



Populatie-analyse en evaluatie van de fokprogramma's van vijf geitenrassen

Genetisch beheer van de rassen in het stamboek van de Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij (NOG) in de periode van 2009 tot 2023

Jan ten Napel en Rita Hoving-Bolink

CGN RAPPORT 65



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Populatie-analyse en evaluatie van de fokprogramma's van vijf geitenrassen

Genetisch beheer van de rassen in het stamboek van de Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij (NOG) in de periode van 2009 tot 2023

Jan ten Napel, Rita Hoving-Bolink

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 Behoud genetische diversiteit levende populaties landbouwhuisdierrassen).

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

CGN rapport 65

Jan ten Napel, Hoving-Bolink, Rita, 2025. Populatie analyse en evaluatie van de fokprogramma's van vijf geitenrassen. Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen University & Research, CGN rapport nummer 65.

Samenvatting NL

In dit rapport worden fokprogramma's voor vijf geitenrassen geëvalueerd: Boergeit, Bonte geit, Nubische geit, Toggenburger geit en Witte geit. De door het stamboek, de Nederlandse Organisatie voor de Geitenhouderij (NOG) genomen maatregelen om inteelt te beheersen blijken succesvol. Inteeltbeheersing wordt bereikt door drie hoofdstrategieën: het selecteren van voldoende jonge fokdieren, het kiezen van dieren met minimale verwantschap, en het beperken van de invloed van individuele fokdieren.

Summary UK

In this report the Dutch breeding programs for five goat breeds are evaluated: Boer goat, Nubian goat, Dutch Toggenburg, the Dutch White goat and the Dutch Pied original goat. The adjusted strategy from NOG has proven effective. Inbreeding management is achieved through three main strategies: selecting enough young breeding animals, choosing animals with minimal relatedness, and limiting the influence of individual breeding animals.

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://doi.org/10.18174/692497> of op www.wur.nl/cgn onder Publicaties.

© 2025 Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen University & Research
E cg.n.dier@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.

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Het ontstaan van de Nederlandse geitenrassen	11
1.3 Ontwikkelingen in de Nederlandse geitenhouderij	12
1.4 Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij	13
1.5 Doel van het onderzoek	13
1.6 Onderzoeksvragen	13
1.7 Theoretische achtergrond van fokbeleid	14
2 Materiaal en methodes	15
2.1 Dataset en voorbereiding voor evaluatie	15
2.2 Analyse	15
2.3 Definitie en berekening kentallen	15
2.3.1 Actieve fokpopulatie	15
2.3.2 Compleetheid afstamming	16
2.3.3 Effectieve populatiegrootte	16
2.3.4 Familiegrootte per vader	16
2.3.5 Verwachte inteelttoename per generatie	16
2.3.6 Werkelijke inteelttoename per generatie	16
2.3.7 Generatie-interval	17
3 Populatiegrootte	18
3.1 Jaarlijkse monitoring	18
3.2 Effectieve populatiegrootte in NOG fokprogramma	18
4 Nederlandse Boergeit	20
4.1 Populatiegrootte	20
4.1.1 Ontwikkeling in de tijd	20
4.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortejaar	20
4.1.3 Volledigheid afstamming	21
4.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte	21
4.2 Inteeltbeheersing fokprogramma	22
4.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren	22
4.2.2 Familiegrootte per vader	22
4.2.3 Generatie-interval	22
4.3 Genetische verandering door fokprogramma	23
4.4 Conclusies	23
5 Nederlandse Bonte geit	24
5.1 Populatiegrootte	24
5.1.1 Ontwikkeling in de tijd	24
5.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortejaar	24
5.1.3 Volledigheid afstamming	25
5.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte	25
5.2 Inteeltbeheersing fokprogramma	26

