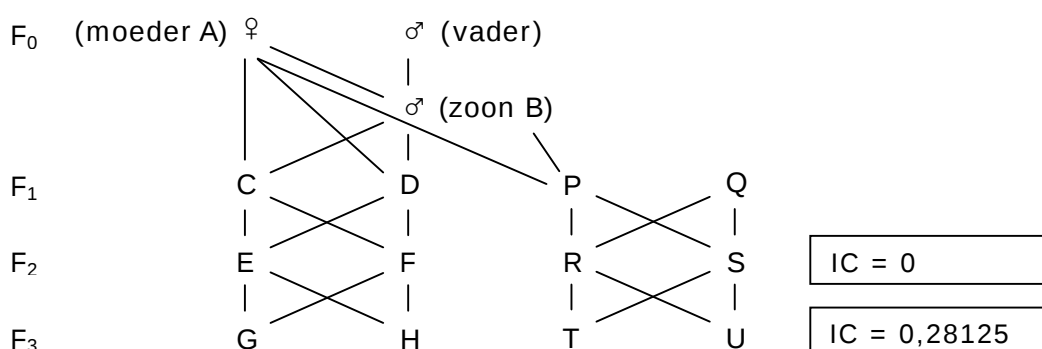
Tabel 8 Inteelcoëfficiënt berekening van de populatie in de Kekerdomse- en Millingerwaard wanneer er geen uitwisseling heeft plaatsgevonden. In kolom 1 zijn de mogelijke verwantschappen aan de hand van Figuur 3 weergegeven, in de tweede kolom is de berekening hiervan weergegeven.

F ₁	Berekening	Uitkomst
A·B	$\frac{1}{2}^2$	0,25

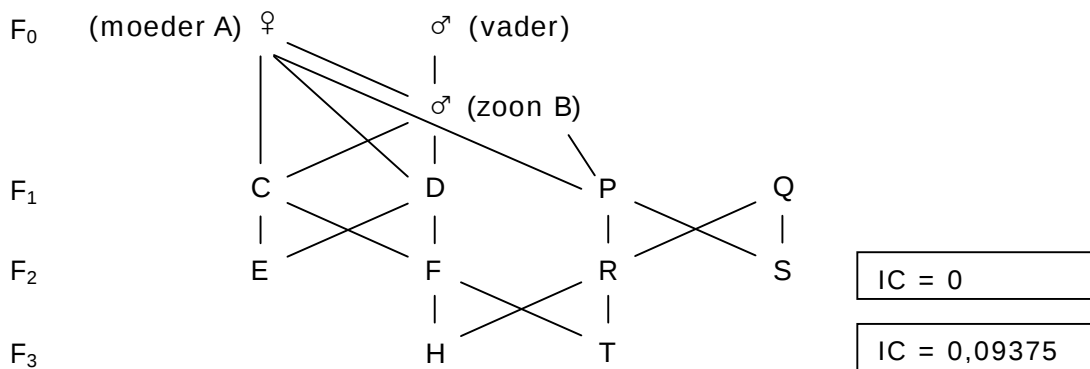
F ₂		
C·A·D	$\frac{1}{2}^3$	
C·B·D	$\frac{1}{2}^3$	
C·A·B·D	$\frac{1}{2}^4$	
Totaal	$\frac{1}{2}^3 + \frac{1}{2}^3 + \frac{1}{2}^4$	0,3125

F ₃		
E·C·A·B·D·F	$\frac{1}{2}^6$	
E·C·A·D·F	$\frac{1}{2}^5$	
E·C·B·D·F	$\frac{1}{2}^5$	
E·C·F	$\frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25)$; inteelt uit F ₁	
E·D·F	$\frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25)$; inteelt uit F ₁	
Totaal	$\frac{1}{2}^6 + \frac{1}{2}^5 + \frac{1}{2}^5 + \frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25) + \frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25)$	0,390625

De eerste nakomelingen (R & S) van het paar waar uitwisseling van genen heeft plaatsgevonden zijn niet ingeteeld. De nakomelingen van R en S (F_3) daarentegen hebben twee opties tot voortplanting; of met hun eigen broer of zus, zie situatie 1 Figuur 4, of met de derde generatie nakomelingen van moeder A en zoon B, zie situatie 2 Figuur 5. De berekening van de inteelt in deze situaties is te vinden in Tabel 9 (situatie 1) en Tabel 10 (situatie 2).



Figuur 4 Stamboom bevers in de Kekerdomse- en Millingerwaard, wanneer er uitwisseling heeft plaats gevonden in F₁, situatie 1.



Figuur 5 Stamboom bevers in de Kekerdome- en Millingerwaard, wanneer er uitwisseling heeft plaats gevonden in F₁, situatie 2.

Tabel 9 Inteelcoëfficiënt berekening van de populatie in de Kekerdome- en Millingerwaard wanneer er uitwisseling heeft plaatsgevonden, situatie 1. In kolom 1 zijn de mogelijke verwantschappen aan de hand van Figuur 4 weergegeven, in de tweede kolom is de berekening hiervan weergegeven.

F ₃ situatie 1	Berekening	Uitkomst
R·Q·S	$\frac{1}{2}^3$	0,125
R·P·S	$\frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25)$; inteelt van P uit F ₁	0,15625
Totaal	$\frac{1}{2}^3 + \frac{1}{2}^3 \cdot (1+0,25)$	0,28125

Tabel 10 Inteelcoëfficiënt berekening van de populatie in de Kekerdome- en Millingerwaard wanneer er uitwisseling heeft plaatsgevonden, situatie 2. In kolom 1 zijn de mogelijke verwantschappen aan de hand van Figuur 5 weergegeven, in de tweede kolom is de berekening hiervan weergegeven.

F ₃ situatie 2	Berekening	Uitkomst
R·P·B·D·F	$\frac{1}{2}^5$	0.03125
R·P·B·C·F	$\frac{1}{2}^5$	0.03125
R·P·B·A·C·F	$\frac{1}{2}^6$	0.015625
R·P·B·A·D·F	$\frac{1}{2}^6$	0.015625
Totaal	$\frac{1}{2}^5 + \frac{1}{2}^5 + \frac{1}{2}^6 + \frac{1}{2}^6$	0,09375

Bijlage VII Burchtbeschrijvingen