



WAGENINGEN UR  
*For quality of life*

# Inteelt en genetische diversiteit in het Schoonebeeker schaap

Case study genetisch management in een kleine populatie met sterke selectiedruk

Jack J. Windig, Herwin Eding, Lucia Kaal & Sipke Joost Hiemstra



CGN Report 2006/04

Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN)



# Inteelt en genetische diversiteit in het Schoonebeeker schaap

Case study genetisch management in een kleine populatie met sterke selectiedruk

Jack J. Windig<sup>1,2</sup>, Herwin Eding<sup>2,3</sup>, Lucia Kaal<sup>2</sup> & Sipke Joost Hiemstra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) van Wageningen UR

<sup>2</sup> Animal Sciences Group van Wageningen UR

<sup>3</sup> Stichting Zeldzame Huisdierrassen

© 2006 Wageningen, CGN/Stichting DLO

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CGN/Stichting DLO.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld.

## **Centrum voor Genetische Bronnen Nederland**

Adres : Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad  
: Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Tel. : +31 317 47 70 45  
Fax : +31 317 41 31 10  
E-mail : [jack.windig@wur.nl](mailto:jack.windig@wur.nl)  
Internet : [www.cgn.wur.nl](http://www.cgn.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en Methoden	5
DNA-onderzoek	5
De Schoonebeeker populatie	5
Genetische diversiteit en genetisch beheer	6
3. Resultaten	7
Verwantschap binnen en tussen kuddes	7
Opties voor genetisch beheer en vermindering van inteelt	8
Uitwisseling tussen kuddes	8
Gericht inkruisen van een ander ras	11
Resultaten keuring	12
4. Conclusies en aanbevelingen	15
Aanbevelingen	15
Bijlage I. Onderzoeksvoorstel en werkprotocollen	5 pp



# Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van een onderzoek naar inteelt en genetische diversiteit in het Schoonebeeker schaap. Het onderzoek is gestart na gesprekken met een aantal betrokkenen bij de fokkerij van Schoonebeekers. CGN hoopt met deze studie een bijdrage te leveren aan de lange termijn instandhouding en fokkerij van de Schoonebeeker.

Graag wil ik benadrukken dat dit onderzoek niet mogelijk was geweest zonder intensieve samenwerking met het stamboek, met individuele fokkers van Schoonebeekers en met de keurmeesters van het stamboek. Op deze plaats wil ik deze direct betrokkenen van harte bedanken. Bovendien heeft - naast de auteurs van dit rapport - een aantal andere personen bij CGN een substantiële bijdrage geleverd aan het onderzoek. Een dankwoord is op zijn plaats voor Hanneke Meuleman (stagiaire bij CGN) en Henk Sulkers (CGN) voor het verzamelen van de bloedmonsters en gegevens van de verschillende kuddes.

Sipke Joost Hiemstra  
Projectleider





# 1. Inleiding

De Schoonebeeker is een van de Nederlandse heideschaap rassen. Kenmerkend voor deze rassen is dat ze over het algemeen in grote kuddes worden gehouden en dat stamboomgegevens veelal ontbreken. Er zijn 5 relatief grote kuddes Schoonebeekers (>150 dieren), en een drietal kleinere kuddes (<80 dieren). Daarnaast zijn er hobbyhouders met ieder een klein aantal dieren, variërend van één tot een tiental dieren. Het aantal fokrammen bedroeg in 2005 62 stuks.

De Nederlandse Fokkersvereniging Het Drentse Heideschaap en de Schoonebeeker is een erkend stamboek. Het stamboek heeft een fokdoel voor de Schoonebeeker vastgesteld en in het reglement van het stamboek is vastgelegd waaraan schapen moeten voldoen om goedgekeurd te worden voor opname in het stamboek.

Van de huidige populatie Schoonebeekers wordt aangenomen dat ze smalle uitgangspopulatie heeft en vrijwel geheel afstamt van één overgebleven kudde in Westerbork en later in Orvelte. Zoals bij elk ras met een kleine populatieomvang en een smalle uitgangspopulatie kan ook bij de Schoonebeeker een te grote inteelt optreden. Dit kan twee effecten hebben. Aan de ene kant kan dit leiden tot inteeltdepressie. In de ernstigste vorm uit dat zich als een verhoogd aantal soms letale aangeboren afwijkingen (bijv. scheve bekjes, kromme pootjes, blindheid etc.). Vaak zijn ook minder ernstige effecten te zien zoals een iets vertraagde groei of lagere melkgift. De andere kant van inteelt is dat de basis versmalt en er minder genetische diversiteit overblijft voor selectie.

In Nederland is het scrapiebestrijdingsprogramma van kracht, volgens welke het verplicht is scrapieresistente rammen in te zetten met het genotype ARR/ARR. Aangezien er slechts weinig rammen met dit genotype bestaan in de Schoonebeeker populatie verhoogt dit de selectiedruk en daarmee de kans op een te hoge inteelt. Mede om die reden krijgt de Schoonebeeker dispensatie in het kader van het scrapie-bestrijdingsprogramma en mogen vooralsnog ook andere rammen (met ARR/ARQ of ARQ/ARQ genotype) worden ingezet. Deze dispensatie is in eerste instantie door de PVE afgegeven voor een periode van 5 jaar onder voorwaarde dat een fokplan wordt opgesteld om de ARR frequentie te verhogen, en de inteelt laag te houden.

De bovengenoemde situatie is niet uniek voor de Schoonebeekers. Elke kleine populatie heeft te maken met het risico op inteelt en met verschillende (accenten in) fokdoelen en selectiedrukken. In de Schoonebeeker komt de inteeltproblematiek pregnant naar voren onder andere door de geringe frequentie van ARR alleen en de selectie daarop. Bovendien is genetisch management door het ontbreken van betrouwbare stamboomgegevens een stuk moeilijker. Verschillende strategieën zijn mogelijk om het genetisch management van de Schoonebeeker populatie te verbeteren.

Sommige Schoonebeeker-fokkers zijn voorstander van het verbreden van de genetische basis van het ras. Overwegingen hierbij zijn de (kennelijk) veelvuldige afwijkingen in de kwaliteit van het beenwerk en in beenstanden en de smalle genetische basis van het ras. Binnen het stamboek is de wenselijkheid van systematische en zorgvuldige bloedinbreng van het Bentheimer Landschap en/of het Veluws Heideschaap besproken. Het stamboek is hier echter geen voorstander van en acht de huidige Schoonebeeker vitaal genoeg om zonder inbreng van andere rassen verder te kunnen gaan.