5.2.1	Inteeltcoëfficiënt geboren dieren	26
5.2.2	Familiegrootte per vader	26
5.2.3	Generatie-interval	27
5.3	Genetische verandering door fokprogramma	27
5.4	Conclusies	27
6	Nederlandse Nubische geit	28
6.1	Populatiegrootte	28
6.1.1	Ontwikkeling in de tijd	28
6.1.2	Aangehouden fokdieren per geboortejaar	28
6.1.3	Volledigheid afstamming	29
6.1.4	Schatting effectieve populatiegrootte	29
6.2	Inteeltbeheersing fokprogramma	30
6.2.1	Inteeltcoëfficiënt geboren dieren	30
6.2.2	Familiegrootte per vader	30
6.2.3	Generatie-interval	31
6.3	Genetische verandering door fokprogramma	31
6.4	Conclusies	31
7	Nederlandse Toggenburger geit	32
7.1	Populatiegrootte	32
7.1.1	Ontwikkeling in de tijd	32
7.1.2	Aangehouden fokdieren per geboortejaar	32
7.1.3	Volledigheid afstamming	33
7.1.4	Schatting effectieve populatiegrootte	33
7.2	Inteeltbeheersing fokprogramma	34
7.2.1	Inteeltcoëfficiënt geboren dieren	34
7.2.2	Familiegrootte per vader	34
7.2.3	Generatie-interval	35
7.3	Genetische verandering door fokprogramma	35
7.4	Conclusies	35
8	Nederlandse Witte geit	36
8.1	Populatiegrootte	36
8.1.1	Ontwikkeling in de tijd	36
8.1.2	Aangehouden fokdieren per geboortejaar	36
8.1.3	Volledigheid afstamming	37
8.1.4	Schatting effectieve populatiegrootte	37
8.2	Inteeltbeheersing fokprogramma	37
8.2.1	Inteeltcoëfficiënt geboren dieren	37
8.2.2	Familiegrootte per vader	38
8.2.3	Generatie-interval	39
8.3	Genetische verandering door fokprogramma	39
8.4	Conclusies	39
9	Verwantschap tussen rassen	40
10	Aanvulling collectie genenbank	41
11	Conclusies en aanbevelingen	42
Literatuur		44
Bijlage 1	Uitleg relevante fokkerij begrippen	45

Woord vooraf

Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), onderdeel van Wageningen University & Research (WUR) geeft 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.

In 2016 zijn ter gelegenheid van het 100 jaar bestaan van de Nederlandse Organisatie voor de Geitenhouderij (NOG) door CGN/WUR populatieanalyses uitgevoerd en advies gegeven voor het toepassen van maatregelen om de diversiteit te verruimen binnen de fokprogramma's van vijf geitenrassen. Het gaat om de Nederlandse rassen Bonte geit, Toggenburger en Witte geit, en de Nederlandse populaties van de Nubische geit en Boergeit. Omdat de inteelttoename op dat moment hoog was werd in 2016 geadviseerd om het fokbeleid voor elk van de rassen aan te scherpen.

In dit rapport zijn de resultaten van de populatie-analyse en het effect van gewijzigd genetisch beheer beschreven. De auteurs geven adviezen waar zowel het stamboek als individuele fokkers hun voordeel mee kunnen doen. Deze analyses waren niet mogelijk geweest zonder de beschikbare stamboekdata uit de periode 2009-2023. Het CGN bedankt de NOG voor de goede samenwerking en het beschikbaar stellen van de data voor de analyses.

Het zijn de fokkers die met talloze kleine fokkerijbeslissingen het resultaat vormen van een fokprogramma. De populatieanalyses in dit rapport dragen bij aan verdere bewustwording onder fokkers en de grote bijdrage die zij hebben op een gezonde toekomst van de (Nederlandse) geitenrassen.

Samenvatting

Een goed en effectief fokbeleid is belangrijk om de eigenheid van het ras te bewaren en het ras vitaal te houden. Naast het beleid en het fokprogramma van het stamboek, bepaalt een groot aantal individuele fokkers gezamenlijk met hun fokkerijbeslissingen of het fokbeleid werkt in de praktijk. De evaluatie van fokprogramma's in dit rapport betreft de Nederlandse geitenrassen, Witte, Bonte en Toggenburger geiten, en daarnaast de Nubische en Boergeit, waarvoor de Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij (NOG) erkend stamboek is.

Centraal in deze evaluatie staan de volgende vragen:

- Wat zijn actuele ontwikkelingen in populatiegrootte?
- Wat is de inteelttoename in de laatste vijf generaties?
- Wat is de genetische verandering in de laatste vijf generaties?
- Is er verwantschap tussen rassen?
- Welke bokken zouden een goede aanvulling zijn op de collectie in de Nederlandse genenbank voor landbouwhuisdieren?

NOG doet de stamboekadministratie voor Boergeit, Bonte geit, Nubische geit, Toggenburger en Witte geit. Er waren gegevens beschikbaar van 182.876 dieren van deze vijf rassen. Vanwege onjuiste en onvolledige data zijn dieren geboren voor 1970 weggelaten uit de data. Het aantal generaties vanaf 1970 liep uiteen van 7 bij Boergeit tot 14 bij Nubische geit en Witte geit. De grootte van elke fokpopulatie is stabiel of licht dalend.

