

De toekomstperspectieven van de Nederlandse Lakenvelder populatie

Mira Schoon, Jack Windig & Anouk Schurink

Het monitoren van zeldzame rassen is essentieel voor het behoud van de populatie en gezonde dieren, zo ook voor de Nederlandse Lakenvelders. Centrum voor Genetische bronnen Nederland (CGN) heeft in 2019 de populatie geanalyseerd en hier kwam uit dat de inteelttoename in de laatste decennia boven de veilige grens lag. Een vervolgonderzoek heeft uitgewezen dat de inzet van meer stieren en selectie op basis van de gemiddelde verwantschap positieve resultaten zullen geven.

In dit artikel zijn de belangrijkste resultaten beschreven. Het volledige onderzoeksrapport, inclusief de opzet van het onderzoek en de complete resultaten van de analyses zullen samen met achtergrondinformatie over inteelt en verwantschap binnenkort online gepubliceerd worden op de website van het CGN: www.cgn.wur.nl.

Het onderzoek (deel 1)

Voor een analyse worden alle afstammingsgegevens gebruikt die aanwezig zijn in een stamboek, voor dit onderzoek zijn hiervoor de ZooEasy gegevens gebruikt van 23.640 runderen, geboren tussen 1950 en 2019. Een genetische populatie analyse gaat verder dan het bijhouden van het aantal vrouwelijke dieren ingeschreven in het stamboek. Op basis van alle afstammingsgegevens werd er ook gekeken naar de trend in het aantal kalveren geboren, hoeveel stieren er jaarlijks ingezet werden en of er qua inzet een gelijke verdeling tussen de stieren was. Daarnaast werden de inteelt- en verwantschapstoename van de afgelopen decennia berekend en werd beoordeeld of er maatregelen noodzakelijk zouden zijn voor het behoud van de populatie.

De huidige stand van zaken

Voor een goede analyse is het van belang dat de afstammingsgegevens van de levende dieren zo compleet mogelijk zijn. Wanneer er meerdere voorouders missen is er een grote kans dat twee gemeenschappelijke voorouders niet worden opgemerkt en de inteelt van een dier hoger ligt dan berekend op basis van de beschikbare gegevens. Het aantal generaties waarvan de gegevens van de Lakenvelders compleet waren was echter ruim voldoende voor de analyse. Vergeleken met andere runderrassen was het misschien wel iets minder compleet, waardoor het berekende inteeltniveau van de resultaten van dit onderzoek enigszins onderschat zouden kunnen zijn.

In het aantal geboren kalveren per jaar is een daling te vinden van ongeveer 1.250 kalveren geboren in de periode van 2014 en 2016 naar 1.027 in 2017 en 815 geboren kalveren in 2018. Hier dient echter een voetnoot geplaatst te worden dat misschien nog niet alle dieren geboren in 2018 reeds in het stamboek waren opgenomen. Ook hier komt duidelijk naar voren dat een correcte en tijdige registratie van belang is voor de monitoring van een ras.

Niet alleen het aantal kalveren geboren per jaar lijkt te dalen, ook het percentage kalveren dat op latere leeftijd ingezet wordt in de fokkerij is dalende. Dit geldt voor zowel de koe- als de stierkalveren. Wanneer minder verschillende dieren in de fokkerij ingezet worden, daalt de genetische diversiteit die beschikbaar is in je fokpopulatie. Wanneer er minder diversiteit in je populatie aanwezig is, is er ook 1) minder variatie beschikbaar voor het verbeteren van of aanpassen van het ras aan veranderende omstandigheden en 2) een grotere kans op erfelijke aandoeningen veroorzaakt door verhoogde inteelt.

Er is ook gekeken naar de verdeling van de inzet van de beschikbare stieren. Het totale aandeel van de tien fokstieren met de grootste bijdrages aan paringen lag in de afgelopen generaties rond de 30% per jaar. Dit is misschien per stier wel een beperkte bijdrage per jaar, maar voor een aantal stieren betekent dit toch dat de totale bijdrage snel opgelopen is omdat zij meerdere jaren op rij in de top tien stieren met de grootste bijdrages stonden. Wanneer stieren jaarlijks veel ingezet worden in de fokkerij stijgt ook hun bijdrage aan de totale genetische diversiteit die binnen een populatie aanwezig is en zal de gehele diversiteit verminderen.