Het Centrum voor Genetisch Bronnen Nederland (CGN) heeft naar aanleiding van de vragen van Schoonebeeker fokkers en stamboek besloten om in samenwerking met het stamboek een 'case study' uit te voeren en te financieren. CGN wil met de deze case study een bijdrage leveren aan de verbetering van het genetisch management van kleine populaties landbouwhuisdieren en de Schoonebeeker in het bijzonder.



## 2. Materiaal en Methoden

De studie bestaat uit de volgende delen:

- Inventarisatie van de genetische diversiteit binnen de populatie met behulp van genetische merkers (DNA onderzoek)
- Vaststellen van de consequenties van verschillende scenario's. Scenario's variëren in i) selectiedruk op scrapie en ii) de wijze en mate van uitwisseling van genetisch materiaal tussen kuddes.
- Inventarisatie van verwantschap met twee andere rassen
- Onderzoek naar een verband tussen genetische diversiteit en een aantal belangrijke functionele eigenschappen van het ras.

### DNA-onderzoek

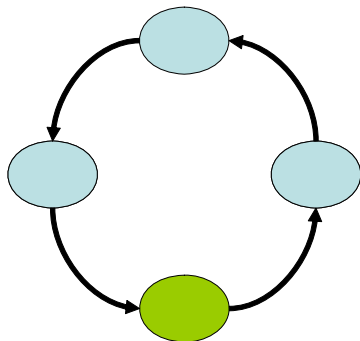
Omdat er geen betrouwbare stamboom aanwezig is zijn de verwantschappen van de dieren niet goed bekend. Om dit te ondervangen is DNA onderzoek gedaan. Met behulp van de DNA uitslagen kan de verwantschap tussen dieren geschat worden. Hiervoor is programmatuur ontwikkeld door de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Het onderzoek is zo opgezet dat een representatieve dwarsdoorsnede van de populatie is bemonsterd (zie Bijlage 1). Van bijna alle voor de fokkerij beschikbare rammen (55) plus een deel van de ooien (totaal 311 dieren) is bloed getapt. De ooien werden zo gekozen dat een representatieve doorsnede van de kuddes werd gemaakt voor wat betreft leeftijd en kwaliteit. Op basis van de bekende gegevens zijn in totaliteit 300 monsters genomen van Schoonebeekers, 7 monsters van Bentheimers en 4 monsters van kruislingen bij een achttal kuddes. Vier bemonsterde dieren bleken niet bekend bij het stamboek.

De monsters zijn vervolgens door het van Haeringen laboratorium geanalyseerd op 20 merkers op verschillende chromosomen.

### De Schoonebeeker populatie

De Schoonebeeker populatie bestaat uit verschillende grote kuddes en een relatief klein aandeel hobbyhouders. In het onderzoek is als uitgangspunt genomen dat er 5 grotere kudde's zijn met meer dan 150 dieren (herders Grinwis, Heuker, Holla, Homan, en Nieukerken) en drie kleinere met meer dan 30 dieren (herders Brummel, Dekker en Vaartjes). De kuddes van Heuker, Homan en Nieukerken nemen deel aan een zogenaamde rammencirkel. Een extra 'kudde' is gecreëerd door een groep dieren in het buitengebied apart te zetten. Elk van de vier kuddes zet geen eigen rammen in maar gebruikt uitsluitend rammen van een vaste andere kudde (zie Figuur 1).



*Figuur 1. Rammencirkel. Elke ellips representeert 1 kudde. De lichtblauwe ellipsen zijn de kuddes van Heuker, Homan en Nieukerken. De donkergroene kudde is samengesteld uit dieren van twee andere kudde's die in het buitengebied apart worden gehouden. Elke kudde gebruikt uitsluitend rammen uit een andere kudde, aangegeven m.b.v. pijlen.*

Verder is er binnen de Schoonebeeker populatie geen strak georganiseerde uitwisseling, maar wel worden regelmatig dieren van andere kuddes aangekocht. Aan de hand van de UBN nummers was te zien dat van de 311 geanalyseerde dieren er 78 (25%) geboren waren in een andere dan de huidige kudde. Het merendeel, 41, van deze 78 dieren bevindt zich in de kudde van herder Grinwis, die een nieuwe kudde heeft opgebouwd na geruimd te zijn geweest tijdens de MKZ crisis. De kudde van herder Brummel is ook opnieuw opgebouwd na de MKZ crisis en had 3 van de 10 bemonsterde dieren geboren buiten de huidige kudde.

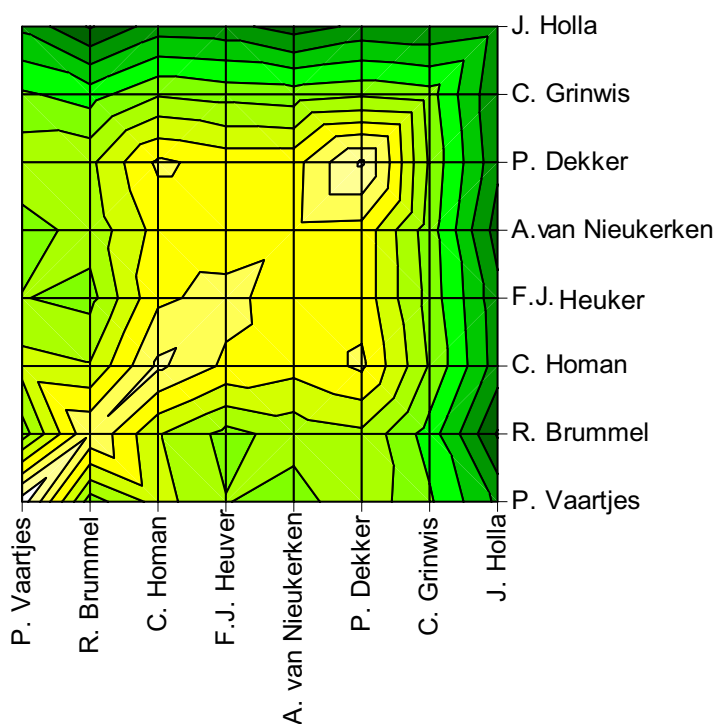
## **Genetische diversiteit en genetisch beheer**

In dit onderzoek is eerst gekeken naar de actuele stand voor wat betreft de genetische diversiteit. Hiervoor is eerst de verwantschap tussen alle dieren geschat met behulp van DNA. Daarna is de gemiddelde verwantschap binnen en tussen kuddes berekend. Deze gemiddelde verwantschap is een maat voor de genetische diversiteit en de te verwachten inteelt. Vervolgens is gekeken naar de invloed van het beheer met betrekking tot inteelt. Hiervoor is de te verwachten inteelt bij verschillende scenario's geanalyseerd en naar de relatie tussen genetische diversiteit en keuringsgegevens gekeken.

