Populatieonderzoek bij het Mergellandschaap: Trends en Toekomst

Een genetische analyse van populatiedynamiek, inteelttoename en duurzame behoudsstrategieën

Noëlle Hoorneman en Mira Schoon

CGN rapport 62

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Populatieonderzoek bij het Mergellandschaap: Trends en Toekomst

Een genetische analyse van populatiedynamiek, inteelttoename en duurzame behoudsstrategieën

Noëlle Hoorneman[1,2], Mira Schoon[1,2]

1 Centrum voor Genetische Bronnen, Nederland (CGN), Wageningen University & Research (WUR)
2 Wageningen University & Research (WUR), Animal Breeding and Genomics (ABG)

Dit onderzoek is uitgevoerd door CGN en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN), in het kader van WOT-03 Genetische Bronnen (projectnummer WOT-03-002-068).

Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen University & Research
Wageningen, februari 2025

CGN rapport 62

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Hoorneman, J.N., M.A. Schoon, 2025. *Genetische populatie analyse van het Mergellandschaap; Aantallen en inteelt binnen het Mergellandschaap en adviezen voor de toekomst.* Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen University & Research, CGN rapport 62.

Samenvatting - Het Mergellandschaap behoort tot één van de zeldzame oorspronkelijke Nederlandse schapenrassen. Voor het in stand houden van zeldzame rassen is het van groot belang om de populatiegrootte en de toename in inteelt en verwantschap in de populaties te monitoren. In 2024 heeft het Centrum voor Genetische bronnen Nederland (CGN) een genetisch populatie onderzoek uitgevoerd voor het Mergellandschaap. Het aantal geregistreerde geboren lammeren per jaar neemt af en het aandeel van de meest gebruikte rammen is onevenredig groot. Het aantal lammeren dat een ooi in haar leven produceert loopt sinds 1993 terug. Dit zou een teken kunnen zijn van verminderde vruchtbaarheid ten gevolge van inteeltdepressie. De inteelttoename in de laatste 4 a 5 generaties is 0,73% per generatie en is daarmee hoger dan gewenst. Met behulp van computersimulaties zijn verschillende maatregelen vergeleken om vast te stellen hoe een verlaging van de verwachte inteelttoename zou kunnen worden bereikt. Het stamboek gebruikt al een vorm van genetisch beleid, waarbij het aantal zonen per ram dat ingezet mag worden in de fokkerij beperkt wordt. De simulaties lieten zien dat deze beperking inderdaad een klein gunstig effect heeft op het verlagen van de inteelttoename. Een combinatie van een dekbeperking in de vorm van een maximum aantal ooien die de ram mag dekken in zijn leven, en het selecteren van dieren met een lage gemiddelde verwantschap leidde tot een grotere verlaging van de inteelttoename. Naar aanleiding van het onderzoek naar de Nederlandse populatie Mergellandschapen, raadt CGN aan om deze combinatie van maatregelen te overwegen en daarnaast de leden zoveel mogelijk te stimuleren om alle geboren lammeren op te geven.

Summary - The Mergelland sheep is one of the rare native Dutch livestock breeds. Monitoring trends in the number of breeding animals and the rate of inbreeding is essential for the conservation of rare breeds. In 2024, the Center for Genetic Resources, the Netherlands (CGN) conducted a population genetic analysis for the Mergelland sheep. The number of registered lambs born per year is decreasing and the share of the most used rams is disproportionately large. The number of lambs a ewe produces in her lifetime has been declining since 1993. This could be a sign of reduced fertility due to inbreeding depression. The rate of inbreeding in the last 4 to 5 generations is 0.73% per generation and is therefore higher than desired. Various measures were compared using computer simulations to determine how a reduction in the expected rate of inbreeding could best be achieved. The herdbook already uses a breeding restriction, which limits the number of sons per ram that can be used in breeding. The simulations showed that this limitation indeed has a small beneficial effect on reducing the inbreeding rate. A combination of a breeding restriction in the form of a maximum number of ewes that the ram may cover in his life, and selecting animals with a low mean kinship led to a greater reduction in the inbreeding rate. Following this research into the Dutch population of Mergelland sheep, CGN recommends to consider the combination of these measures, and to stimulate members to register all lambs.

Dit rapport is gratis te downloaden op http://doi.org/10.18174/ 692192 of op www.wur.nl/cgn onder Publicaties.

© 2024 Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen University & Research
E cgn@wur.nl

Wageningen University & Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

De certificering volgens ISO 9001 onderstreept ons kwaliteitsniveau.

Inhoud

Woord vooraf **5**

Samenvatting **6**

1 Introductie **7**

2 De Huidige Stand van Zaken **10**

2.1 Onderzoeksvragen 10
2.2 Materiaal en methode 10
2.2.1 Dataset 10
2.2.2 Analyse 10
2.3 Resultaten 11
2.3.1 Volledigheid van de stambomen 11
2.3.2 Aantal geboren lammeren per jaar en inzet als fokdier 12
2.3.3 Populatiegrootte 14
2.3.4 Bijdrage rammen 15
2.3.5 Generatie interval 16
2.3.6 Inteelt en verwantschap 16
2.3.7 Externe dieren 17
2.3.8 Gemiddelde verwantschappen 19

3 Advies genetisch beheer **20**

3.1 Simulaties 20
3.1.1 Biologische gegevens en populatie structuur 20
3.1.2 Fokbeleid en simulatie scenario's 21
3.2 Resultaten 22
3.2.1 Inteelttoename bij verschillend beleid 22
3.2.2 Beperken van het aantal zonen per ram 23
3.2.3 Dekbeperking voor de levensduur van elke ram 24

4 Conclusies en aanbevelingen **26**

Literatuur **28**

Woord vooraf

Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) van Wageningen University & Research (WUR) geeft op aanvraag adviezen aan rasverenigingen en stamboeken over het behoud van genetische diversiteit binnen rassen, en over strategieën voor duurzame instandhouding van rassen. Daarbij ligt de nadruk op de ontwikkeling en evaluatie van fokstrategieën en fokprogramma's met behoud van genetische diversiteit.

Op verzoek van Vereniging Oos Mergellandsjaop, het stamboek voor het Mergellandschaap, zijn de populatie structuren en inteelttoenames in de populatie van het Mergellandschaap door CGN geanalyseerd. Vervolgens is met behulp van computersimulaties gekeken naar de (mogelijke) effecten van verschillende maatregelen om de verwachte inteelttoename in de toekomst te verlagen.

Bij dezen bedanken wij graag het bestuur van Vereniging Oos Mergellandsjaop voor de constructieve samenwerking.

Samenvatting

Het Mergellandschaap is een oorspronkelijk landras, dat in het verleden gehouden werd op graanstoppelvelden, bermen, in hoogstamboomgaarden en ook op marginale gronden, zoals 'holle wegen', bermen en schrale heuvelachtige kalkgraslanden Naast het gebruik in begrazingsprojecten worden deze schapen ook door hobbyhouders gewaardeerd. Het Mergellandschaap behoort tot één van de zeldzame oorspronkelijke Nederlandse schapenrassen. Voor het in stand houden van zeldzame rassen is het van groot belang om de populatiegrootte en de toename in inteelt en verwantschap in de populaties te monitoren. In 2024 heeft het Centrum voor Genetische bronnen Nederland (CGN) van Wageningen University & Research (WUR) een genetisch populatie onderzoek uitgevoerd voor het Mergellandschaap. Hierbij is gekeken naar het aantal lammeren geboren per jaar, hoeveel rammen en ooien er worden ingezet voor de fokkerij en wat de verdeling van de inzet van deze rammen is, het generatie interval, de inteelttoename en de verwantschap binnen de populatie.
Er is een afnemende trend te zien in het aantal geregistreerde geboren lammeren per jaar en het aandeel van de 10 meest gebruikte rammen is het dubbele van wat er verwacht zou worden bij een evenredige verdeling van de rammen voor de fokkerij. Daarbij toont dit aandeel van de top 10 rammen een stijgende trend. Het aantal lammeren dat een ooi in haar leven produceert loopt sinds 1993 terug. Dit zou een teken kunnen zijn van verminderde vruchtbaarheid ten gevolge van inteeltdepressie. Het aantal geboren lammeren per jaar en daarmee ook de vruchtbaarheid van de ooi kan ook lager uitvallen doordat leden niet al hun lammeren melden bij de vereniging. De inteelttoename in de laatste 4 a 5 generaties is 0,73% per generatie en is daarmee hoger dan gewenst.

Op basis van computersimulaties zijn verschillende maatregelen vergeleken om vast te stellen hoe een verlaging van de verwachte inteelttoename zou kunnen worden bereikt. Het stamboek gebruikt al een vorm van genetisch beleid, waarbij er per jaar maximaal 2 zonen per ram (geen volle broers) ingezet mogen worden en er over het leven van een ram maximaal 6 goedgekeurde zonen in de fokkerij ingezet mogen worden. De simulaties lieten zien dat deze beperking inderdaad een klein gunstig effect heeft op het verlagen van de inteelttoename. Het verscherpen van dit beleid, naar maximaal 4 of zelfs maximaal 2 goedgekeurde zonen voor de fokkerij gaf wel een verdere verlaging van de inteelttoename, maar het effect blijft beperkt. Een dekbeperking in de vorm van een maximum aantal ooien die de ram mag dekken in zijn leven leidde tot een grotere verlaging van de inteelttoename. Ook twee methodes die gericht zijn op het minimaliseren van verwantschappen hadden een sterk verlagend effect op de verwachtte inteelttoename.
In de praktijk kan door het combineren van maatregelen de inteelttoename zo laag mogelijk gehouden worden. Een combinatie van de selectie op gemiddelde verwantschap en een dekbeperking voor de levensduur van elke ram is daarbij het meest veelbelovend.

1 Introductie

Het Mergellandschaap is één van de zeldzame oorspronkelijke Nederlandse schapenrassen. Er staan momenteel 830 raszuivere vrouwelijke fokdieren ingeschreven in het stamboek (EFABIS DAD IS 2024)[1]. Het Mergellandschaap is een oorspronkelijk landras, dat in het verleden gehouden werd op graanstoppelvelden, bermen, in hoogstamboomgaarden en ook op marginale gronden, zoals 'holle wegen', bermen en schrale heuvelachtige kalkgraslanden. In de jaren vijftig liepen de aantallen sterk terug en waren er uiteindelijk nog maar enkele houders met Mergellandschapen. In 1978 is de Vereniging Oos Mergellandsjaop (OMs) opgericht met als doelstelling het behoud van het Mergellandschaap en het in stand houden van kuddes in hun natuurlijke omgeving. Het is een erkend stamboek volgende de Europese Fokkerijverordening (Verordening (EU) 2016/1012).

Begin jaren '70 (voor de oprichting van de rasvereniging) zijn de laatste restanten van de in Limburg aanwezige Mergellandschapen (soms met gedeeltelijk ander bloed), mede op basis van aanwijzingen van de laatste Zuid-Limburgse herder Sjang Brouwer, bijeengebracht om het ras te redden. Tevens zijn er dieren gezocht met Mergellandeigenschappen in het aangrenzende buitenland (Belgisch Limburg, Ardennen en regio Aken).

Op zijn tijd worden er nog steeds zo nu en dan dieren van buitenaf aangekocht om de inteelt te verlagen. Hoewel de vereniging over de jaren is gegroeid en het aantal leden maar ook het aantal schapen toe nam, is er de laatste jaren weer een daling in aantallen te zien. Ook zorgden verschillende ziekten zoals scrapie, zere bekjes, rotkreupel en blauwtong voor tegenslagen binnen het ras. Het verplichte scrapiebestrijdingsprogramma heeft geleid tot een reductie van de variatie en afname van gewenste raseigenschappen en blauwtong heeft tot grote verliezen geleid binnen het ras.