De berekende effectieve populatiegrootte varieert van 133 voor Boergeit tot 321 voor Nubische geit. De gewenste inteelttoename per generatie is lager dan 0,25% per generatie. In alle vijf de rassen is de recente inteelttoename per generatie lager dan 0,25% en lager de theoretisch verwachte inteelttoename bij een gesloten populatie en in alle gevallen zelfs een inteeltafname in de laatste generatie. De twee belangrijkste redenen zijn dat het fokreglement is aangepast om een bredere selectie van bokken te kunnen inzetten en dat er bokken uit buitenlandse populaties worden ingezet.

De inteelttoename per generatie is in alle rassen niet meer structureel te hoog, zoals nog wel het geval was tot 2016. Het op peil houden van de actieve fokpopulatie, het selecteren van dieren die zo min mogelijk verwant zijn en het beperken van de invloed van een individueel fokdier op de volgende generatie zijn hierbij relevant.

De grootte van de Boergeitpopulatie is aan de kleine kant om zonder fokdieren van buitenaf duurzaam te beheren. Ook de Toggenburger populatie is relatief klein. In kleine populaties is het belangrijk om elk jaar voldoende jonge bokken aan te houden voor de fokkerij.

Routinematig berekenen van de "mean kinship" (gemiddelde verwantschap van een dier met een groep dieren) met de actieve fokpopulatie kan inzicht geven in welke dieren binnen de populatie het minst verwant zijn. Voor het in de hand houden van het aantal fokdieren per vader hebben fokkers actuele informatie nodig over het aantal fokdieren dat al geselecteerd is per vader, zodat ze daar rekening mee kunnen houden.

Van de vijf geanalyseerde rassen zijn alleen de populaties van Bonte geit en Witte geit enigszins verwant aan elkaar. De rassen zijn niet voldoende verwant om ze als één populatie te beheren.

Van elk van de drie Nederlandse rassen, Witte, Bonte en Toggenburger geit, zijn fokbokken geselecteerd die nog niet voldoende vertegenwoordigd zijn in de collectie van de genenbank voor landbouwhuisdieren, beheerd door het Centrum voor Genetische bronnen Nederland (CGN), onderdeel van Wageningen University & Research.

De conclusie van deze analyses is dat bij alle rassen het fokbeleid en het fokprogramma na 2016 zodanig is aangepast dat inteelttoename per generatie niet meer structureel te hoog is.

Summary

A good and effective breeding policy is important for keeping breed-specific characteristics and a vital breed. The implementation of the breeding program of the breed organization by a large number of individual breeders, each making many small decisions, determine whether the breeding policy works in practice. In this report, breeding programs of the Dutch Organization for Goat Breeding (NOG) for five goat breeds are evaluated. These breeds are Boer goat, Nubian goat, Dutch Toggenburg goat, the Dutch White goat and the Dutch Pied goat. The focus of the evaluation is on population size, inbreeding and measures taken to control inbreeding and genetic change in the last five generations.

The analysis included data from 182,876 goats. Breeding populations of all breeds are currently stable or slightly declining. Effective population size varied from 133 for Boer goat to 321 animals for Nubian goat. All five breeds showed a negative inbreeding rate in the last generation. The two main reasons for this reduction in inbreeding are adjusted breed regulations to select a wider range of breeding males and the use of breeding males from other populations.

Rate of inbreeding per generation is in each of the breeds no longer too high, as was the case for all breeds up to 2016. Maintaining a sufficiently large breeding population, selecting sufficiently unrelated replacement breeding stock and limiting the impact of a single breeding animal on the next generation are important for this.

The population size of the Boer goat and the Dutch Toggenburg goat is relatively small. It is even more important for small populations to use sufficient young breeding males in each generation.

Routine calculation of the so-called Mean Kinship (average kinship of an individual with a group of individuals) shows which selection candidates are least related to the breed. Breeders also need up-to-date information on how many offspring per sire is selected for breeding.

The five breeds are genetically unrelated except for the Dutch White goat and the Dutch Pied goat, these two breeds have a low level of exchange.

Bucks of the three Dutch local breeds whose families are not yet represented in the gene bank of the Centre for Genetic Resources, Netherlands were identified.

In conclusion, the changes made to the breeding programs after 2016 to reduce the rate of inbreeding have been effective. The rate of inbreeding per generation is no longer structurally high and the risk status for inbreeding following the FAO guidelines is normal for each of the breeds.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Een goed en effectief fokbeleid is belangrijk om de eigenheid van het ras te bewaren en het ras vitaal te houden. Individuele fokkers bepalen met een groot aantal kleine fokkerijbeslissingen of het fokbeleid werkt in de praktijk. Daarom is het belangrijk om een fokprogramma van tijd tot tijd te evalueren en suggesties te doen voor verbetering. Deze evaluatie betreft de geitenrassen waarvoor de Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij de stamboekadministratie uitvoert.