### 3. Resultaten

#### Verwantschap binnen en tussen kuddes

De gemiddelde verwantschap is uitgerekend binnen en tussen de kuddes. De gemiddelde verwantschap van een groep voorspelt wat de inteelt gemiddeld zal zijn als binnen die groep dieren willekeurig met elkaar gekruist worden. In Figuur 1 zijn de verwantschappen binnen en tussen de kuddes weergegeven. Te zien valt dat binnen de kuddes de verwantschappen het hoogst zijn. De hoogste gemiddelde verwantschappen worden binnen de kleine kuddes (herders Dekker, Vaartjes en Brummel) gevonden en in de kudde van herder Homan. De kuddes van herder Grinwis en vooral herder Holla hebben een lage verwantschap. De gemiddelde huidige inteelt van de kuddes ontloopt elkaar nauwelijks, behalve voor de kudde van herder Holla, die duidelijk lager ligt (Tabel 1).



*Figuur 2. Verwantschappen tussen en binnen de kuddes. Elk snijpunt representeert de relatie tussen 2 kuddes (getallen in Tabel 1). De kleur geeft de mate van verwantschap aan van donkergroen (laagst) via geel (middel) tot wit (hoogst).*

Tussen de kuddes is een duidelijk blok te onderscheiden van vier kuddes (herders Dekker, van Nieukerken, Heuker en Homan) die relatief nauw aan elkaar verwant zijn. De kudde Holla is het minst verwant aan alle andere kuddes, en kudde Grinwis is ook relatief weinig verwant aan andere kuddes. De consequenties zijn dat als geen uitwisseling tussen kuddes optreedt de inteelt extra hard zal toenemen, dat uitwisseling tussen kuddes vooral een positief effect heeft op inteelt als de kuddes Holla en Grinwis erbij betrokken worden.

Tabel 1. *Geschatte gemiddelde inteelt (F, linkerkolom), verwantschap binnen kuddes (op de diagonaal) en tussen kuddes (lichtgeel).*

	F	P. Vaartjes	R. Brummel	C. Homan	F.J. Heuker	A. v. Nieu-kerken	P. Dekker	C. Grinwis	J. Holla
P. Vaartjes	0,20	0,532	0,411	0,448	0,421	0,412	0,434	0,401	0,369
R. Brummel	0,23	0,411	0,498	0,441	0,414	0,428	0,436	0,389	0,333
C. Homan	0,26	0,448	0,441	0,504	0,476	0,467	0,484	0,418	0,366
F.J. Heuker	0,24	0,421	0,414	0,476	0,488	0,465	0,472	0,410	0,360
A.v. Nieukerken	0,25	0,412	0,428	0,467	0,465	0,474	0,472	0,406	0,341
P. Dekker	0,23	0,434	0,436	0,484	0,472	0,472	0,524	0,412	0,363
C. Grinwis	0,22	0,403	0,391	0,419	0,412	0,409	0,415	0,405	0,350
J. Holla	0,14	0,369	0,333	0,366	0,360	0,341	0,363	0,350	0,379

## Opties voor genetisch beheer en vermindering van inteelt

Er zijn verschillende ideeën om de inteelt te verminderen. Een van de mogelijkheden is het opzetten van een zogenaamde rammencirkel zoals tussen een aantal kuddes Schoonebeekers al plaatsvindt en ook in gebruik is bij het Veluws Heideschaap. Een andere mogelijkheid is om dieren van andere rassen te gebruiken voor bloedverversing. Tenslotte is er de mogelijkheid om met bloedlijnen te gaan werken, door bij te houden wie de vader van elk dier is en paringen binnen bloedlijnen zoveel mogelijk te vermijden, of nog iets preciezer de verwantschappen bij te houden, waarmee zowel afstamming via moeders als vaderskant worden meegenomen. De inteelttoename is afhankelijk van hoe sterk er geselecteerd gaat worden op scrapie resistentie, op andere kenmerken en hoe de uitwisseling tussen kuddes wordt georganiseerd.

### Uitwisseling tussen kuddes

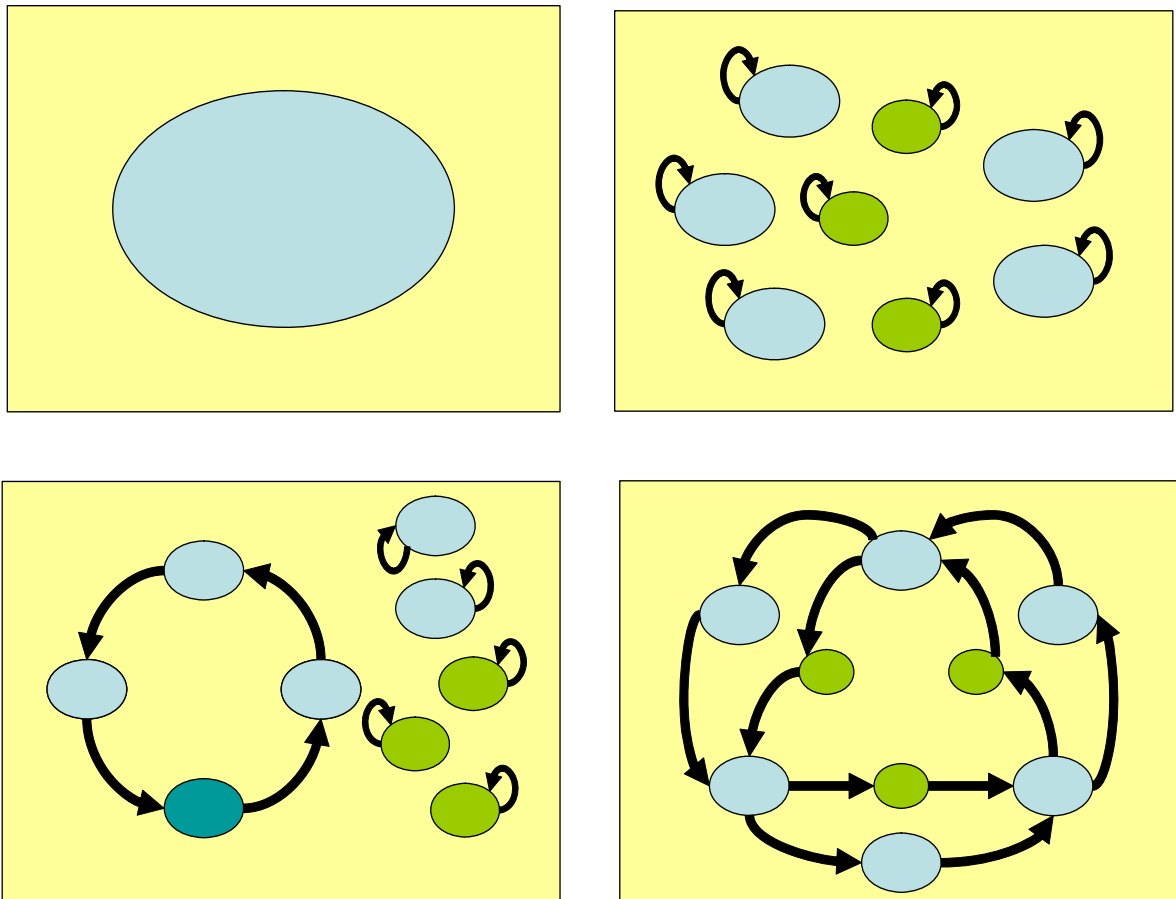
Voor de uitwisseling tussen kuddes zijn vier situaties/scenario's bekeken (fig 3):