Voor het in stand houden van zeldzame rassen is het van groot belang om de populatiegrootte en de toename in inteelt en verwantschap in de populaties te monitoren. In 2024 heeft het Centrum voor Genetische bronnen Nederland (CGN) van Wageningen University & Research een populatie-genetisch onderzoek uitgevoerd voor het Mergellandschaap. Hierbij is gekeken naar huidige stand van zaken binnen de populatie, het gaat hierbij om het aantal lammeren dat jaarlijks geboren wordt, het aantal beschikbare én ingezette (fok)dieren, de inteelttoename en de verwantschap binnen de populatie. Ook is de invloed van een aantal extern aangekochte schapen van andere rassen onderzocht en is de gemiddelde verwantschap van elk schaap vergeleken met de rest van de momenteel aanwezige (fok)populatie (mean kinship). Op basis van computersimulaties zijn verschillende maatregelen in het fokbeleid vergeleken om vast te stellen welke maatregelen een verlaging van de verwachte inteelttoename teweeg zouden kunnen brengen.

In dit eerste hoofdstuk zijn de relevante begrippen uitgewerkt die van toepassing zijn op de resultaten van het onderzoek. In hoofdstuk 2 volgen de resultaten van het eerste deel, de huidige stand van zaken. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van het vervolgonderzoek met de simulaties richting de toekomst uitgewerkt en worden toekomstperspectieven voor de Mergelland populatie geschetst.

[1] EFABIS DAD-IS: Internationale database van wereldvoedselorganisatie FAO voor het bijhouden van populatiegegevens van alle landbouwhuisdierrassen aanwezig in elk land.

Verwantschap en inteelt

Hier volgt een uitleg van de relevante begrippen die van toepassing zijn op de resultaten van het onderzoek. Meer over deze begrippen en verhelderende infographics zijn te vinden en te downloaden op; www.fokkenmetverstand.nl

Verwantschap

Twee dieren zijn verwant wanneer zij één (of meerdere) voorouder(s) delen. Bijvoorbeeld, koe Bertha is verwant aan haar neef Bertus omdat zij dezelfde grootouders hebben, de grootouders zijn hun gemeenschappelijke voorouders. Omdat zij gemeenschappelijke voorouders hebben, hebben Bertha en Bertus deels hetzelfde DNA afkomstig van dezelfde gemeenschappelijke voorouder(s). Verwantschap (kinship) kan gezien worden als het percentage DNA dat twee individuen beide bezitten en wat afkomstig is van één gemeenschappelijke voorouder. Dit kan uitgedrukt worden in een cijfer, de kinship coëfficiënt. De kinship coëfficiënt geeft de mate van verwantschap tussen twee dieren aan en heeft een waarde tussen 0 (geen verwantschap en dus 0% DNA wat afkomstig is van één gemeenschappelijke voorouder) en 1 (100% van het DNA is afkomstig van één gemeenschappelijke voorouder).

Inteelt

Inteelt is het resultaat van het paren van verwante dieren, zoals Bertha en Bertus. Zij komen genetisch gezien meer overeen dan onverwante dieren omdat ze voor een groter deel hetzelfde DNA hebben. Wanneer dieren meer genetisch overeenkomen, is er minder genetische diversiteit, en zullen dieren vaker homozygoot zijn. Hoe minder variatie er in een populatie aanwezig is, hoe groter de kans op een opeenstapeling van erfelijke gebreken. De kans dat een dier hetzelfde allel van beide ouders ontvangt wordt uitgedrukt in een cijfer, de inteelt coëfficiënt. De inteeltcoëfficiënt heeft een waarde tussen 0 (geen inteelt) en 1 (volledige inteelt) en geeft de mate van inteelt van een individueel dier weer. De inteeltcoëfficiënt zegt iets over een individueel dier, en is gelijk aan de kinship coëfficiënt van de ouders.

Gemiddelde verwantschap (mean kinship)

Mean kinship is de gemiddelde verwantschap van een dier met de hele populatie. We berekenen voor koe Bertha haar verwantschap met haar ouders, eventuele broers en zussen, nichten en neven zoals Bertus, haar zonen en dochters, maar ook met verre achternichten en koeien waar ze geen familieband mee heeft. Alle levende dieren in de populatie worden meegenomen. Al deze verwantschappen worden bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal levende dieren in de populatie, en dit getal geeft de mean kinship oftewel de gemiddelde verwantschap van Bertha weer.

De gemiddelde verwantschap is een maatstaf voor hoeveel van de genetische variatie van een dier al voorkomt in de populatie. Als veel van deze variatie ook voorkomt in andere dieren in de populatie zal het dier kunnen bijdragen aan inteelt in de toekomst van een ras, maar komt de variatie nog weinig voor in de populatie dan is het interessant om deze unieke variatie te bewaren.

Inteelttoename

Vaak wordt er gesproken over inteelt, of het inteeltpercentage bij een individueel dier. Voor een duurzame instandhouding van een ras of fokpopulatie is het echter vooral belangrijk om naar de inteelttoename per generatie op populatieniveau te kijken (Oldenbroek en van der Waaij, 2015).

Om op populatieniveau inteelt te kunnen monitoren en zo iets te zeggen over de risicostatus van een ras wordt gebruik gemaakt van de inteelttoename. Voor de inteelttoename wordt de gemiddelde inteeltcoëfficiënt van alle op dat moment levende dieren uit dat geboortejaar vergeleken met de gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de voorgaande geboortejaren. Deze inteelttoename zegt iets over de trend (stijging of daling) van de gemiddelde inteeltcoëfficiënt in de populatie van het desbetreffende ras.

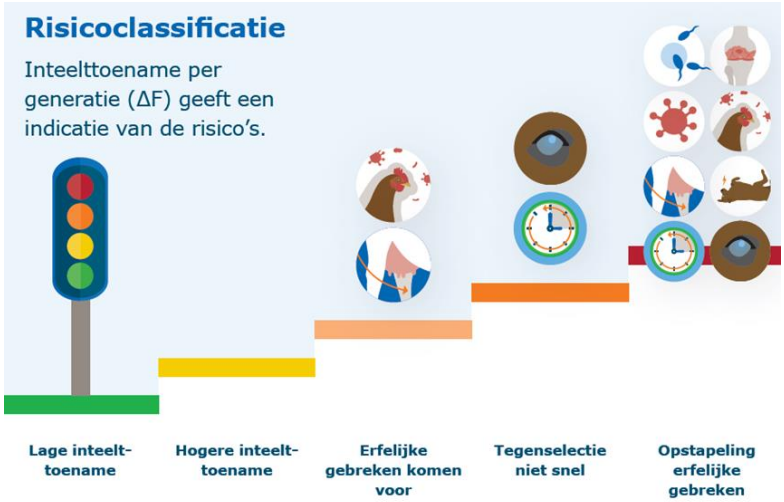
Inteelttoename per generatie

De inteelttoename per generatie maakt het mogelijk om de inteeltrisico's tussen diersoorten te vergelijken. De ene diersoort plant zich veel sneller voort dan andere diersoorten, zo kan een konijn in één jaar al meerdere nieuwe generaties hebben gecreëerd en is het rund net vruchtbaar. Doordat het konijn al

Verwantschap en inteelt

meerdere generaties verder is, is de kans ook groter dat daar de inteelt sneller toeneemt dan bij een dier dat nog geen nieuwe generatie nakomelingen heeft. Een te hoge inteelttoename per generatie heeft een directe relatie met de kans op het optreden van erfelijke aandoeningen. Voor de beoordeling van deze risico's heeft de FAO een referentiekader vastgesteld (FAO, 2013), voor een samenvatting zie figuur 1.1 en 1.2.

Figuur 1.1 *Inteelttoename per generatie in relatie tot de kans op erfelijke gebreken.*
Fokken met verstand. Infographics en lezingen over inteelt, verwantschap, genetische diversiteit en overige informatie gerelateerd aan fokkerij. http://www.fokkenmetverstand.nl



Figuur 1.2 *Risicoclassificatie op basis van de inteelttoename per generatie.*
Fokken met verstand. Infographics en lezingen over inteelt, verwantschap, genetische diversiteit en overige informatie gerelateerd aan fokkerij. http://www.fokkenmetverstand.nl

2 De Huidige Stand van Zaken

Het Mergellandschaap behoort met ongeveer 830 volwassen vrouwelijke dieren ingeschreven in het stamboek tot één van de zeldzame schapenrassen in Europa (EFABIS DAD IS 2024). Voor kleine populaties is het van belang om deze goed te monitoren en periodiek de populatie in het geheel te analyseren en te kijken of er maatregelen nodig zijn om ook in de toekomst gezonde dieren te kunnen blijven fokken. In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van de genetische populatie analyse uitgevoerd over de populatiegegevens tot en met 2024. Na het aanleveren van deze gegevens heeft het ras zwaar te lijden gehad onder blauwtong. Een groot verlies van dieren en mogelijk effect op de vruchtbaarheid van met name de rammen zal veel populatiecijfers beïnvloed hebben. De situatie na herfst 2024 zal waarschijnlijk dus beduidend anders zijn dan wat er uit deze analyse op basis van cijfers uit augustus 2024 is gekomen.

2.1 Onderzoeksvragen

Om de status van de Mergellandschapen populatie goed te kunnen beoordelen is het onderzoek en de hoofdvraag opgesplitst in deelvragen.

Hoofdvraag
Wat is de huidige risicostatus van de Mergellandschapen populatie en zijn maatregelen noodzakelijk voor het behoud van een gezonde populatie in de toekomst?

Doelstellingen

I. Uitvoeren van een genetische populatie analyse voor de Mergellandschapen op basis van afstammingsgegevens; om te onderzoeken hoe de huidige populatie er voor staat (qua aantallen, geboren lammeren, verdeling in mannelijke en vrouwelijke fokdieren, gebruik van populaire rammen en zo mogelijk de (toename in) inteelt en verwantschap tussen schapen);
   a. Schatting van de (genetische) invloed van een aantal fokdieren van andere rassen die ingebracht zijn om de inteeltniveaus te verlagen.
   b. Overzicht van de gemiddelde verwantschap van elk (potentieel) fokdier en alle aanwezige (potentiële) fokdieren (mean kinships); ten behoeve van de selectie van fokdieren voor de volgende generaties.

II. Inzicht in de mogelijke effecten van verschillende potentiële maatregelen voor het verlagen van de inteelttoename (indien nodig); ten behoeve van een advies over het genetisch beheer van de Mergellandschapen populatie.

2.2 Materiaal en methode

2.2.1 Dataset

Voor de analyse zijn alle stamboomgegevens van alle Mergellandschapen uit Falcoo (stamboekregistratiesysteem) aangeleverd door de Vereniging Oos Mergellandsjaop (OMs). In totaal waren er gegevens beschikbaar van 29.161 schapen geboren tussen 1973 en 2024. Hiervan was 59% vrouwelijk en 41% mannelijk.

2.2.2 Analyse

Met behulp van het computerprogramma Retriever (Windig & Hulsegge, 2021) zijn de stambomen van alle ingeschreven Mergellandschapen doorgerekend om inzicht te krijgen in de aantallen, geboren lammeren, verdeling in mannelijke en vrouwelijke fokdieren, inzet en verdeling van het aantal rammen, generatie interval, en de inteelt en verwantschap van de schapen vast te stellen, evenals de trend in deze parameters. Een te snelle stijging van inteelt en verwantschap vergroot de kans op het optreden van erfelijke gebreken,

zoals een verminderde vruchtbaarheid of een verkorte levensduur. De algemeen aanvaarde maximum inteelttoename per generatie ligt op 0,5% per generatie, maar liever nog maximaal 0,25% per generatie (zie Figuur 1.1).

Hierna is gekeken naar de invloed van 25 dieren die van buitenaf zijn aangekocht van verschillende andere rassen om als een outcross te dienen en de inteeltniveaus omlaag te brengen.