De risico's van een hoge inteelttoename zijn weergegeven in tabel 1. De inteelttoename per generatie voor de Lakenvelders over de totale periode waarvoor gegevens beschikbaar waren lag met ongeveer 0,6% boven de veilige grens van 0,25%. In de meest recente periode, van 2010 tot 2019, was de inteelttoename zelfs 0,91% per generatie waarbij erfelijke gebreken vrijwel zeker voor gaan komen. Inteeltproblemen zijn niet altijd extreem en niet altijd dodelijk, maar kunnen zich ook uiten in een verminderde vruchtbaarheid, lagere productie of kortere levensduur. Om deze risico's te verminderen is het van belang om beleid op te stellen voor het verlagen van de inteelttoename.

Tabel 1: De inteelttoename per generatie in relatie tot de kans op erfelijke afwijkingen.

Inteelttoename per generatie	Beoordeling risico's
> 1%	Uitsterven door opeenstapeling erfelijke gebreken
0,5% - 1%	Erfelijke gebreken gaan vrijwel zeker voorkomen
0,25% - 0,5%	Er kunnen erfelijke gebreken optreden
< 0,25%	Kleine kans op erfelijke gebreken

Het onderzoek (deel 2)

Om te onderzoeken welke maatregelen het meeste effect zouden kunnen hebben op het verlagen van de inteelttoename zijn er simulaties in de computer uitgevoerd. In de simulaties wordt er een situatie geschetst voor de komende 50 jaar. Voor de simulaties voer je de gegevens van de huidige populatie in de computer zodat de situatie zo nauwkeurig mogelijk wordt nagebootst. Vervolgens kun je verschillende maatregelen invoeren. Als eerste is er gekeken naar het effect van het inzetten van meer of minder fokstieren en hoeveel de meest populaire stieren in totaal bijdragen aan de nieuwgeboren kalveren. Daarna is er ook onderzocht of selectie op inteelt of juist verwantschap een positievere invloed zou hebben op het verlagen van de inteelttoename.

De toekomst

Voor er gekeken kan worden naar de mogelijke effecten van de verschillende maatregelen is de basiswaarde berekend om de andere resultaten mee te kunnen vergelijken (= de standaard). Deze basiswaarde is een simulatie met de gegevens uit het eerdere onderzoek, zonder maatregelen en met de daadwerkelijke gegevens van de huidige populatie. De uitkomst van de verwachte inteelttoename was een inteelttoename van 0,6% per generatie en kwam dus overeen met de stijging berekend in het eerste onderzoek. De inteelttoename zonder maatregelen ligt dus boven de veilige grens. In afbeelding 1 zijn alle resultaten van deel 2 van het onderzoek samengevat, de eerste blauwe balk is hierin de standaard.

Inzet stieren

De standaard geeft zoals hierboven uitgelegd de basiswaarde op basis van de huidige gegevens, hierbij worden er 70 stieren ingezet en vertegenwoordigen de tien topstieren (de meest gebruikte stieren) gezamenlijk ongeveer één derde van de geboren kalveren per jaar. Als eerste is gekeken wat er zou gebeuren als er nog minder topstieren verantwoordelijk zouden zijn voor de helft van alle bevruchtingen. Dit leidt ertoe dat de verwachte inteelttoename enorm hoog is en in de rode risicogroep uit komt. In afbeelding 1 is dit de oranje balk.

Daarna is gekeken wat het effect is als de inzet van de stieren meer verdeeld wordt. Hiervoor is hetzelfde aantal van 70 stieren in totaal gebruikt, maar in plaats van tien stieren die veel gebruikt worden zijn er 50 topstieren ingevoerd. De verwachte inteelttoename wordt dan gehalveerd ten opzichte van de standaard basiswaarde. Resultaat is dat het ras nu niet meer in de oranje risicogroep zit, maar in de gele risicogroep. Dit is de grijze balk in afbeelding 1.