- Scenario A: De eerste situatie is waarbij er volledige uitwisseling tussen de kuddes mogelijk is, zodat (ARR/ARR) rammen bijv. bij alle kuddes ingezet kunnen worden. In feite houdt dit in dat de populatie Schoonebeekers uit één hele grote kudde bestaat.
- Scenario B: Het andere uiterste is de tweede situatie, waarbij iedere kudde voor zichzelf gaat en er geen uitwisseling tussen de kuddes plaats vindt, behalve als een kudde een overschot aan ARR rammen heeft en een andere kudde een gebrek daaraan.
- Scenario C: De derde situatie is ongeveer de huidige situatie, waarbij een gedeelte van de kuddes een rammencirkel vormt, en een gedeelte daarbuiten blijft.
- Scenario D: Bij de vierde situatie tenslotte wordt deze kleine rammencirkel uitgebreid naar alle 8 kuddes.

Selectie voor scrapieresistentie kan op verschillende manieren plaatsvinden. Drie regimes zijn hierbij geanalyseerd:

- Bij strenge selectie worden alleen ARR/ARR rammen ingezet. Aangezien er maar twee ARR/ARR rammen binnen de populatie Schoonebeekers zijn kan dit regime alleen plaatsvinden als de ARR/ARR rammen bij alle kuddes kunnen worden ingezet en dus is strenge selectie alleen realistisch bij de eerste situatie (Figuur 3).
- Bij matige selectie worden ARR/ARR rammen ingezet aangevuld met enkel/heterozygote ARR rammen.
- Bij milde selectie tenslotte worden enkel/heterozygote en dubbel/homozygote ARR rammen ingezet, aangevuld met alle andere rammen behalve rammen met VRQ.

(opmerking: bij milde selectie is het aantal oaien per ram gesteld op 40. Voor matige en strenge selectie is dit aantal op 100 gesteld omdat er een beperkt aantal ARR rammen beschikbaar is)



*Figuur 3. Uitwisselings-scenario's. Ellipsen stellen kuddes voor en pijlen geven aan uit welke kudde rammen worden gebruikt. A: 1 grote kudde met volledige uitwisseling mogelijk tussen alle dieren. B: Elke kudde gebruikt alleen eigen rammen zonder enige uitwisseling met andere kuddes. C: kleine rammencirkel met overige kuddes apart. D: grote rammencirkel waaraan alle kuddes deelnemen. Verschil in grootte is opgevangen door kleine kuddes te koppelen aan een grote.*

De verschillende scenario's zijn geanalyseerd met behulp van computersimulaties. Hierbij is de populatie Schoonebeekers gesimuleerd in de computer waarbij van elk dier de verwantschap en inteeltcoëfficiënt kon worden bijgehouden. De computer populatie had zoveel mogelijk de kenmerken van de werkelijke populatie Schoonebeekers voor wat betreft leeftijdsopbouw, frequentie scrapie-allelen, kuddestructuur etc. Het effect van dertig jaar selectie op inteelttoename is doorgerekend. Inteelttoename vond vooral plaats in de eerste jaren, waarin slechts een klein aantal verwante ARR dieren aanwezig is. De gegeven getallen betreffen de inteelttoename over de eerste drie generaties, tenzij anders vermeld. Verder zijn de Bentheimers en kruislingen buiten beschouwing gelaten, en betreffen de getallen alleen de geanalyseerde Schoonebeekers.

### **Scenario A: Volledige uitwisseling als 1 grote kudde.**

Bij volledige uitwisseling loopt de inteelttoename tussen alle dieren bij strenge selectie (alleen gebruik van ARR/ARR rammen) op tot boven de 2%, terwijl minder dan 0.5% gewenst is. Bij matige selectie (ook gebruik van enkel ARR rammen) komt de inteelttoename met 0.65% ook boven de 0.5% uit. Deze getallen zijn bovendien een onderschatting omdat de ARR/ARR dieren met zekerheid meer aan elkaar verwant zijn dan de niet-ARR/ARR dieren. Rekening houdend met de sterkere verwantschap tussen dieren, neemt bij strenge selectie de inteelttoename toe tot 3.9% per jaar en bij matige selectie tot 2.1% per jaar. Deze getallen zijn gebaseerd op alleen de Schoonebeekers. Wanneer bovendien Bentheimers en kruislingen in de berekeningen worden meegenomen resulteert de analyse in

een iets lagere inteelttoename van resp. 3.5% bij strenge en 1.7% bij matige selectie. Die geringe afname komt voornamelijk omdat er slechts twee enkel ARR oeien waren en geen rammen onder de geanalyseerde Bentheimers en kruislingen.

### Scenario B: Geen uitwisseling tussen kuddes

Als er geen enkele uitwisseling optreedt tussen de kuddes dan is strenge selectie niet mogelijk, omdat er niet genoeg ARR/ARR rammen aanwezig zijn. Dit is wel mogelijk als ook enkel ARR rammen worden ingezet. De inteelttoename varieert dan van 13.5% voor de kleinste kuddes tot 4.7% (zie Tabel 1). In werkelijkheid lopen de inteeltcijfers niet zo hoog op omdat er altijd enige uitwisseling is tussen kuddes, maar de conclusie is niettemin dat de inteelt bij gebruik van ARR rammen en zonder systematische uitwisseling tussen kuddes gevaarlijk hoog oploopt. Ook bij milde selectie is dit het geval, zij het iets minder dramatisch, de inteelt varieert dan van 2.9% tot 10.1%.