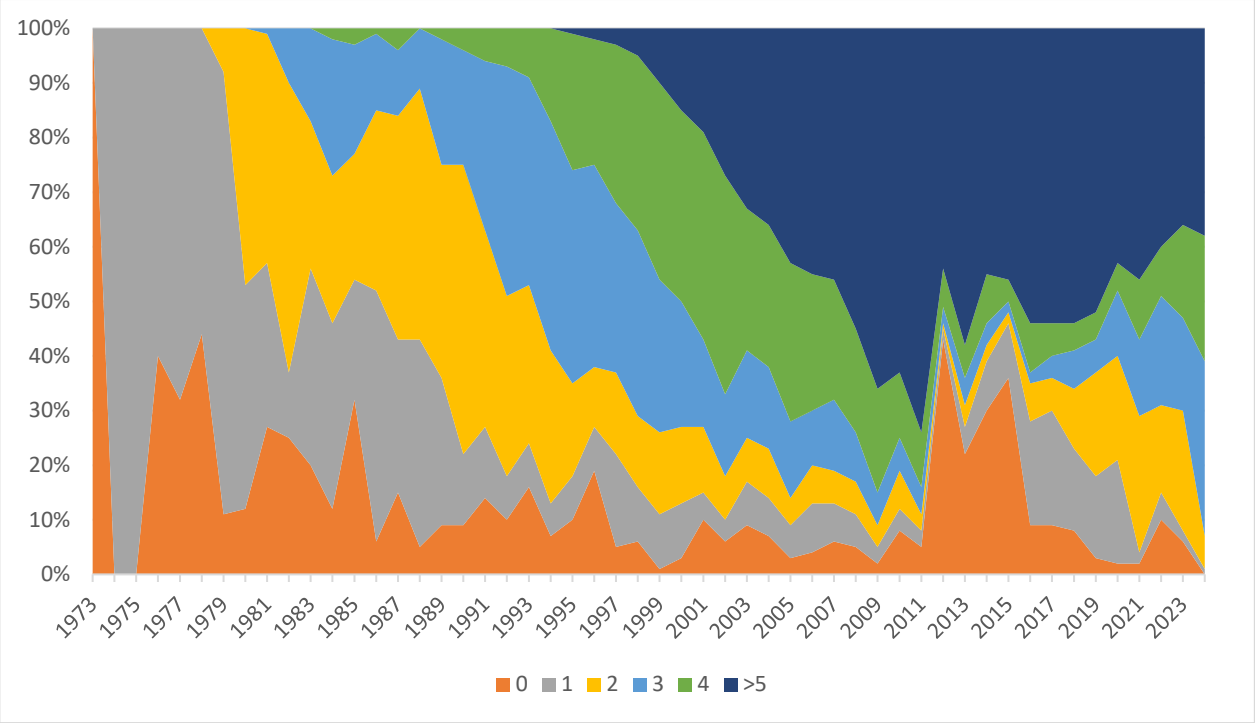
Voor alle dieren die momenteel aanwezig zijn in de populatie en dus als fokdier te selecteren zijn voor de volgende generatie, is de gemiddelde verwantschap met de rest van de populatie berekend (mean kinship). Deze waardes kunnen ondersteunen bij het selecteren uit de mogelijke fokkerij kandidaten die voor de volgende generatie mogen zorgen.

Diverse scenario's voor mogelijk benodigde aanpassingen in het fokprogramma werden gesimuleerd met behulp van het programma Pointer (Windig & Hulsegge, 2021). Met dit programma wordt de populatie in de computer nagebootst voor meerdere generaties en het verloop van de inteelt bepaald, waarbij verschillende vormen van genetisch beheer gesimuleerd en vergeleken kunnen worden.

2.3 Resultaten

2.3.1 Volledigheid van de stambomen

Met de volledigheid van de stambomen worden het aantal generaties en voorouders die in een stamboom bekend zijn bedoeld. Het aantal generaties aan gegevens heeft invloed op het berekende inteeltpercentage, bij beperkte gegevens over de voorouders zullen er minder gemeenschappelijke voorouders gevonden worden en zal het inteeltpercentage eerder worden onderschat. Het is daarom van belang om inzicht te hebben in de volledigheid van de stambomen van de Mergellandschapen. Uit de analyse kwam naar voren dat de volledigheid van de stambomen van de dataset voldoende was om berekeningen op uit te voeren. Voor 92% van de lammeren geboren in 2023 waren twee of meer generaties bekend. Eén generatie terug was dit percentage circa 79% van de geboren lammeren (Figuur 2.1). Wat wel opvallend is, is een stijging van het aantal dieren met 0 bekende generaties in 2012 en 2015. De precieze oorzaak hiervan is niet zeker, maar dit is mogelijk gebeurd bij de conversie van dierdata naar andere database software. De inteelttoenames tussen 2011 en 2015 zullen daarom niet betrouwbaar zijn, omdat de verwantschap van deze dieren met onbekende ouders niet kan worden bepaald.

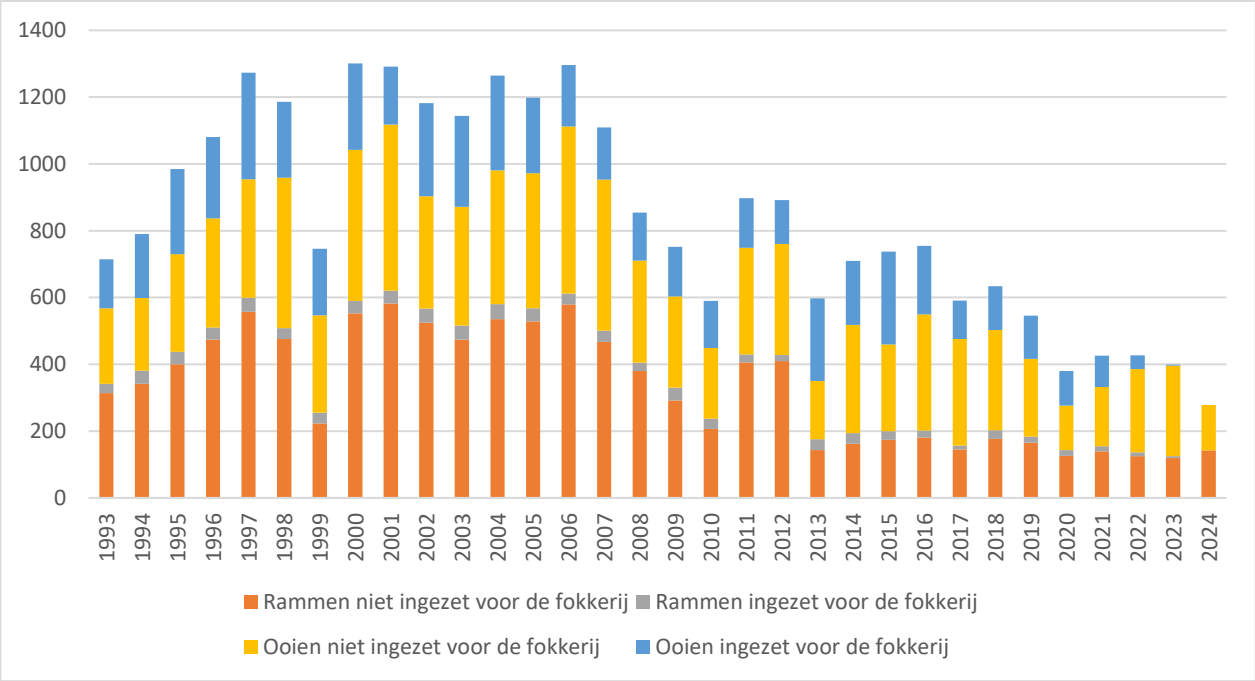


Figuur 2.1 *Volledigheid van stambomen. Het aantal generaties waarvan voorouders in de stambomen bekend zijn, per geboortejaar.*

2.3.2 Aantal geboren lammeren per jaar en inzet als fokdier

Het geboortejaar van de geregistreerde Mergellandschapen varieerde van 1973 tot 2024 (Figuur 2.2). Tot 1993 werd waarschijnlijk niet de gehele populatie geregistreerd, deze jaren zijn daarom weg gelaten uit de grafiek. Tussen 1997 en 2006 werden de meeste lammeren per jaar geregistreerd, circa 1.200 per jaar, met uitzondering van 1999 wanneer maar 746 lammeren werden geregistreerd. Vanaf 2007 is er een daling te zien van het aantal geregistreerde lammeren per jaar. In 2015 werden 737 lammeren geregistreerd, in 2023 waren dat er 399. De algehele trend geeft duidelijk een sterke daling van het aantal geboren lammeren per jaar.

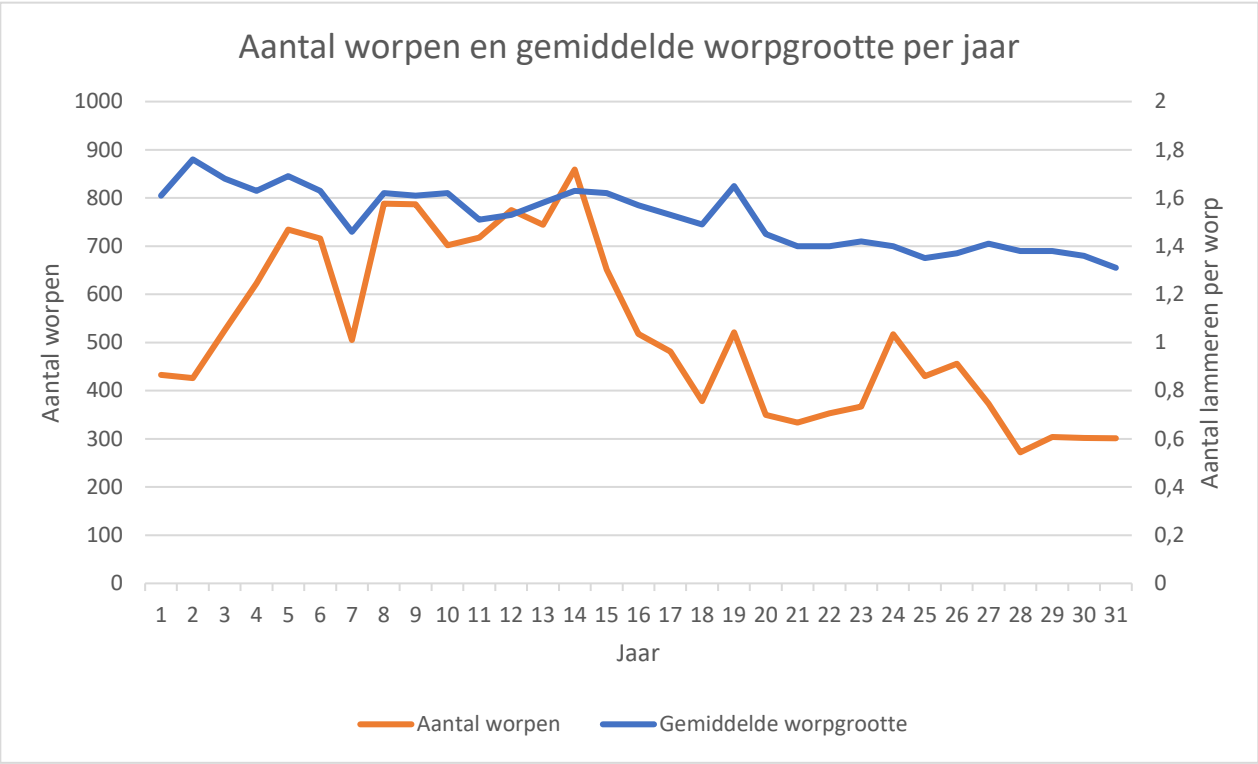
Over de meest recente periode werden gemiddeld 17 van de ramlammeren per geboortejaar ingezet in de fokkerij. Dit aantal lag eerder dichterbij de 40, dus er worden zowel minder lammeren geboren, en het aantal dat daaruit geselecteerd wordt voor de fokkerij is ook minder. Gemiddeld wordt 10% van de geboren ramlammeren ergens in hun leven ingezet voor de fokkerij. Het aantal en het percentage dieren dat wordt ingezet in de fokkerij (en dus nakomelingen voortbrengt) lag, zoals verwacht, een stuk lager bij de rammen dan bij de ooien. Het percentage ooien dat werd ingezet in de fokkerij (en dus nakomelingen voortbrengt) is vrij stabiel gebleven rond de 35% (zie Figuur 2.2). Dit is een vrij laag percentage vergeleken met andere schapenrassen.