1.2 Het ontstaan van de Nederlandse geitenrassen

Het Nederlandse Landras bepaalde eeuwenlang het gezicht van de geitenstapel in ons land. Sobere dieren met weinig productie, meestal gehoornd en langharig, van allerhande kleur. Vanaf 1900 tot de Eerste Wereldoorlog zijn Zwitserse Saanen en Toggenburger bokken geïmporteerd voor verbetering van de melk- en vleesproductie. De Nederlandse Commissie voor de Geitenfokkerij bestond al voor 1912 en werd op 28 december 1916 officieel.

Het dubbeldoelras, de Nederlandse Toggenburger geit, begint begin 1900 haar geschiedenis in Drenthe, ze is ontstaan uit kruisingen tussen de toenmalige Landgeit en de Zwitserse Toggenburger bokken. In 1938 waren de fokeigenschappen van deze geiten stabiel, zodat het een nieuw ras werd. Typerend voor de chocoladebruine Toggenburger is het compacte type en het masker: aan weerszijden van het neusbeen een witte streep. Tot circa 1960 werd de Toggenburger hoofdzakelijk gefokt in de provincie Drenthe. Daarna heeft het ras zich verspreid door heel Nederland. De Nederlandse Toggenburger is een compact gebouwde geit met een 'vierkante' bouw, waarbij de gebruikswaarde melkgeit duidelijk aanwezig moet zijn. Een geit heeft een schofthoogte van ruim 70 cm. De Toggenburger is een sobere melkgeit. Dat wil zeggen dat de Toggenburger met relatief weinig voedsel een zeer behoorlijke melkproductie heeft. Door het rustige karakter zijn ze eenvoudig te houden, zowel in kleine als in grotere groepen.

In de overige provincies werden de landgeiten vanaf 1900 met Saanen-bokken gekruist en dit leidde tot de Nederlandse Witte geit. In Zeeland en Zuid-Holland werd minder op wit geselecteerd, daaruit is de Nederlandse Bonte geit voortgekomen.

De Nederlandse Witte geit is een hoogbenige, gerekte, wigvormige, open gebouwde melkgeit met een solide bouw. Een geit die wat betreft constitutie zo in elkaar zit dat ze gedurende een lange tijd een hoge melkproductie kan realiseren. Volwassen vrouwelijke dieren hebben een gemiddelde schofthoogte van 75 tot 80 cm. De Nederlandse Witte geit heeft een hoge melkproductie, waardoor de geit veel gehouden wordt in de professionele melkgeitenhouderij.

Sinds 2023 is er een tweede stamboek erkend voor de Nederlandse Witte geiten (Dutch Saanen goat) bij de Nederlandse schapen- en geitenfokkersorganisatie (NSFO) voor Goat Improvement Company (GIC). Beide stamboeken erkennen dieren ingeschreven in de hoofdsectie van het andere stamboek als stamboekdier zonder restrictie. Voor deze analyse zijn alleen de dieren ingeschreven bij NOG meegenomen.