Tabel 2. *Verwachte inteelttoename per jaar per kudde in de eerste generaties bij matige selectie (alleen inzet van ARR/ARR of ARR/X rammen) en bij milde selectie (ARR/ARR rammen en ARR/X rammen aangevuld met X/X rammen), voor verschillende scenario's van uitwisseling tussen kuddes (Scenario B, C en D).*

	Matige selectie			Milde Selectie		
	Zonder Uitwisseling	Kleine rammen cirkel	grote rammen cirkel	Zonder Uitwisseling	kleine rammen cirkel	grote rammen cirkel
P. Vaartjes	11,5%	11,5%	2,3%	10,1%	10,1%	0,61%
R. Brummel	10,9%	10,9%	2,4%	9,7%	9,7%	0,75%
C. Homan	7,9%	2,9%	2,2%	5,8%	0,97%	0,58%
F.J. Heuker	7,7%	2,8%	2,0%	5,2%	0,75%	0,44%
A.van Nieukerken	8,1%	2,9%	2,2%	4,9%	0,85%	0,45%
P. Dekker	13,5%	13,5%	2,4%	10,0%	10,0%	0,66%
C. Grinwis	5,4%	5,4%	2,0%	3,3%	3,3%	0,42%
J. Holla	4,7%	4,7%	1,9%	2,9%	2,9%	0,42%

### Scenario C: Kleine rammencirkel

Als de uitwisseling tussen kuddes systematisch wordt opgezet kan de inteelt verder worden terug gedrongen. Berekend is dit voor het geval gebruik wordt gemaakt van een kleine rammencirkel en een grote rammencirkel. In een rammencrkel gebruikt elke kudde rammen van een vaste andere kudde en zet geen eigen rammen in. De kleine rammencirkel komt overeen met de huidige praktijk waarbij drie kuddes rammen uitwisselen volgens een rammencirkel, met een extra gecreerde kudde in de buitengebieden.

De inteelt neemt aanzienlijk af voor de drie kuddes in de rammencirkel. Bij matige selectie is de inteelttoename net onder de 3% per jaar en bij milde selectie 0.75% tot 0.97%. De rammencirkel heeft dus zeker een positief effect, maar niet zo positief dat de inteelttoename onder de gewenste 0.5% uitkomt. Nadeel van de kleine rammencirkel is ook dat een gedeelte van de kuddes niet meedoet, waardoor de inteelt bij deze kuddes veel te hoog blijft. Bij voortzetting van de huidige praktijk zal dus iets anders moeten worden geregeld voor deze kuddes omdat deze anders in grote problemen zullen komen.



## Scenario D: Grote rammencirkel

Om alle kuddes, zowel de grote als de kleine, te laten deelnemen aan een rammencirkel is een apart schema opgesteld (zie fig 3). Een kleine kudde kan niet genoeg rammen leveren aan een grote kudde, daarom is elke kleine kudde gekoppeld aan een grote. Beide kuddes ontvangen hun rammen van dezelfde andere grote kudde, en beide leveren tezamen de rammen voor weer een andere grote kudde.

Bij matige selectie ligt de inteelttoename voor elk kudde net boven de 2% per jaar. Alle kuddes profiteren dus van de rammencirkel, maar de kleine kuddes het meest. Naarmate de selectie op ARR vordert neemt de inteelttoename verder af tot beneden de 0.2% per jaar na 8 jaar. Bij milde selectie neemt de inteelttoename in de eerste generaties verder af tot tussen de 0.4 en 0.7% per jaar. Deze variatie inteelttoename in het begin hangt gedeeltelijk af van welke kuddes aan elkaar worden gekoppeld. Als twee nauwer verwante kuddes aan elkaar worden gekoppeld is de inteelttoename zo'n 0.2 tot 0.3% hoger dan als de minst verwante kuddes aan elkaar worden gekoppeld. Op de lange termijn verdwijnt dit verschil tussen de kuddes en na 8 jaar selectie komt de inteelttoename uit op rond de 0.2%.

Concluderend kan worden gezegd dat een rammencirkel een forse stap is in de richting van inteeltvermindering. Voldoende is dit echter niet bij matige selectie aangezien de inteelt met 2% nog ruim boven de 0.5% zit. Ook bij milde selectie blijft de inteelttoename nog vrij hoog, rond de 0.5%. Verder vereist een rammencirkel vertrouwen tussen de herders onderling en acceptatie dat de herder minder invloed heeft op de in te zetten rammen.

## Gericht inkruisen van een ander ras

Als men geen enkel risico wil lopen op negatieve effecten van inteelt dan dient deze duidelijk onder de 0.5% te komen. De meest simpele manier om dit te bereiken is door het inkruisen van onverwante dieren uit een ander ras, maar het is verstandig er duidelijke voorwaarden aan te verbinden. Ten eerste moet er een duidelijk doel voor ogen zijn, zoals bijv. het verbreden van de genetische basis. Ten tweede mag inkruisen niet ten koste gaan van het huidige ras. De dieren van buiten het ras dienen zorgvuldig geselecteerd te worden. Ze dienen zo nauw mogelijk aan te sluiten bij het ras zelf, wat betreft fokdoel, exterieur en afstamming, en ze dienen een aanwinst voor het ras zelf te zijn. Worden dieren van een totaal onverwant ras gebruikt, die niet binnen de fokdoelen van het huidige ras vallen, dan zal het huidige ras verdwijnen.

Voor wat betreft de Schoonebeeker is het Bentheimer Landschaf als kandidaat geopperd voor inkruisen. Het bestuur van het stamboek ziet dit niet als een wenselijk alternatief. Andere kandidaat rassen zijn het Drentsch Heideschaap en het Veluws Heideschaap. In deze case study is gekeken naar het Bentheimer Landschaf omdat hier door de bemonstering van de kudde's DNA gegevens beschikbaar waren, en als voorbeeld voor andere rassen hoe een dergelijk vraagstuk aangepakt zou kunnen worden..

## Verwantschap tussen rassen

Allereerst is gekeken naar de verwantschap tussen de Schoonebeeker, de Bentheimer en het Kempisch Heideschaap. Deze laatste is er bij genomen, omdat het ook een heideschaap ras is maar vermoedelijk iets verder van de Schoonebeeker af staat, en omdat er DNA gegevens beschikbaar waren van een andere studie.