Figuur 2.2 *Het aantal lammeren (uitgesplitst naar geslacht) per geboortejaar dat op latere leeftijd wel of geen nakomelingen heeft voortgebracht.*

Het aantal worpen per jaar en het aantal lammeren per worp geeft meer inzicht in de reden van de dalende trend in het aantal lammeren. Dit toont een afname in de gemiddelde worpgrootte van 1,6 rond 2000 naar 1,3 in 2023. Dit kan wijzen op een verminderde vruchtbaarheid. Daarnaast is er een afname van het aantal worpen en daarmee dus ook van het aantal ooien per jaar dat lammeren heeft gekregen. Wanneer de populatie kleiner wordt en er minder ooien worden ingezet voor de fokkerij, dan worden er ook minder lammeren per jaar geboren.

Er zijn hieruit dus twee redenen aan te wijzen voor het lagere aantal lammeren per jaar; een lager aantal worpen per jaar en een lager aantal lammeren per worp. Beide waardes kunnen beïnvloed worden door het aantal dieren waarvan de afstamming geregistreerd wordt. Als er ooien geboren in voorgaande jaren wel ingezet worden voor de fokkerij, maar hun lammeren niet worden geregistreerd dan lijkt er op papier een veel kleiner aantal jonge ooien geselecteerd te worden voor de fokkerij dan daadwerkelijk het geval is. Als de schapenhouder wel blijft registreren, maar alleen de lammeren registreert die op de keuring aangeboden zullen worden, dan is er kans dat er meerlingen op papier opeens maar eenlingen lijken te zijn. Het is belangrijk om na te gaan hoeveel van de dalende trend het gevolg is van teruglopende vruchtbaarheid en hoeveel aan de registratie te wijten is.

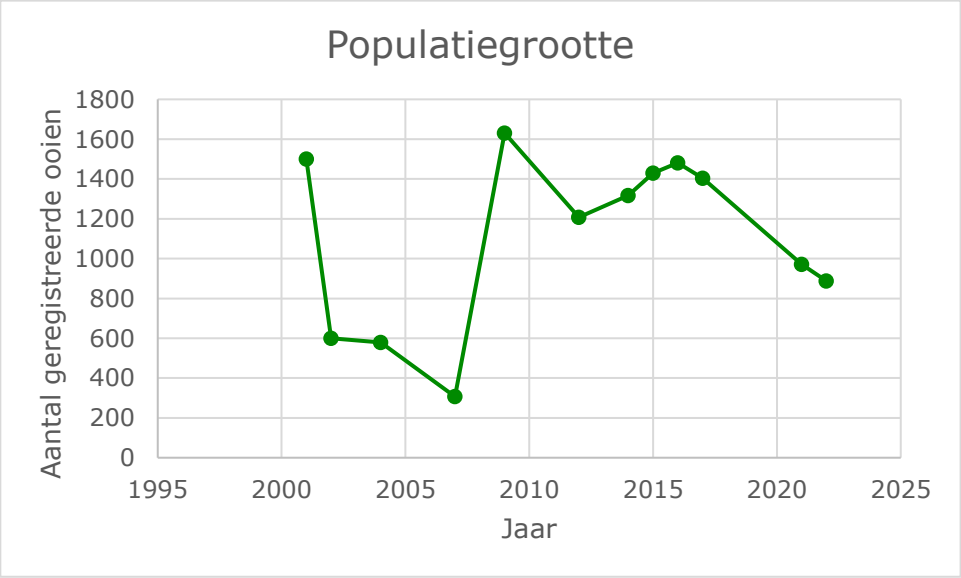


Figuur 2.3 *Het aantal worpen per jaar en de gemiddelde worpgrootte per jaar.*

2.3.3 Populatiegrootte

In tegenstelling tot de andere gegevens in dit rapport komen onderstaande cijfers niet uit het aangeleverde afstammingenbestand. De populatiegrootte zoals doorgegeven aan Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) voor de periodieke monitoring van Nederlandse landbouwhuisdierrassen en zoals geregistreerd staat in EFABIS DAD-IS wordt weergegeven in figuur 2.4.

De aantallen wijken hier af van de gegevens uit het afstammingenbestand. Mogelijk omdat er alleen raszuivere dieren uit de hoofdsectie worden doorgegeven voor de periodieke monitoring.

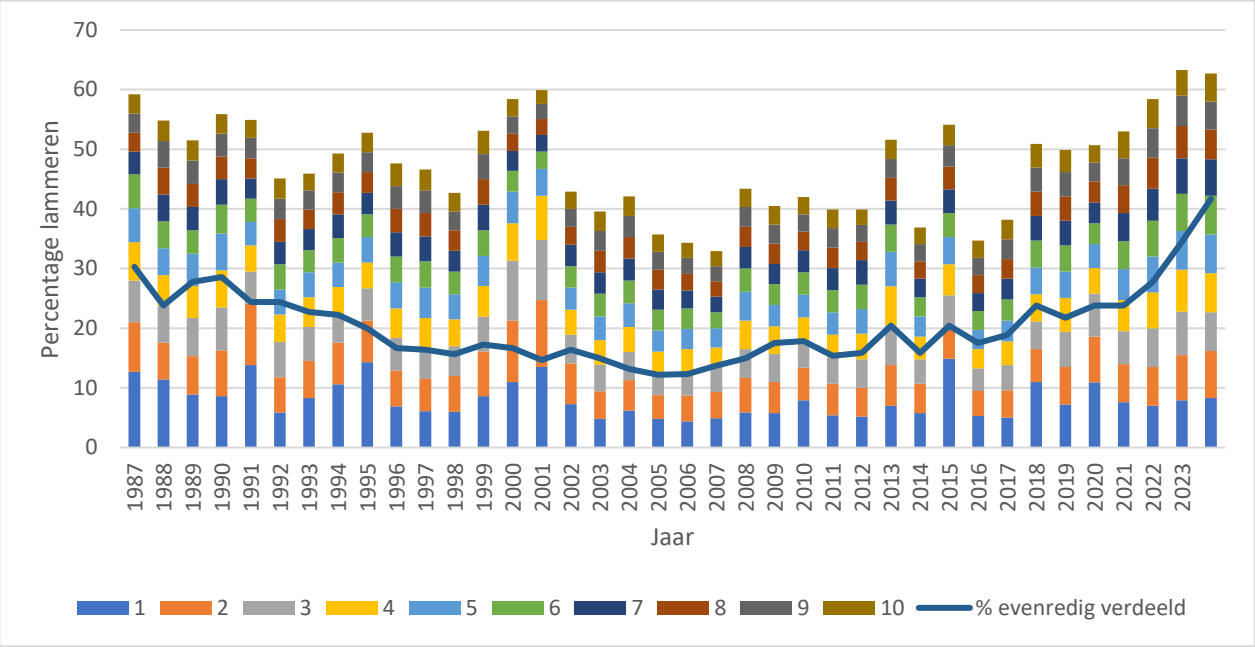


Figuur 2.4 *De populatiegrootte gebaseerd op de data van EFABIS DAD IS.*

2.3.4 Bijdrage rammen

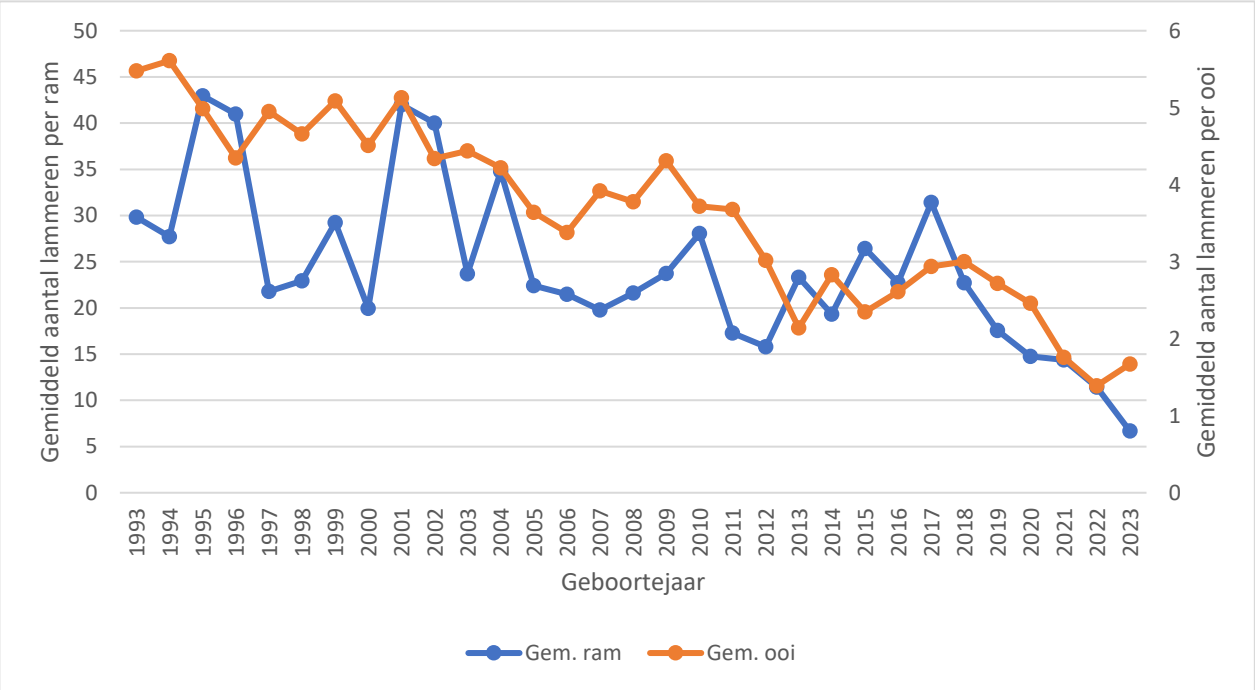
Het totale aandeel van de top tien rammen met de grootste bijdrages per jaar bleef over de langere tijd vrij stabiel. De afgelopen jaren stijgt het echter (zie Figuur 2.5). De bijdrages als deze evenredig verdeeld waren stijgt ook, omdat het totale aantal rammen wat wordt ingezet gedaald is. Met een kleiner aantal ingezette rammen, is het aandeel van de top 10 uiteraard een hoger percentage. De tien toprammen met de grootste bijdrages hadden gedurende de afgelopen twee generaties een totaal aandeel van ruim 50%. De overig 50% van de geboren lammeren per jaar stamden af van andere fokrammen, met elk een beperkte bijdrage. De bijdrage van de toprammen met de grootste bijdrage per jaar, lag gedurende de afgelopen twee generaties op circa 8,5% per ram, wat als aanzienlijk kan worden geclassificeerd.

Als alle beschikbare dekrammen een evenredige bijdrage zouden hebben, dan zouden de top 10 rammen tussen de 15% en 25% bijdragen, dus minder dan de helft van wat het daadwerkelijk nu is. Een aantal van de toprammen stonden meerdere jaren achter elkaar in de top tien. De totale bijdrage van deze rammen werd elk jaar dan ook met 8,5% vergroot. Een ram met een grote bijdrage zorgt voor vele nakomelingen. Aangezien al deze nakomelingen aan elkaar verwant zijn, is de kans aanzienlijk dat het steeds moeilijker wordt om minimaal verwante dieren voor de fokkerij te vinden en daarmee de toekomstige inteelt zal toenemen.