Als laatste is er nog gekeken naar de verwachte inteelttoename wanneer het totaal aantal beschikbare fokstieren ook nog eens verhoogd zou worden naar 250 stieren. Zoals te zien is in afbeelding 1 (gele balk) komt de verwachte inteelttoename dan onder de veilige grens van 0,25% te liggen en ligt hiermee in de groene risicogroep. Deze resultaten geven weer dat door het aantal beschikbare fokstieren te verhogen én de verdeling van het aantal bevruchtingen per stier meer te spreiden er zeer gunstige resultaten verwacht kunnen worden.

Inteelt of verwantschap

Inteelt en verwantschap zijn aan elkaar gelinkt, de huidige verwantschap bepaalt de toekomstige inteelt (meer achtergrond over deze begrippen is aan het eind van dit artikel toegevoegd). Echter zijn de effecten van selectie op basis van inteelt vaak anders dan op basis van verwantschap. Om te weten welke methode het meest geschikt zou zijn voor de Lakenvelder populatie zijn de verschillende selectiemethoden onderzocht.

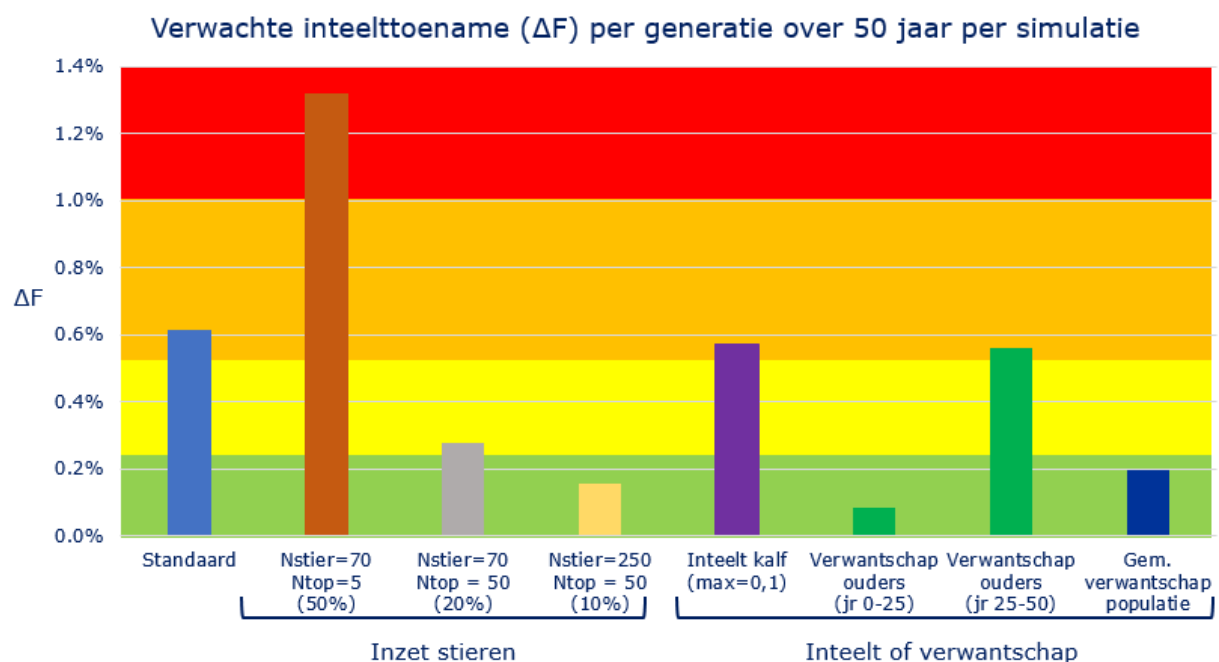
Als eerste is er gekeken naar het effect van het instellen van een maximaal toegestane inteelt coëfficiënt van nul voor elke paring (dus alleen gebruik van onverwante ouders toegestaan). Deze resultaten zijn niet meegenomen in de grafiek, want de populatie was halverwege uitgestorven. Dit komt door het beperkte aantal dieren in de kleine populatie. Op den duur zijn er geen onverwante dieren, dieren die geen familie van elkaar zijn, meer over en kan er geen volgende generatie meer worden gemaakt. Om toch te kijken of er wellicht een gunstig effect zou zijn door milde selectie op inteelt is er ook gekeken naar de verwachte inteelttoename bij een maximaal toegestane inteelt coëfficiënt van 0,1 per kalf. Vergeleken met de standaard, zonder selectie, is er een minimale verlaging van de verwachte inteelttoename. Zoals te zien in afbeelding 1, de paarse balk, ligt de verwachte inteelttoename nog steeds in de oranje risicogroep.