In deze studie is gekeken of de rassen op grond van het DNA duidelijk te scheiden zijn. De DNA gegevens van alle bemonsterde dieren zijn geclusterd met behulp van een software pakket (Pritchard), waarbij wordt nagegaan hoe goed groepen dieren zijn te scheiden. De software vormt een van te voren op te geven aantal groepen waarbij het DNA binnen elke groep meer op elkaar lijkt dan het DNA van de andere groep. Elk dier ontvangt een score met de waarschijnlijkheid dat hij behoort tot de ene groep of de andere. Als alle dieren een score van 50/50 krijgen dan is er genetisch gezien geen verschil tussen de dieren. Als alle dieren een score van 0/100 of 100/0 krijgen zijn er twee groepen die voor 100% gescheiden zijn. Bovendien kan dan worden nagegaan of die scheiding samenvalt met de indeling in rassen.

Driehonderd Schoonebeekers en een klein aantal Bentheimers (7) en kruislingen van een Bentheimer vader met een Schoonebeeker ooi (8) zijn op DNA geanalyseerd, evenals 109 Kempisch Heideschappen. De situatie voor de Schoonebeekers en Bentheimers bleek tussen de twee uitersten van volledig gescheiden of compleet gemixt in te liggen (Figuur 4). Alle Bentheimers bleken voor tenminste 90% tot groep 2 te horen, bijna alle Schoonebeekers van de kuddes Homan, Heuker Nieukerken en Dekker voor meer dan 90% tot groep 1. Maar in de kuddes Brummel, Vaartjes, Grinwis en Holla lopen zowel dieren rond van meer dan 95% groep 1 tot meer dan 90% groep 2. De conclusie is dat Bentheimers en Schoonebeekers wel genetisch gezien gescheiden zijn, maar dat de grens niet scherp is. Het Kempisch Heideschaap blijkt veel sterker gescheiden van de andere twee rassen te zijn. Onder de dieren waarvan niet zeker was of ze tot de Schoonebeekers behoorden, omdat ze niet in het stamboek geregistreerd waren, kwamen zowel bijna 100% groep 1 als bijna 100% groep 2 voor.



*Figuur 4. Clustering op grond van DNA, met data Kempisch Heideschaap toegevoegd. Clustering is uitgevoerd zonder informatie over herkomst (ras, kudde) van dieren. Herkomst is achteraf toegevoegd: bovenste rij, kudde waaruit Schoonebeekers afkomstig zijn (D = Dekker, B = Brummel, V = Vaartjes), onderste rij rassen (? = onzeker, BxS = kruisling Bentheimer x Schoonebeeker; BH = Bentheimer).*

Enige voorzichtigheid is geboden bij het interpreteren van de resultaten. Het is niet zo dat als een dier die voor bijv. 80% in groep 2 terecht komt en 20% in groep 1 dan ook een kruisling is tussen een Schoonebeeker en een Bentheimer. Met deze analyse kan geen onderscheid worden gemaakt tussen recente inkruising en één of meer gemeenschappelijke voorouders van beide rassen honderd of meer jaar geleden, toen de rassen nog niet zo scherp waren gedefinieerd.

## Resultaten keuring

Alle onderzochte dieren zijn gekeurd volgens de rasstandaard voor de Schoonebeeker. De keuringsresultaten zijn vergeleken tussen de verschillende scrapiegenotypen. De laagste resultaten werden behaald door de niet genotyperde dieren, en de hoogste door de niet ARR dieren (Tabel 3). Herders lijken vooral te gaan genotyperen als dieren of een hoge kwaliteit hebben of grote kans op een of twee ARR allelen. Deze dieren zijn het interessantst voor veredere fokkerij. De conclusie kan niet veel verder gaan dan dat de keuringsresultaten van de ARR dieren niet zo laag zijn dat verder fokken met deze dieren onverantwoord is. De keuringsresultaten gaven hetzelfde beeld te zien over alle onderdelen, en alleen de twee belangrijkste zijn in de tabel weergegeven.

Tabel 3. Keuringsresultaten voor Beenwerk en totaal waardering.

Waardering	Beenwerk		Totaal	
	Rammen	Ooien	Rammen	Ooien
Scrapie genotype				
?	-	13,9	-	68,8
X/X	13,1	15,2	69,3	82,6
ARR/X	13,8	15,4	72,7	75,7
ARR/ARR	12**	16*	70,5**	72*
Ras				
Schoonebeeker	13,7	14,2	72,6	70,4
Bentheimer x Schoonebeeker	12*	15	77*	68,5
Bentheimer	-	15,5	-	72,9

\* gebaseerd op één dier, \*\* gebaseerd op twee dieren

De waardering tussen Bentheimers en Schoonebeekers loopt niet veel uiteen. Gemiddeld genomen komen de Schoonebeekers iets lager uit. Alleen de vacht van de Bentheimers wordt duidelijk lager gewaardeerd dan die van de Schoonebeekers en de waardering voor ontwikkeling is vrijwel gelijk voor beide rassen. Voor de overige kenmerken worden de Bentheimers 1 tot 2 punten hoger gewaardeerd dan de Schoonebeekers. Dit houdt niet in dat de Bentheimers beter voldoen aan de rasstandaard dan de Schoonebeekers zelf. De Schoonebeekers zijn namelijk zo bemonsterd dat de hele range van goed tot slecht is vertegenwoordigd, inclusief dieren waar niet verder mee gefokt gaat worden. De Bentheimers vertegenwoordigd in dit onderzoek vormen maar een klein monster van de hele populatie, en bevat geen dieren waar zeker niet verder mee gefokt gaat worden. Wat wel geconcludeerd kan worden is dat er Bentheimers zijn die binnen de rasstandaard van de Schoonebeekers vallen, hoewel de vacht misschien een probleem kan vormen.



## 4. Conclusies en aanbevelingen

De situatie voor wat betreft de te verwachten inteelt bij selectie voor scrapie bij de Schoonebeeker is zorgelijk. Selectie voor scrapieresistentie leidt tot een toename van inteelt. Deze inteelttoename is geringer bij milde selectie en gebruik van een rammencirkels. Voor instandhouding van het Schoonebeeker ras met een aantal gewenste eigenschappen en met een beperkte inteelt is het van belang om de aanwezige genetische diversiteit zo goed mogelijk te benutten.

Het huidige beleid aanhouden is geen oplossing. Binnen het Schoonebeeker ras is het niet eenvoudig om op afzienbare tijd aan de rammenverordening scrapie te voldoen. Binnen de kleine populatie van dieren zijn er maar weinig dieren met ARR allelen aanwezig. Verder is de uitwisseling tussen kuddes op dit moment niet optimaal geregeld, waardoor de verwantschappen binnen en tussen bepaalde kudde's hoog is. Zelfs voor de drie kuddes in de kleine rammencirkel met milde selectie is de inteelt nog aan de hoge kant. De kuddes buiten de rammencirkel hebben een nog veel hogere inteelt. Deze inteelt kan alleen binnen de perken blijven als er regelmatig uitgewisseld wordt met andere kuddes. Geredeneerd vanuit inteelttrisico's is het onverantwoord om slechts een deel van de Schoonebeeker kuddes te betrekken in een rammencirkel. Uitbreiding van de rammencirkel naar alle grote kuddes is wenselijk, zelfs zonder selectie voor scrapieresistentie.