Figuur 2.5 *Het totale aandeel (in percentages) van de tien toprammen die de meeste lammeren per jaar voortbrachten. De donkere lijn geeft de bijdrage van de tien toprammen weer als alle beschikbare dekrammen een evenredige bijdrage zouden hebben.*

Het totaal aantal lammeren over het hele leven van een ouderdier toont vrij veel fluctuaties, met name voor de vaders (zie figuur 2.6). Er is een afnemende trend te zien voor beide geslachten. Al vanaf 1993 loopt het gemiddeld aantal lammeren per ooi terug, en hoewel het bij de rammen minder duidelijk is door de grotere fluctuaties is daar ook een afnemende trend te zien. De afnames in de laatste 15 jaar zijn te verklaren doordat nog levende dieren nog niet hun volle potentieel hebben bereikt aan nakomelingen. Hoe jonger de dieren zijn, hoe lager hun totale aantal nakomelingen in hun leven nu zal zijn. Dit verklaart echter niet de afnames in eerdere jaren. Het aantal lammeren over het hele leven van een ooi wordt met name bepaald door twee factoren; de levensduur van het dier en het aantal lammeren per worp. De levensduur van de Mergelland ooien is niet noemenswaardig veranderd over de jaren. De gemiddelde leeftijd van de moeders is in 2024 even hoog als in 2002. Het aantal lammeren per worp is wel terug gelopen zoals in figuur 2.3 te zien is. Dit kan een indicatie zijn van teruglopende vruchtbaarheid. Het registeren van maar een deel van de geboren lammeren kan hierin een vertekend beeld geven.



Figuur 2.6 *Het totale aantal lammeren over het hele leven van de vaders of moeders geboren in een bepaald jaar.*

2.3.5 Generatie interval

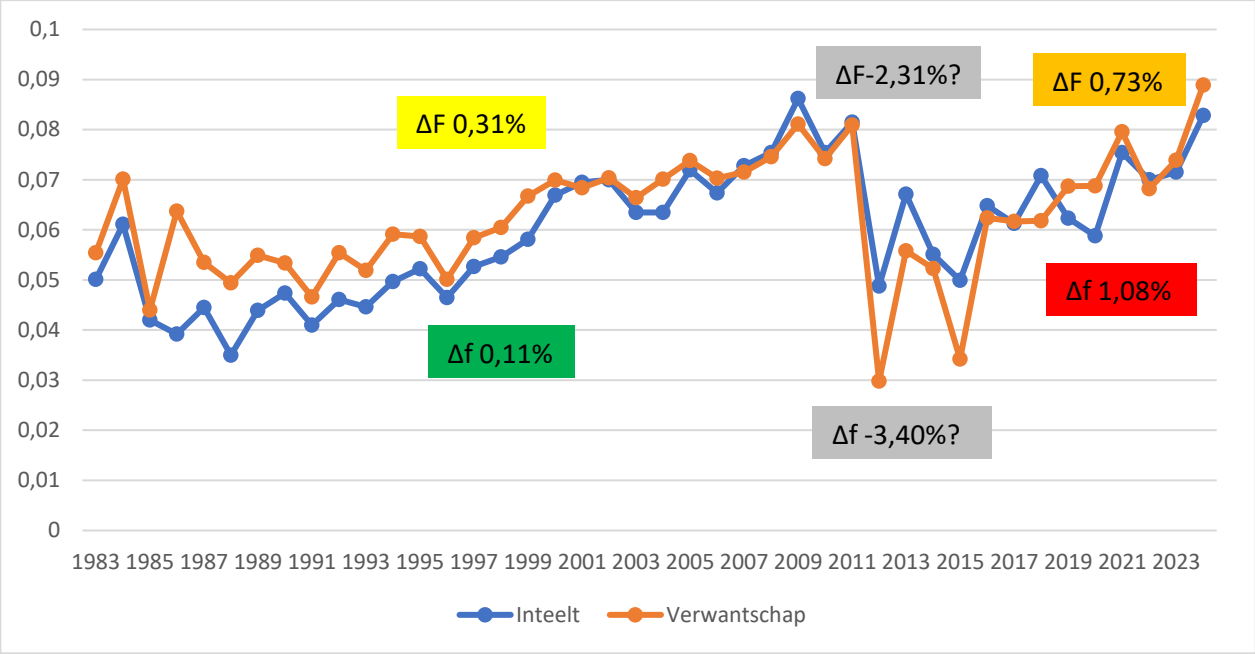
Het generatie interval, de gemiddelde leeftijd waarop ouders hun nakomelingen krijgen, bepaalt de snelheid van genetische vooruitgang door selectie in een populatie. Het berekende generatie interval in de populatie bedroeg 3,11 jaar, waarbij er ruim een jaar verschil was tussen vaders' (2,47 jaar) en moeders' zijde (3,75 jaar). Vergeleken met de gemiddelde leeftijd van twee Nederlandse heideschapen, Drents Heideschaap en Schoonebeeker, komt die van de Mergelland ooien vrij goed overeen. De leeftijd van de Mergelland rammen is beduidend lager dan die van beide heideschaaprassen. De situatie van deze rassen is ook anders en dat maakt dit verschil goed verklaarbaar. De Schoonebeeker en Drents heideschaap rammen worden pas op 1,5 jarige leeftijd gekeurd en het meermaals keuren in opeenvolgende jaren en de dekbeperking per jaar, stimuleert om rammen verspreid over meerdere jaren in te zetten. De Mergelland rammen worden vaak uit praktische overwegingen jong ingezet en niet altijd aangehouden om te kunnen dekken in volgende jaren.

2.3.6 Inteelt en verwantschap

De gemiddelde inteelt- en verwantschapsniveaus vertonen eerst een vrij stabiele maar stijgende trend totdat er een daling na 2011 optreedt. Daarna stijgen de niveaus opnieuw, maar nu zelfs nog sneller.
De inteelttoename per generatie (ΔF) is tussen 1980 en 2011 0,31%. In 2012 is er een sterke daling, de inteeltafname is 2,31%. Dit is waarschijnlijk voornamelijk door de toename van het aantal dieren met 0 bekende generaties in het stamboek in 2012 (Figuur 2.1). Dit veroorzaakt weliswaar op papier een inteeltafname, maar dat zal in werkelijkheid dan niet zo zijn. Er zijn daarna nog wat schommelingen, dit zou mogelijk kunnen samenhangen met de inzet van externe dieren, zie hoofdstuk 2.3.7. Van 2012 tot 2024 stijgt de inteelt weer vlot met gemiddeld 0,73% per generatie. In deze periode ligt het daarmee boven de door de FAO gestelde minimale veilige grens van maximaal 0,50% per generatie (FAO, 2013).

De verwantschap tussen ouders ingezet in de fokkerij is een voorspelling van de inteelt in de volgende generatie. De verwantschap bij het Mergellandschaap lag de grootste tijd boven de inteelt, maar na 2007 was dit omgedraaid. Dit duidt er op dat fokkers in die periode de meer verwante rammen meer dan gemiddeld hebben ingezet om hun ooien mee te dekken. Ook het effect van scrapie selectie zou daar meegespeeld kunnen hebben. In de loop van de tijd is het verschil tussen inteelt en verwantschap

afgenomen en is verwantschap weer boven de inteelt uitgekomen. Dit duidt op meer uitwisseling binnen de populatie.



Figuur 2.7 *De inteelt (ΔF) en verwantschapsniveaus (Δf) over de jaren heen. De percentages in de vierkantjes geven de inteelt- en verwantschapstoenames per generatie weer. Inteelttoename (ΔF) boven de curve en verwantschapstoename (Δf) eronder. De kleuren zijn volgens het "stoplichtsysteem" zoals vastgelegd in het referentiekader van de FAO, zie de infobox in hoofdstuk 1.*

2.3.7 Externe dieren

Over de jaren heen zijn er 25 dieren van buitenaf aangekocht van verschillende andere rassen om als een soort outcross te dienen en de inteeltniveaus omlaag te brengen. Dit zijn voornamelijk Kempisch Heideschapen of kruisingen daarvan geweest, maar ook een aantal Manech tête rousse dieren, een Schoonebeeker, Cambridge kruisingen en een Swifter kruising.

Het stamboek is geïnteresseerd in het effect wat deze schapen hebben gehad op de populatie van het Mergellandschaap. Daarvoor hebben we allereerst gekeken naar het aantal nakomelingen wat elk van deze dieren heeft voortgebracht, zie de kolommen met F1 (aantal directe zonen en dochters) en F2 (aantal kleinzonen en -dochters) in tabel 2.1. Hierin is te zien dat de inzet van de externe dieren heel wisselend is geweest, waarbij sommige dieren niet of nauwelijks zijn ingezet voor de fokkerij en anderen meer. Vier dieren zijn helemaal niet ingezet en bij 10 dieren zien we dat het aantal F2 nakomelingen kleiner is dan in de F1. Het totale effect op de fok populatie neemt af. Twee Manech tête rousse rammen zijn het meest ingezet.

Vervolgens hebben we de gemiddelde verwantschap van elk van deze dieren met de rest van de aanwezige fokpopulatie berekend (mean kinship), zie de laatste kolom van tabel 2.1. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat deze gemiddelde verwantschappen bijna alleen berekend zijn op basis van nakomelingen die nog in de populatie aanwezig zijn doordat de afstamming van de externe dieren niet of heel beperkt bekend is. Ze zullen onverwant zijn aan de raszuivere Mergellandschapen, dus de lagere verwantschap is correct ten opzichte van de raszuivere dieren. Zijn er dichte familieleden binnen de groepen externe dieren, zoals volle broers of halfbroers, dan wordt dit niet meegenomen als er geen afstamming beschikbaar is en kan er dus sprake zijn van een kleine onderschatting van de verwantschappen. Bij de meeste recente outcross dieren is de afstamming wel bekend en is er wel een hogere gemiddelde verwantschap te zien die nagenoeg gelijk is aan het ras gemiddelde (0,06). Ze hebben weinig F1 en F2 nakomelingen, dus op basis daarvan zouden we deze hogere gemiddelde verwantschap niet verwachten. Deze dieren zijn 25% Kempisch heideschaap, maar de overige 75% zijn waarschijnlijk voorouders met hoge verwantschap binnen het Mergellandschaap.

Ook voor de Cambridge kruisingen uit 1999, Swifter kruising uit 2007 en een 50% Kempisch heideschaap kruising uit 2015 zijn er iets hogere gemiddelde verwantschappen tot ca. de helft van het ras gemiddelde. Hun aantallen nakomelingen zijn beperkt, dus ook hier worden de verwantschappen voornamelijk bepaald door hun Mergelland voorouders.

Voor alle andere externe dieren zijn er geen afstammingsgegevens bekend en zijn de gemiddelde verwantschappen erg laag; tussen de 0 en 0,007. De Manech tête rousse rammen die het meest zijn ingezet hebben gemiddelde verwantschappen van 0,006 en 0,007.

Een andere mogelijkheid om het effect te bekijken wat de externe dieren hebben gehad op de Mergelland populatie is het bestuderen van de inteelt- en verwantschapsniveau's . Deze tonen over de jaren heen (figuur 2.7) een paar schommelingen in periodes vlak nadat er externe dieren zijn binnen gebracht. In 2015 is er een daling te zien die zou kunnen samenhangen met de inzet van de Kempische schapen geboren in 2013 en 2014. Later zijn er in 2020 en in 2022 kleine dalingen van de inteelt te zien, die volgen op de inzet van Manech tête rousse dieren uit 2018 en Kempisch heideschaap kruisingen uit 2019 en 2021. Hoewel de inbreng van externe dieren tot inteeltverlaging kan leiden, is het effect maar van korte duur. De inteelt in de periode waarin nieuwe dieren zijn ingezet is toch vrij sterk gestegen met 0,73% per generatie. Een outcross programma zal daarom met gedegen planning moeten worden opgezet en altijd gepaard gaan met andere maatregelen voor genetisch beheer.