Zoals hierboven beschreven kan er ook geselecteerd worden op basis van verwantschap tussen twee ouderdieren. Hierbij wordt bij een koe elke keer de minst verwante stier gezocht en daarmee gepaard, op deze manier houdt je de inteelt in elke generatie zo laag mogelijk (de verwantschap tussen de ouderdieren is gelijk aan de inteelt van de nakomeling). Maar ook hiervoor geldt, in een kleine populatie zullen er uiteindelijk steeds minder onverwante dieren beschikbaar zijn. Voor de Lakenvelder populatie geldt dit ook, het resultaat van deze simulatie is daarom uitgesplitst in twee periodes, de twee groene balken in afbeelding 1. De eerste 25 jaar ligt de verwachte inteelttoename keurig in de groene risicogroep, echter is de tweede periode van jaar 25 tot jaar 50 in de simulaties net zo hard omhoog gegaan als bij de standaard simulatie met de basiswaarden. Dit geeft goed weer dat het op korte termijn een positief effect zou kunnen hebben, maar het voor een langdurig bestaan van het ras niet de juiste maatregel treft.

Een andere methode gerelateerd aan de verwantschap is het paren van dieren op basis van de gemiddelde verwantschap (soms wordt hier de Engelse afkorting voor gebruikt: MK = mean kinship). Per fokdier wordt berekend hoeveel deze verwant is met alle andere levende dieren, deze gemiddelde verwantschap zegt dus iets over hoeveel (nauw) verwante dieren met dezelfde voorouders er zijn in vergelijking met alle andere dieren in de populatie. Dieren met een lagere gemiddelde verwantschap worden hierbij verkozen boven dieren met een hogere waarde die al meer verwant zijn aan de populatie.

Een voorbeeld: Stier Bertus heeft een lage gemiddelde verwantschap, elke keer dat Bertus vervolgens wordt ingezet verhoogd dit zijn gemiddelde verwantschap met de hele populatie doordat zijn nakomelingen zijn genetische diversiteit meedragen en verwant aan hem én aan elkaar zijn. Hierdoor wordt Bertus steeds minder aantrekkelijk voor de fokkerij en zal een andere stier met een lagere verwantschap een betere keuze zijn.

Het resultaat van deze simulatie met de selectie op de gemiddelde verwantschap laat zien dat de verwachte inteelttoename over 50 jaar zeer gunstig is. In afbeelding 1, de blauwe balk, is goed te zien dat het in de groene risicogroep ligt en uitkomt op ongeveer één derde van de uitkomst van de standaard basiswaarde.



Afbeelding 1: De verwachte inteelttoename per generatie (ΔF) in 50 jaar voor alle simulaties. Blauw: op basis van de huidige gegevens ($\Delta F=0,61\%$). **Rood:** 70 fokstieren in totaal, 5 topstieren verantwoordelijk voor 50 % van de geboren kalveren ($\Delta F=1,32\%$). **Grijs:** 70 fokstieren in totaal, 50 topstieren verantwoordelijk voor 20 % van de geboren kalveren ($\Delta F=0,28\%$). **Geel:** 250 fokstieren in totaal, 50 topstieren verantwoordelijk voor 10 % van de geboren kalveren ($\Delta F=0,16\%$). **Paars:** maximale inteelt coëfficiënt van 0,1 voor nieuwgeboren kalveren ($\Delta F=0,57\%$). **Groen:** Selectie fokdieren op basis van minimale verwantschap tussen twee ouderdieren, opgesplitst in twee periodes, jaar 0-25 ($\Delta F=0,09\%$) en jaar 25-50 ($\Delta F=0,56\%$). **Donkerblauw:** Selectie fokdieren op basis van gemiddelde verwantschap met de totale populatie ($\Delta F=0,20\%$).