Een grote rammencirkel geeft de laagste inteelt. Zeer belangrijk is dat het vertrouwen tussen de herders onderling groot genoeg moet zijn om een rammencirkel op te zetten. Een rammencirkel betekent dat men voor een gedeelte afhankelijk is van de rammen die door een andere kudde kunnen worden aangeleverd, en dus gedeeltelijk de controle uit handen moet geven. Echter met milde selectie en een grote rammencirkel ligt de te verwachten inteelttoename ook nog rond de 0.5%, wat aan de hoge kant is. Beperking van het maximaal aantal nakomelingen per ram is dan ook aan te bevelen, en zal de inteelttoename verder verminderen. Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat rammen tot 40 oaien bevruchten, tenzij er niet genoeg rammen beschikbaar zijn om alle oaien te bevruchten, zoals bijv. bij strenge selectie op treedt. In dat geval kan het aantal oaien per ram oplopen tot maximaal 100. Het aantal van 40 oaien kan verder beperkt worden waardoor de inteelt zal afnemen.

Wat betreft het inkruisen van Bentheimers doet dit onderzoek geen aanbeveling voor of tegen. Inkruisen is een mogelijkheid om inteelt te verminderen, het is aan het stamboek om te beslissen of dit voordeel opweegt tegen de nadelen. In dit onderzoek zijn geen gronden gevonden om inkruisen van Bentheimers op voorhand af te wijzen en historisch gezien lijkt een te rigide concentratie op raszuiverheid ook niet te verantwoorden. De overgang tussen Bentheimers en Schoonebeekers is genetisch gezien een glijdende schaal.

Dit onderzoek kan ook geen uitspraak doen welk ras eventueel geschikt is om in te kruisen. Mocht besloten worden tot het inkruisen van Bentheimers of een ander ras dan is een voorwaarde van tenminste één ARR allel aan te bevelen. Verder dienen de dieren ruimschoots goedgekeurd te worden, en voorzichtig ingezet te worden. Het beste kan dit gebeuren via een hulpstamboek, waarin niet raszuivere dieren kunnen worden opgenomen. Hun nakomelingen kunnen dan, mits van voldoende kwaliteit worden opgenomen in het eigenlijke stamboek. Ook moet een, breed gedragen, lange termijn visie ontwikkeld worden, met afspraken over hoe lang welke dieren ingezet gaan worden in welke kuddes.

### Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden meegegeven aan het stamboek

- voor het volgende dekseizoen een grote rammencirkel organiseren en alle kuddes/herders overtuigen van de noodzaak van een gezamenlijke aanpak
- wanneer het niet mogelijk blijkt om tot een effectieve rammencirkel te komen en om met andere praktische maatregelen de inteelt te beperken, kan men overwegen verwante rassen gericht en gecontroleerd in te zetten.



## **Bijlage I.**

# **Onderzoeksvoorstel en werkprotocollen**

## **Voorstel Case-study Beheer Kleine Populaties: Schoonebeeker**

H. Eding, Stichting Zeldzame Huisdierrassen

Om een inzicht te krijgen in de problemen die zich voordoen in de praktijk van het beheren van kleine en/of bedreigde populatie, is het wenselijk dat er een case study uitgevoerd wordt. Deze case-study moet meer inzicht geven in het probleem van de toepassing van fokkerij maatregelen ter bestrijding van erfelijke afwijkingen en/of inteelt problemen in een situatie van extreem gedifferentieerde houderij vormen (hobby-versus beroepshouderij).

De studie bestaat uit twee delen: 1) Inventarisatie van de genetische diversiteit binnen de populatie en 2) evalueren van verschillende fokmethodes en -schemas om de genetische diversiteit binnen de populatie te behouden en problemen met inteelt en/of genetische afwijkingen te bestrijden.

In de case study worden om en nabij 200 dieren bemonsterd en gegenotypeerd voor autosomale 25 a 30 microsatellieten, 4 a 5 Y-chromosomale merkers en mitochondriaal DNA. Daarnaast wordt informatie verzameld (voor zover aanwezig) over exterieurkenmerken en het voorkomen van genetische afwijkingen. De studie moet opleveren een rapport met adviezen betreffende de meest optimale registratie van diergegevens en advies omtrent de bij voorkeur te volgen fokkerij strategie om de populatie te behouden.

Het voorstel is om de case study uit te voeren met het Schoonebeeker schapenras. Deze populatie is uitermate geschikt voor de case study. Deze populatie is in het verleden door een aantal zware bottlenecks gegaan. De genetische diversiteit (en het voortbestaan) van de populatie staat op dit moment onder druk vanwege de scrapiesbestrijding. Daarnaast komen er een aantal duidelijk zichtbare gebreken in de populatie voor (eendebekjes). Als laatste is het voorkomen van gedifferentieerde houderij in de populatie uitvergroet t.o.v. andere populaties.

*Februari 2005*

## **Werkprotocol Schoonebeeker 'case study'**

### **Algemeen**

In het kader van de Case Study Beheer van Kleine Populaties worden in totaal 300 dieren uit 6 kuddes en twee grote particuliere houders gemonsterd en gegenotypeerd voor 20 microsatellieten.

Daarnaast worden van de dieren een keuringsrapport opgemaakt volgens de standaard zoals gehanteerd door het Schoonebeeker stamboek in het beheer van Nederlandse Fokkersvereniging het Drentse Heideschaap (NFDH).

Wat de bemonsterde dieren betreft: In ieder geval moeten alle rammen gebruikt voor de fok in het jaar van de bemonstering geselecteerd. Daarnaast wordt een aantal oaien bemonsterd. Deze oaien moeten bij voorkeur

zo gelijk mogelijk verdeeld over eventuele foklijnen/families/fokgroepen (hierna te fokgroepen te noemen). Daarnaast moeten de ooiën gelijkelijk verdeeld over drie leeftijds-klassen: 1-2 jarige, 3-4 jarige en 5-6 jarige ooiën (hierna de cohorten 1, 3 en 5 genoemd).

De bemonsterde dieren, behalve de rammen, hoeven niet van te voren bekend of geselecteerd worden. Op de dag van de bemonstering zal de vertegenwoordiger van de ASG in samenspraak met de herder of houder dieren uit de kudde selecteren en bemonsteren. De relevante gegevens van het dier worden op een formulier bijgehouden (zie onder).