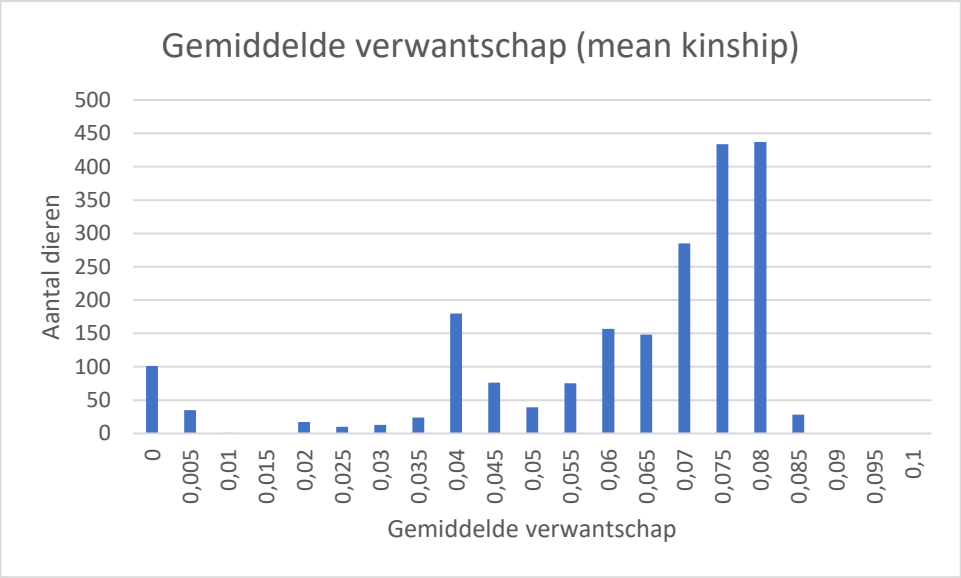
Tabel 2.1 *Nakomelingen en de gemiddelde verwantschappen van de externe dieren gebruikt in de Mergellandschaap fokkerij. F1 staat voor het aantal directe lammeren van het dier en F2 voor het aantal kleinkinderen.*

ID	Ras	Geb.jaar	M/V	Vader	Moeder	F1	F2	Gem. verw.
990016	Kemp	1987	M	-	-	4	13	0.001
354	50% Cambridge	1999	V	-	4120	14	3	0.033
355	50% Cambridge	1999	V	-	4802	8	3	0.034
1216072800039	50% Swifter	2007	V	?	?	0	0	0.040
99-01	Kemp	2013	M	-	-	11	3	0.000
99-02	Kemp	2013	M	-	-	5	14	0.002
99-03	Kemp	2013	M	-	-	17	32	0.003
99-04	Kemp	2013	M	-	-	10	9	0.000
99-101	Schoonebeeker	2014	M	-	-	10	22	0.001
99-05	Kemp	2014	M	-	-	4	0	0.000
99-06	Kemp	2014	M	-	-	1	0	0.000
99-07	Kemp	2014	M	-	-	12	36	0.002
105-36224	Halve Kemp	2015	M	99-07	1100054541896	14	19	0.037
99-205	Manech tête rousse	2016	V	-	-	1	3	0.000
99-08	Kemp	2016	M	-	-	23	8	0.000
99-09	Kemp	2016	M	-	-	2	14	0.001
99-203	Manech tête rousse	2018	M	-	-	6	23	0.001
99-204	Manech tête rousse	2018	M	-	-	0	0	0.000
99-201	Manech tête rousse	2018	M	-	-	69	40	0.006
99-202	Manech tête rousse	2018	M	-	-	16	97	0.007
250-34336	25% Kemp	2019	V	84-05124	250-10394	3	0	0.057
310-26015	25% Kemp	2019	M	105-37074	310-63268	11	10	0.059
105-21949	25% Kemp	2021	M	105-39270	105-36177	0	0	0.057
250-85806	25% Kemp	2021	M	52-79601	250-10394	0	0	0.059
250-85808	25% Kemp	2021	V	52-79601	250-10394	2	0	0.059

2.3.8 Gemiddelde verwantschappen

Voor 2060 dieren is er in het stamboek aangegeven dat deze nog aanwezig zijn in de populatie. Daarmee zijn dit ook grotendeels de (selectie) kandidaten voor de fokkerij in de komende jaren. Voor deze dieren is de gemiddelde verwantschap met alle andere aanwezige schapen in de populatie berekend (mean kinship).
De gemiddelde mean kinship in de aanwezige fok populatie is 0,06. De range van mean kinships in de huidig aanwezige populatie is weergegeven in figuur 2.8.

De gemiddelde verwantschappen per (potentieel) fokdier waren uiteraard ook berekend, maar omdat blauwtong de dekperiode in 2024 sterk verstoord heeft en de situatie daardoor dusdanig is veranderd, is er met de stamboekvereniging afgesproken om de gemiddelde verwantschappen opnieuw te berekenen in 2025.



Figuur 2.8 *De range van mean kinships in de huidig aanwezige populatie van het Mergellandschaap.*

3 Advies genetisch beheer

Naar aanleiding van het genetische populatie onderzoek (hoofdstuk 2) en de noodzaak om de inteelttoename in de nabije toekomst te verlagen zijn in een vervolgonderzoek verschillende maatregelen vergeleken met behulp van computersimulaties. De Mergellandschaap populatie is zo nauwkeurig mogelijk nagebootst op grond van de verzamelde gegevens uit hoofdstuk 2. Het mogelijke effect van de verschillende maatregelen op het verlagen van de inteelttoename wordt in dit hoofdstuk beschreven.

3.1 Simulaties

Alle simulaties zijn uitgevoerd voor de komende 50 jaar en op basis van 50 herhalingen. Als eerste de 'standaard' simulatie op basis van de gegevens uit de genetische populatie analyse (hoofdstuk 2) zonder verdere maatregelen. Deze simulatie geeft de verwachte inteelttoename weer wanneer er geen beleid word gevolgd om inteelt te beperken. Resultaten van deze simulatie zullen worden vergeleken met een simulatie waarin het huidige beleid wordt gehanteerd, en met het effect van de inzet van verschillende methodes om de inteelttoename te beperken, zoals het gebruik van een strengere dekbeperking of het gebruik van verwantschapsberekeningen.

3.1.1 Biologische gegevens en populatie structuur

Uit de genetische populatie analyse kwam de gemiddelde leeftijd van ouderdieren uit op 2,44 jaar voor de rammen en 3,72 voor de ooien. De exacte verhouding tussen het aantal ouderdieren per leeftijdscategorie is weergegeven in tabel 3.1. De leeftijd van een ooi bij eerste keer aflammeren is gezet op 12 maanden. Bij de Mergellandschapen waren 55 procent van de geboortes éénlingen, 42 procent van de geboortes gaf een tweeling en in 3 procent was er een drieling. Dit is mogelijk een onderschatting van het aantal meerlingen, als niet alle geboren lammeren geregistreerd worden in het stamboek.

Uit het onderzoek van de stamboomgegevens bleek dat de laatste jaren de vier toprammen (meest gebruikte rammen) verantwoordelijk waren voor 27% van de lammeren.

Tabel 3.1 *Populatiegegevens gebruikt voor de simulatie van de Mergelland populatie.*

Populatiegegevens								
Aantal dekrammen	**45**							
Aantal fokooien	**325**							
Aantal "worpen"/jaar	**300**							
Aandeel van de 4 toprammen	**27%**							
Minimum leeftijd fokooi	**1 jaar**							
Leeftijdsverdeling, jaar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Dekrammen	**28%**	**23%**	**24%**	**11%**	**8%**	**5%**	**1%**	
Fokooien	**15%**	**23%**	**23%**	**16%**	**11%**	**6%**	**4%**	**1%**

3.1.2 Fokbeleid en simulatie scenario's

Voor de simulaties zijn verschillende scenario's met elkaar vergeleken (Tabel 3.2). Deze simulaties zijn allemaal gebaseerd op de biologische gegevens en populatie opbouw zoals deze uit de voorgaande analyse is gekomen. Hierbij wordt geen rekening gehouden met selectie, logistieke voorkeuren of andere factoren die invloed hebben op keuzes in de fokkerij. Hoewel deze factoren natuurlijk altijd aanwezig zullen zijn in de praktijk, zijn ze hier niet gesimuleerd. Dit leidt hoogstwaarschijnlijk tot een onderschatting van het inteeltniveau en de inteelttoename, maar de verschillen tussen de verschillende vormen van genetisch beleid zullen nog steeds naar voren komen alsook het effect over langere tijd in de toekomst.

Tabel 3.2 *Simulaties op verschillend genetisch beleid.*

Beleid	
Geen beperkingen	
Beperking van het aantal zonen	
Huidige dekbeperking	Per jaar max. 2 zonen per ram (geen volle broers) en over het leven max. 6 zonen per ram
Voorgestelde dekbeperking	Per jaar max. 2 zonen per ram (geen volle broers) en over het leven max. 4 zonen per ram
Strengere dekbeperking	Per jaar max. 2 zonen per ram (geen volle broers) en over het leven max. 2 zonen per ram
Dekbeperking voor de levensduur van de ram	
Dekbeperking 50	50 dekkingen per ram over zijn gehele levensduur
Dekbeperking 10	10 dekkingen per ram over zijn gehele levensduur
Verwantschappen ouders	Er wordt gekozen voor de laagste verwantschap van de ouders
Gemiddelde verwantschappen (mean kinship)	De dieren met de laagste gemiddelde verwantschappen worden ingezet

Het eerste scenario gaat uit van deze populatie opbouw en bekijkt wat er dan in 50 jaar zal gebeuren als er geen vorm van genetisch beleid of inteeltbeperking wordt gehanteerd. Het tweede scenario volgt het huidige beleid waarbij er per jaar max. 2 zonen per ram (geen volle broers) ingezet mogen worden en er over het leven van een ram max. 6 goedgekeurde zonen in de fokkerij ingezet mogen worden. Een derde en vierde scenario bekijkt verscherpingen van dit beleid naar max. 4 of zelfs maar 2 goedgekeurde zonen per ram. Als alternatief is er ook gekeken naar een dekbeperking voor de ram zelf, hierbij zijn 2 mogelijkheden gesimuleerd; elke ram mag maximaal 50 ooien dekken gedurende zijn hele leven of maximaal 10 ooien gedurende zijn hele leven.