Conclusie en aanbevelingen

Uit de genetische populatie analyse van 2019 is gebleken dat de inteelttoename in het verleden boven de veilige grens lag. De resultaten uit de simulatie op basis van de gegevens uit 2019 kwamen hiermee overeen en het is daarom zeer aan te raden om maatregelen in het fokbeleid op te nemen om de verwachte inteelttoename voor de Nederlandse Lakenvelder populatie te verlagen.

In de simulaties daarna is ingegaan op de mogelijke effecten van een aantal verschillende maatregelen. Eerst is er gekeken naar het effect van het verlagen of verhogen van het aantal beschikbare fokstieren en de verdeling van het aantal nakomelingen per stier. De resultaten gaven duidelijk aan dat het inzetten van meer stieren, en vooral een gelijkmatigere verdeling van de inzet per stier, een verlaging van de verwachte inteelttoename kan opleveren.

Daarnaast is er gekeken of de selectie op basis van inteelt of verwantschap kansen biedt om de verwachte inteelttoename te verlagen. Hierbij kwam naar voren dat selectie van fokdieren die het minst verwant zijn aan de totale populatie zeer positieve resultaten zou kunnen bieden. Het publiceren van de gemiddelde verwantschap (= Mean Kinship) van de beschikbare fokstieren in relatie tot de gehele populatie kan hierbij ondersteuning bieden en zo een direct effect hebben op de toekomst van het Nederlandse Lakenvelder rund.

Het volledige onderzoeksrapport binnenkort online beschikbaar op: www.cgn.wur.nl

Contact: Voor vragen over het onderzoek en de resultaten kunt u contact opnemen met Mira Schoon, onderzoeker bij Centrum voor Genetische bronnen Nederland, onderdeel van Wageningen University & Research via: mira.schoon@wur.nl / +31 317 485916

Verwantschap, inteelt en inteelttoename¹

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 kan gezien worden als het percentage DNA dat twee individuen beide bezitten en wat afkomstig is van één gemeenschappelijke voorouder.

Inteelt

Inteelt is het resultaat van het paren van verwante dieren, zoals Bertha en Bertus. Zij zijn genetisch meer hetzelfde dan niet-verwante dieren omdat ze voor een deel hetzelfde DNA delen. Wanneer dieren meer hetzelfde worden, meer homozygoot, neemt de genetische diversiteit af. Hoe minder variatie er in een populatie aanwezig is, hoe groter de kans wordt 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 inteelt coëfficiënt heeft een waarde tussen 0 (geen inteelt) en 1 (volledige inteelt) en geeft de mate van inteelt van een individueel dier weer. De inteelt coëfficiënt zegt iets over een individueel dier, dit is op populatieniveau moeilijk te vergelijken.

Inteelttoename per generatie

Om op populatieniveau inteelt te kunnen monitoren en iets te zeggen over de status van een ras wordt gebruik gemaakt van de inteelttoename. Voor de inteelttoename wordt gekeken naar de gemiddelde inteelt coëfficiënt van alle op dat moment levende dieren in de populatie. Deze inteelttoename zegt iets over de trend (stijging of daling) van de gemiddelde inteelt coëfficiënt in de populatie van het desbetreffende ras en diersoort. Hiermee kan een populatie of ras met zichzelf vergeleken worden voor een bepaalde periode.

Sommige diersoorten planten zich echter sneller voort dan andere en daarom is het lastig om diersoorten te vergelijken. Hiervoor wordt de inteelttoename ook gecorrigeerd voor de lengte van één generatie. Op deze manier kunnen de risico's voor verschillende populaties van rassen en diersoorten op eenzelfde manier worden beoordeeld. Een te hoge inteelttoename heeft namelijk een directe relatie met de kans op het optreden van erfelijke aandoeningen. Voor de beoordeling van deze risico's heeft de FAO (wereldvoedselorganisatie) een referentiekader opgezet, het zogezegde stoplichtsysteem, zie tabel 1.

Tabel 1: De inteelttoename per generatie in relatie tot de kans op erfelijke afwijkingen.

Inteelttoename per generatie	Beoordeling risico's
>1%	Uitsterven door opeenstapeling erfelijke gebreken
0,5% - 1%	Erfelijke gebreken gaan vrijwel zeker voorkomen
0,25% - 0,5%	Er kunnen erfelijke gebreken optreden
< 0,25%	Kleine kans op erfelijke gebreken

¹ 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/>