De bloedmonsters worden getrokken door een bevoegde veearts die bekend is met de kudde waar de bemonstering plaats vindt.

Daarnaast is een door de NFDH erkende keurmeester aanwezig die de geselecteerde dieren keurt volgens de door de NFDH gehanteerde methode.

De vertegenwoordiger van ASG verzamelt na afloop de monsters en bijgehouden lijsten en brengt die over naar het ASG, waar alle monsters en lijsten centraal ingezameld en verwerkt worden. Een medewerker van de ASG zorgt voor het overzetten van de lijsten in elektronisch format.

## Protocol in detail

### **Vooraf**

De ASG maakt een afspraak met de herder over de datum en tijdstip waarop de bemonstering plaats zal vinden en waar men zich verzameld.

De ASG zorgt ervoor dat een door de NFDH erkende keurmeester op de hoogte is en ter plaatse zal zijn tijdens de bemonstering.

De Herder maakt een afspraak met een erkend veearts naar keuze om de bloedmonsters van de geselecteerde dieren af te nemen.

### **Aanwezigen**

Op de dag van de bemonstering zijn aanwezig bij de bemonstering

De Herder

Een vertegenwoordiger van de ASG

Een erkende Keurmeester

Een Veearts

Eventuele waarnemer(s)

### **Materiaal**

Het materiaal dat tijdens de monsternamen wordt gebruikt is de volgende

Voor de bloedafname

EDTA buizen (met paarse dop) geleverd door de ASG

Bijpassende naalden meegenomen door de Veearts

Vellen met blanco stickers om de EDTA buizen te etiketteren, geleverd door de ASG

Voor het keuringsrapport

Voldoende kopieën van het bijgevoegde formulier, mee te nemen door de vertegenwoordiger van de ASG

Voldoende schrijfmateriaal



## Taken

De Herder selecteert in samenspraak met de vertegenwoordiger van de ASG de bemonsterde dieren, met dien verstande dat:

- Alle rammen voor de fok in het jaar van de bemonstering bemonsterd worden.
- De oaien naar het inzicht van de herder gelijkelijk verdeeld zijn over leeftijdsklassen (cohorten 1, 3 en 5) en eventuele fokgroepen.
- Het aantal bemonsterde dieren de aantallen in de monsterlijst (zie onder) niet overschrijdt.

De vertegenwoordiger van de ASG houdt op een kopie van bijgevoegde formulier de volgende zaken bij:

Identificatie van het bemonsterde dier (UBN en bliknummer)

Het geslacht

De leeftijdsklasse (aangeduidt met 1, 3 of 5)

Het keuringsrapport.

Eventuele fokgroep aanduiding

Eventuele opmerkingen van andere aard

Daarnaast zorgt de vertegenwoordiger van de ASG voor het kopieëren van het UBN en bliknummer op een blanco sticker en etiketteert daarmee de EDTA buis met het bloed van het bemonsterde schaap.

De Keurmeester keurt alle bemonsterde dieren volgens de standaard van het stamboek beheerd door de NFDH, met dien verstande dat voor het onderzoek en de uiteindelijke resultaten het van groot belang is dat de keuring accuraat en onbevooroordeeld plaats vindt.

De keurmeester zijn rapport duidelijk aan de vertegenwoordiger van de ASG communiceert, zodat deze het rapport over kan nemen op het daarvoor bestemde formulier.

De Veearts zorgt voor de bloedafname bij de geselecteerde schapen. Hij gebruikt daartoe

EDTA buizen (paarse dop) geleverd door de vertegenwoordiger van de ASG

Bijpassende naalden door de Veearts mee te nemen.

Na afloop verzameld de vertegenwoordiger van de ASG alle monsterbuizen en formulieren om die voor centrale verzameling naar de ASG te vervoeren.

## De monsterlijst

In de volgende tabel staat aangegeven welk aantal dieren er per kudde gemonsterd en gekeurd dient te worden.

### Kudde

Brummel	10
St. Het Drentse Landschap – Catrinus Homan	60
St. Het Drentse Landschap – FreerkJan Heuker	55
Mts. Grinwis-Achterhof	55
Veren. Nat.mon.Z-Limburg/J. Holla	45
St. Schaapskudde Westerbork	45
P. Vaartjes	20
Westlandse Schaapskudde, Pieter Dekker	10
Totaal	300

## Contacten

Naam	contactpersoon	Adres	postcode/plaats	telefoon	gsm	emailadres
R.J. Brummel		Westerkampen 30a	7722 TK DALFSEN	0529-471510	06-539668382	westerkampen@hetnet.nl
Mts. Grinwis/Achterhof	Chris Grinwis	Brinkgreverweg 17	8161 NW EPE	0578-613045		ch.grinwis@hetnet.nl
St. Het Drentse Landschap	Catrinus Homan	Huendenweg 1	8386 XB DOLDERSUM	0521-387181	06-50987999	c.homan@hetnet.nl
St. Het Drentse Landschap	Freerk Heuker				06-27222858	
St. Schaapskudde Westerbork	Annelies v.Nieukerken	Sluutwal 21	9431 GD WESTERBORK	0593-332904	06-53839982	
St. Westlandse Schaapskudde	Pieter Dekker	Verspycklaan 69	2671 CS NAALDWIJK	0174-622355	06-22494258	dekker@woonheer.nl
P. Vaartjes		Broekweg 15a	7234 SW WICHMOND	0575-441651	06-27572568	nijboer@wanadoo.nl
Ver.Nat.Mon. Zuid Limburg	Jan Holla	Schaapskooiweg 99	6414 EL HEERLEN	045-5285893	06-55825176	jan.holla@planet.nl
<b>keurmeesters:</b>						
Wim Nijhof		Johan Frisostraat 18	6668 CB RANDWIJK	0488-491001	06-30260686	jwnijhof@hotmail.com
Bennie Feije		Moordakkerstraat 29	6674 AP HERVELD	0488-452641	06-51761706	benniefeije@hotmail.com
Rob Brummel		Westerkampen 30a	7722 TK DALFSEN	0529-471510	06-539668382	westerkampen@hetnet.nl

# Formulier keuring en bemonstering Case Study Beheer Kleine Populaties

Kudde: ..... Datum: .....  
 Vertegenwoordiger ASG: .....  
 Keurmeester: .....  
 Veearts: ..... UBN: .....

Blikno.	Sx	lft.	kop	vcht	strt	rmp	bnwrk	Ontw	type	Ttl	fkgrp	Opm.