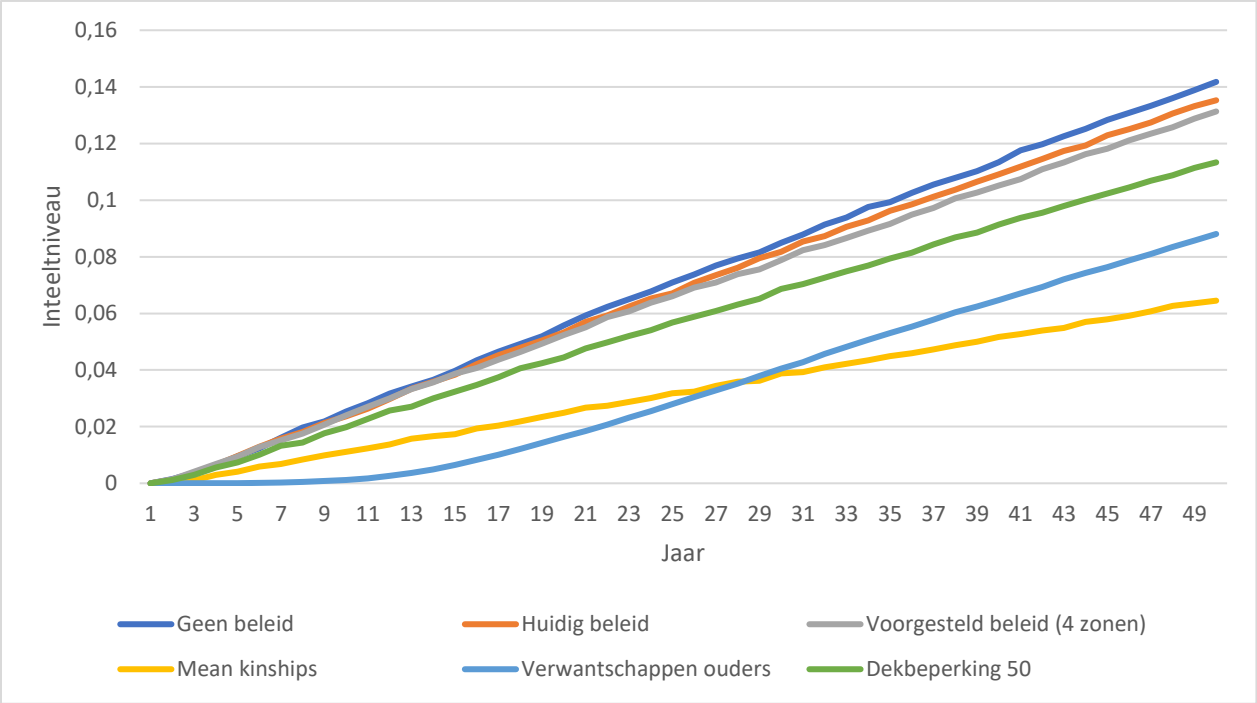
Vervolgens zijn er nog twee manieren van genetisch beleid gesimuleerd. Bij de eerste methode wordt voor elke paring de verwantschap van de ouders (en dus de verwachte inteelt in de lammeren) berekend en structureel voor elke paring gekozen voor de laagste verwantschap. Deze inteeltberekening wordt al door het stamboek aangeboden aan de leden en dus geregeld gebruikt. Als tweede methode wordt voor elk dier de gemiddelde verwantschap met de rest van het ras berekend en de dieren met de laagste gemiddelde verwantschappen (mean kinship) worden ingezet voor de fokkerij. Deze methode kijkt breder over de hele populatie op dat moment en niet alleen naar de ouderdieren zelf. Zie ook Hoofdstuk 1 voor meer informatie over verwantschappen en inteelt.

Een aantal combinaties van deze vormen van beleid zijn ook gesimuleerd om een zo goed mogelijk idee te krijgen van welke vorm de inteelttoename het meest zal beperken.

3.2 Resultaten

3.2.1 Inteelttoename bij verschillend beleid

Het eerste deel van de simulaties bestond uit het simuleren van de verwachte inteelttoename op basis van de basispopulatiegegevens en de verschillende mogelijkheden voor genetisch beleid. De stijging van inteelt per simulatie is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 *Inteelttoename over 50 jaar in 6 gesimuleerde scenario's aangaande verschillend genetisch beleid voor het Mergellandschaap. In blauw de simulatie waarbij er geen beleid wordt gevolgd om inteelt te beperken, in rood het huidige beleid waarbij er over het leven van een ram max. 6 goedgekeurde zonen in de fokkerij ingezet mogen worden, in grijs het voorgestelde beleid om dit te verscherpen naar 4 goedgekeurde zonen, in groen een dekbeperking waarbij elke ram maximaal 50 ooien mag dekken gedurende zijn hele leven, in lichtblauw het minimaliseren van de verwantschappen door elke paring te kiezen voor 2 ouders met de laagst mogelijke verwantschap, en in geel het inzetten van dieren voor de fokkerij met de laagste mean kinship (gemiddelde verwantschap met de rest van de populatie).*

Dit resulteerde in een inteelttoename (ΔF) wisselend tussen de 0,39 en 0,89% per generatie voor de komende 50 jaar (zie tabel 3.3). Hierbij moet gezegd worden dat dit hoogstwaarschijnlijk een onderschatting is van de daadwerkelijke inteelttoename aangezien er in de simulaties uitgegaan wordt van geen selectie en van een vrije keuze uit de beschikbare rammen en ooien.

De simulatie zonder enige vorm van genetisch beleid toont de hoogste inteelttoename per generatie. Wanneer genetisch beheer wordt uitgevoerd, neemt de inteelttoename af. Hoeveel hangt af van het beleid. De dekbeperkingen voor het aantal zonen per ram hebben wel een verlagend effect, maar niet heel sterk. In de simulatie mogen de vaders wel onbeperkt veel dochters hebben en dit zal in werkelijkheid wel meevallen, daarom zal de lijn in werkelijkheid veel lager uitvallen. Een andere vorm van dekbeperking waarbij een ram maximaal 50 ooien in zijn leven mag dekken heeft al een sterker effect. Het meest effectief op de lange termijn is het gebruik van gemiddelde verwantschappen (mean kinship). Hiermee neemt de inteelttoename af tot 0,39% per generatie. Het minimaliseren van de verwantschap per paring (verwachte inteeltberekeningen voor de lammeren) is op korte termijn wel erg effectief en houdt de inteelt lange tijd laag, maar na zo'n 15 jaar begint het te stijgen en deze stijging is dan zelfs sterker dan wat er bij sommige dekbeperkingen verwacht wordt. In totaal over de 50 jaar komt het dan op een inteelttoename per generatie uit van 0,60%.

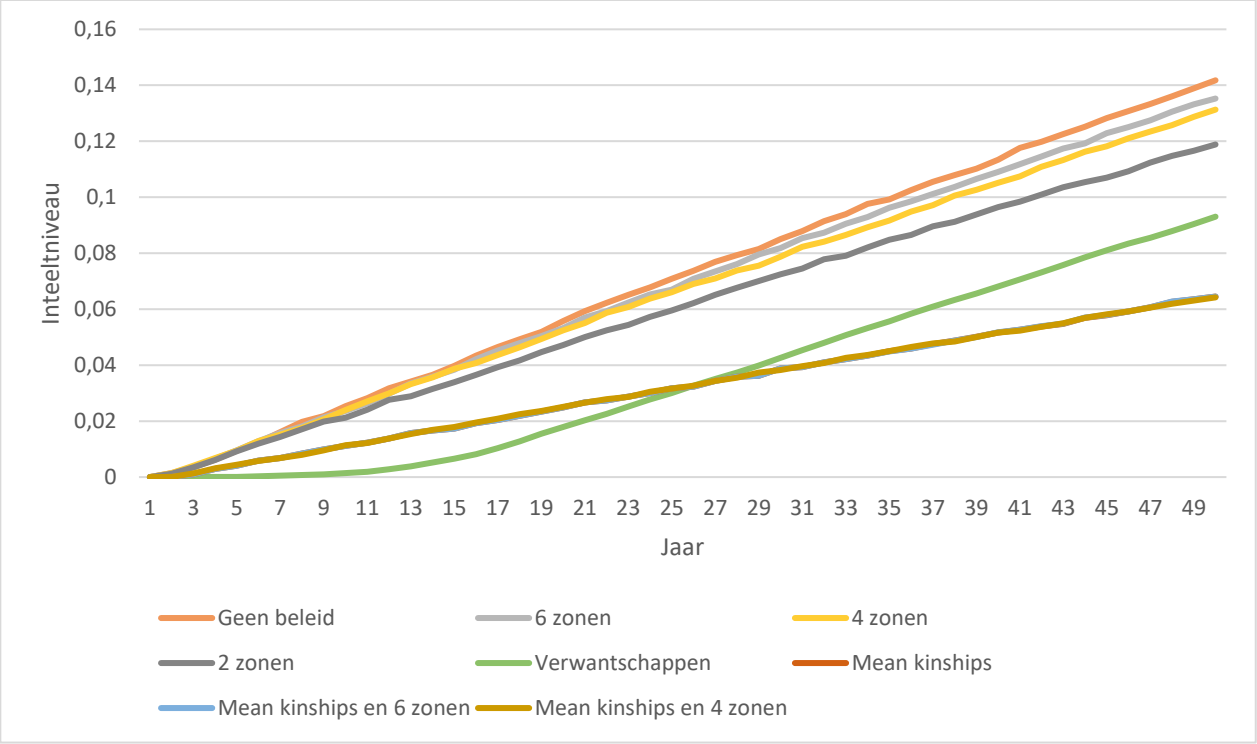
Tabel 3.3 *Inteelttoename per generatie bij verschillend genetisch beleid.*

Beleid	**Inteelttoename per generatie**
Geen beperkingen	0,89%
Beperking van het aantal zonen	
Huidige dekbeperking: 6 zonen per ram	0,85%
Voorgestelde dekbeperking: 4 zonen per ram	0,82%
Strengere dekbeperking: 2 zonen per ram	0,74%
Dekbeperking voor de levensduur van de ram	
Dekbeperking: 50 dekkingen per ram	0,66%
Dekbeperking: 10 dekkingen per ram	0,45%
Verwantschappen minimaliseren per paring	0,60%
Gemiddelde verwantschappen (mean kinship)	0,39%

3.2.2 Beperken van het aantal zonen per ram

Het aantal zonen dat toegelaten wordt voor de fokkerij per ingezette dekram is nu één van de belangrijkste vormen van genetisch beleid dat de rasvereniging hanteert. De grens is tot nu toe 6 zonen geweest, er is voorgesteld om dit te verlagen naar 4 zonen en in deze simulatie is ook een verlaging naar 2 zonen meegenomen. In figuur 3.2 is te zien hoe een onbeperkt aantal zonen (geen beleid) leidt tot de hoogste inteelttoename. Een beperking naar 6 zonen geeft over 50 jaar een iets lager verwacht inteeltniveau na 50 jaar, en maximaal 4 zonen nog wat lager. De verscherping naar maximaal 2 zonen heeft een wat grotere impact, maar de verschillen zijn nog altijd niet groot.

Het gebruik van gemiddelde verwantschapsberekeningen geeft zoals eerder al gezien een flink verlaagde inteelttoename, nog niet de helft van de inteelttoename bij geen beleid. Het combineren van deze gemiddelde verwantschapsberekeningen met een beperking op het aantal zonen heeft echter geen additief effect. Het resultaat van combinaties met beperkingen van maximaal 6 of maximaal 4 zonen zijn niet te onderscheiden van het resultaat met gemiddelde verwantschappen alleen.

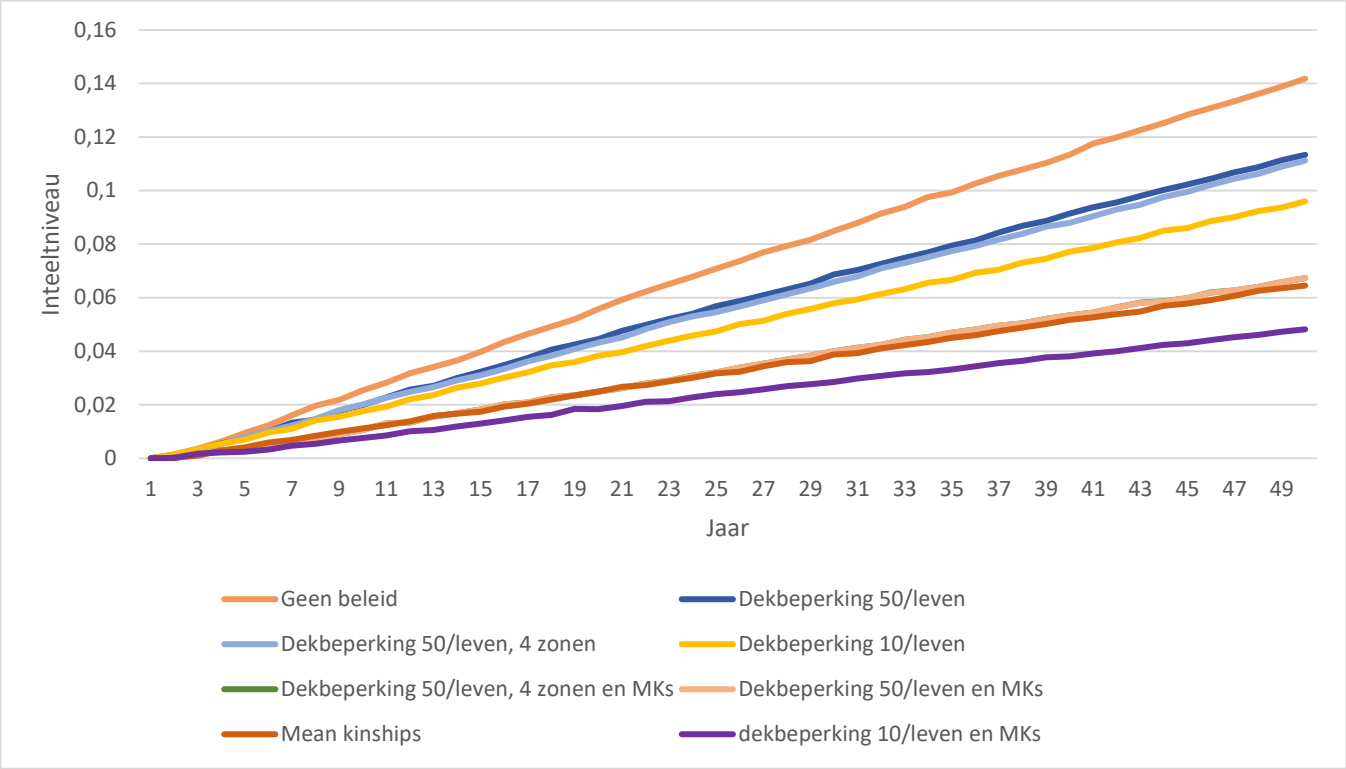


Figuur 3.2 *Inteelttoename over 50 jaar in 8 gesimuleerde scenario's aangaande verschillend genetisch beleid voor het Mergellandschaap. Het aantal zonen wat per dekram toegestaan wordt voor de fokkerij variërend van 2, 4, 6 tot onbeperkt, al dan niet in combinatie met ander beleid zoals het gebruik van gemiddelde verwantschapsberekeningen (mean kinships).*
In oranje de simulatie waarbij er geen beleid wordt gevolgd om inteelt te beperken, in grijs het huidige beleid waarbij er over het leven van een ram max. 6 goedgekeurde zonen in de fokkerij ingezet mogen worden, in geel het voorgestelde beleid om dit te verscherpen naar max. 4 goedgekeurde zonen, in donkergrijs een verdere verscherping naar max. 2 goedgekeurde zonen, in groen het minimaliseren van de verwantschappen door elke paring te kiezen voor 2 ouders met de laagst mogelijke verwantschap, in rood het inzetten van dieren voor de fokkerij met de laagste mean kinship (gemiddelde verwantschap met de rest van de populatie), in lichtblauw een combinatie van de beperking op 6 goedgekeurde zonen en het kiezen van dieren met de laagste mean kinship, en in bruin een combinatie van de beperking op 4 goedgekeurde zonen en het kiezen van dieren met de laagste mean kinship.

3.2.3 Dekbeperking voor de levensduur van elke ram

Een andere mogelijke vorm van genetisch beleid is een dekbeperking voor elke goedgekeurde ram te hanteren over het hele leven van de ram. Er is nu gesimuleerd met maximaal 50 ooien per leven en maximaal 10 ooien per leven. In figuur 3.3 is te zien dat een onbeperkt aantal ooien per ram leidt tot het hoogste inteeltniveau over 50 jaar. Een dekbeperking van 50 ooien per leven verlaagt dit al aanzienlijk. Een combinatie van deze dekbeperking met een beperking op het aantal toegelaten zonen per ram tot de fokkerij maakt weinig verschil. Een dekbeperking van 10 ooien per leven is effectiever.
Het selecteren van de dieren met de laagste gemiddelde verwantschappen heeft meer effect dan de dekbeperkingen. Als deze vormen van beleid gecombineerd worden, dan heeft de dekbeperking van 50 ooien geen meerwaarde. Er wordt zelfs een iets hoger inteeltniveau na 50 jaar verwacht. Ook het combineren van de beperking van max. 50 ooien en max. 4 zonen met de gemiddelde verwantschappen heeft geen additief effect.

Wordt de strengere dekbeperking van max. 10 ooien per leven gecombineerd met de gemiddelde verwantschapsberekeningen, dan is er wel een sterk verlagend effect te zien.



Figuur 3.3 *Inteelttoename over 50 jaar in 8 gesimuleerde scenario's aangaande verschillend genetisch beleid voor het Mergellandschaap. In oranje de simulatie waarbij er geen beleid wordt gevolgd om inteelt te beperken, daarop volgend de dekbeperkingen van resp. 50 of 10 ooien wat een dekram in zijn hele leven mag dekken, al dan niet in combinatie met ander beleid zoals het gebruik van gemiddelde verwantschapsberekeningen (mean kinships) of het beperken van het aantal zonen wat per ram de fokkerij in mag.*

4 Conclusies en aanbevelingen

Er is een afnemende trend te zien in het aantal geboren lammeren per jaar. Het is waarschijnlijk dat niet alle lammeren gemeld worden aan het stamboek en het er in werkelijk meer zijn. Dit zal al langere tijd het geval zijn, maar is mogelijk toegenomen. Om tijdig inzicht te krijgen in nog verdere afname van het aantal Mergellandschapen is het essentieel dat deze gegevens een betrouwbare weergave zijn van daadwerkelijke aantallen. De absolute aantallen liggen misschien iets hoger, maar de dalende trend in het aantal geboren lammeren is waarschijnlijk kloppend. Ook het aantal lammeren dat per worp geboren wordt is één van de meest relevante gegevens, aangezien verminderde vruchtbaarheid een sterke indicator is voor de negatieve gevolgen van inteeltdepressie. Wanneer niet alle lammeren per worp doorgegeven worden aan het stamboek, kan er geen monitoring plaatsvinden op dit kenmerk.

Voor rassen die al zeldzaam zijn is een sterk teruglopende trend in aantal (geboren) dieren extra riskant en verhoogt het de kans op gezondheidsproblemen door te hoge inteelttoenames. Het aandeel van de 10 meest gebruikte rammen draagt hieraan bij. Dit aandeel is ruim het dubbele van het verwachte aandeel als alle rammen evenredig zouden worden ingezet en het aandeel van de 10 meest gebruikte rammen toont ook een stijgende trend. Het totale aantal rammen neemt ook af, en daardoor is de bijdrage van de top 10 dan ook een hoger percentage. Toch is er ook een stijgende inteeltniveau waar te nemen. De inteelttoename in de laatste 4 a 5 generaties is 0,73% per generatie en is daarmee zorgelijk omdat deze ver boven de veilige grens van 0,25% inteelttoename per generatie ligt en ook boven de maximale norm van 0,50%. Eén van de mogelijke effecten van inteeltdepressie is een verminderde vruchtbaarheid. Het aantal lammeren dat een ooi in haar leven produceert is daar een mogelijke maatstaf van. Aangezien de gemiddelde leeftijd van de moeders niet is veranderd, is dit daadwerkelijk een lager aantal lammeren per worp. Dit aantal loopt sinds 1993 al terug. Er zijn meer mogelijke oorzaken van een kleiner aantal lammeren per ooi, maar het is wel een teken dat zorg geboden is.

Het stamboek gebruikt al een vorm van genetisch beleid, waarbij er per jaar maximaal 2 zonen per ram (geen volle broers) ingezet mogen worden en er over het leven van een ram maximaal 6 goedgekeurde zonen in de fokkerij ingezet mogen worden. De simulaties lieten zien dat deze beperking inderdaad een klein gunstig effect heeft op het verlagen van de inteelttoename wanneer deze vergeleken wordt met een zelfde situatie maar dan zonder dekbeperking. Het verscherpen van dit beleid, naar max. 4 of zelfs max. 2 goedgekeurde zonen voor de fokkerij gaf wel een verdere verlaging van de inteelttoename, maar het effect blijft beperkt. De simulaties gaan er hierbij wel vanuit dat er onbeperkt veel dochters mogen worden ingezet, terwijl hier ook een effect op te verwachten is in de werkelijkheid. Is het maximale aantal goedgekeurde zonen bereikt, dan wordt er mogelijk niet meer gedekt met dat vaderdier en zal het aantal dochters ook beperkt worden. Dit zou de verlaging van de inteelttoename versterken.

Een andere mogelijkheid die het stamboek kan overwegen is het gebruik van een directere dekbeperking op de rammen zelf. Een maximum aantal ooien die de ram mag dekken in zijn leven leidde tot een grotere verlaging van de inteelttoename dan het beperken van het aantal zonen dat kan worden goedgekeurd voor de fokkerij.

Twee andere methodes die veel winst opleverden in het verlagen van de verwachte inteelttoename waren de simulaties gericht op het minimaliseren van de verwantschap tussen twee ouderdieren of het selecteren van fokdieren met een zo laag mogelijke gemiddelde verwantschap Het minimaliseren van de verwantschap tussen de ouders geeft de eerste 15 jaar de laagste inteelttoename. Daarna is echter de verwantschap zoveel mogelijk verspreid over de hele populatie. De onverwante dieren zijn op en er moet wel gekozen worden voor meer verwante combinaties, dan stijgt het inteeltniveau alsnog en leidt het tot een zelfs sterkere toename dan de andere vormen van genetisch beleid. Het selecteren van fokdieren met een zo laag mogelijke gemiddelde verwantschap (mean kinship) bleef wel op langere termijn gunstig. Het combineren van verschillende methodes had weinig toegevoegd effect, behalve het combineren van de selectie op gemiddelde verwantschap en een dekbeperking voor de levensduur van elke ram.

De belangrijkste aanbeveling naar aanleiding van het onderzoek naar de Nederlandse populatie Mergellandschapen is om zo goed mogelijk zicht te krijgen op alle geboren lammeren en leden te stimuleren deze allemaal op te geven. Dit zal duidelijk moeten maken of de teruglopende aantallen en worpgemiddeldes met name een probleem op papier zijn of ook in werkelijkheid. Gecombineerd met de stijgende inteelttoename is er sowieso reden tot zorg, dus alle mogelijke opties om het aantal dieren in de populatie te vergroten, moeten worden aangegrepen. Daarnaast het advies om een dekbeperking voor de levensduur van elke ram in combinatie met het selecteren van rammen en ooien met een zo laag mogelijke mean kinship met de fokpopulatie te overwegen, aangezien dit de inteelttoename sterker kan verlagen dan de beperkingen voor het aantal zonen.

Literatuur

Rassenlijst 2024, Centrum voor Genetische bronnen Nederland: https://www.wur.nl/web/show/id=872562/langid=43

FAO. 2013. In vivo conservation of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 14. Rome. http://www.fao.org/3/a-i3327e.pdf

Windig JJ and Hulsegge I 2021. Retriever and Pointer: Software to evaluate inbreeding and genetic management in captive Populations. Animals 2021, 11, 1332

Fokken met verstand. Infographics en lezingen over inteelt, verwantschap, genetische diversiteit en overige informatie gerelateerd aan fokkerij. http://www.fokkenmetverstand.nl

Oldenbroek, K. en L. van der Waaij, 2015. Leerboek Fokkerij en Genetica voor het HBO. Centrum voor Genetische Bronnen Nederland en Animal Breeding and Genomics Center (WUR). Groen Kennisnet: https://wiki.groenkennisnet.nl/display/LFH

CGN
Postbus 16
6700 AA Wageningen
cgn@wur.nl
wur.nl/cgn

Wageningen University & Research
CGN rapport 62

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.