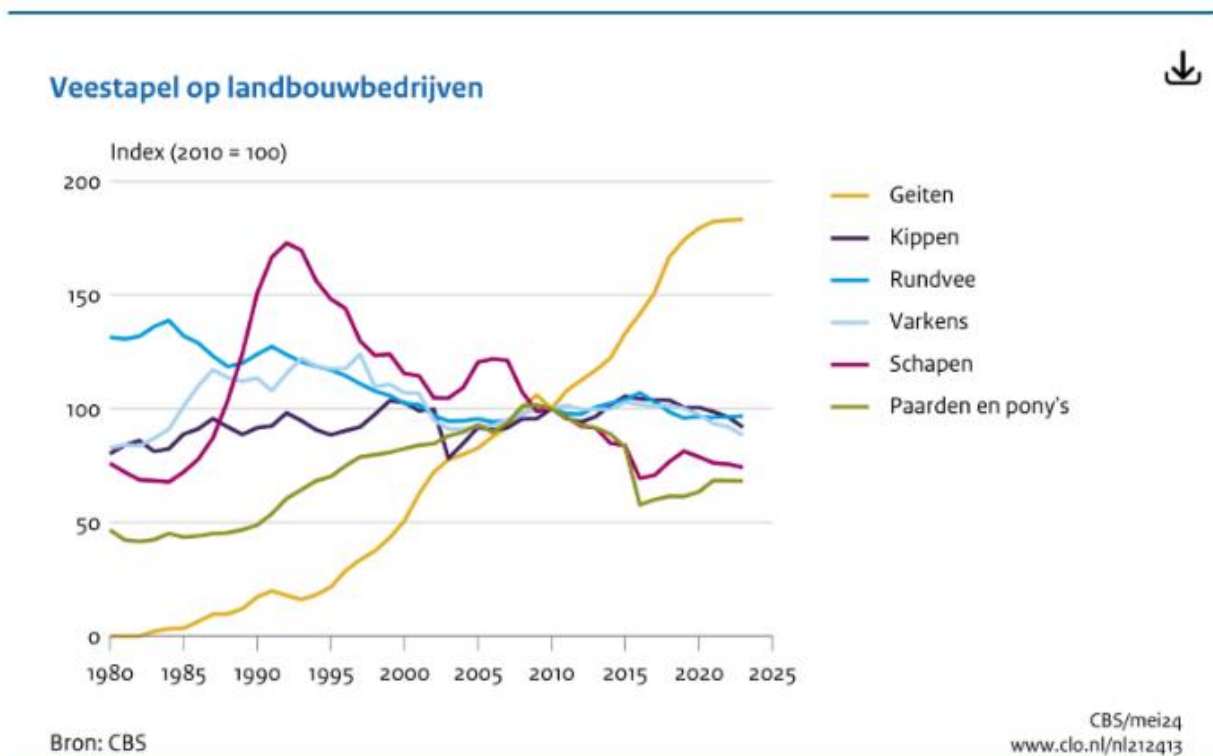
Een apart stamboek voor de populatie Nederlandse bonte geiten werd pas in 1980 opgericht. Ook de Nederlandse bonte geit is een hoogbenige, ruim gebouwde, gerekte melkgeit. De geit heeft een schofthoogte van ongeveer 75 cm. Alleen tweekleurige dieren in zwartbont en bruinbont met scherpe aftekening worden geaccepteerd. De Nederlandse Witte geit wordt gebruikt voor bloedverversing en verbetering van de Nederlandse bonte geit. Inmiddels heeft de NOG een gezamenlijke Fokcommissie Nederlandse Witte en Bonte geit, omdat behalve de kleurtekening van de vacht, het fokdoel van beide rassen hetzelfde is.

De Nubische geit is de grootste geit ter wereld, vrouwelijke dieren hebben een minimale schofthoogte van 78 cm en kunnen tussen de tachtig en honderd kilo wegen en bokken zelfs meer dan hondervijftig kilo. De oorsprong ligt in Egypte en andere delen van Afrika. In 1910 werden 400 dieren door de British Goat Society als de eerste volbloed Anglo-Nubische stamboekgeiten geregistreerd. Typerend is de hoog gedragen kop, het gebogen neusbeen (ramsneus) en de hangoren. Oorlengte varieert en kan langer dan 30 cm zijn. Alle kleurschakeringen zijn mogelijk en toegestaan. De melkproductie blijft gemiddeld achter bij de overige geitenrassen, maar de melk heeft gemiddeld wel een flink hoger vet- en eiwitgehalte.

Het ras Boergeit kent zijn oorsprong in Zuid-Afrika. Het is een superieur vleesgeitenras. In Nederland worden boergeiten in het stamboek gehouden sinds 2004. De volwassen boergeit weegt zo'n 65 – 75 kg en er wordt gestreefd naar een kruishoogte rond de 74 cm. De bok weegt zo'n 90 – 120 kg. Het Nederlandse stamboek streeft naar een kruishoogte van 81 cm op volwassen leeftijd. De ideale boergeit heeft een rode aftekening op kop, hals en oren en (overwegend) wit haar op de rest van het lichaam. Een duidelijke bles of kol is gewenst.

1.3 Ontwikkelingen in de Nederlandse geitenhouderij

Vanaf eind jaren 80 van de vorige eeuw vond in Nederland een enorme groei plaats van de professionele melkgeitenhouderij, waarin vooral niet-stamboek geregistreerde Witte geiten worden gehouden, vaak ook met een klein deel ander bloed (Nubisch, Alpine). Al deze dieren kunnen als Nederlandse melkgeit geregistreerd worden. De Nederlandse melkgeit is een gebruiksras met duidelijke melktypische eigenschappen. Kleur, kopvorm, oorstand en oorlengte zijn niet van belang. Elk melktypisch dier kan binnen dit ras geregistreerd worden. De 'Melkgeiten' doen hun naam eer aan, want het zijn de toppers op productiegebied en ze laten de zuivere rassen met betrekking tot melkproductie ver achter zich. Als je naar het aantal dieren kijkt is het aantal stamboekgeregistreerde dieren maar een fractie van de melkgeitenpopulatie in Nederland.



Figuur 1.1 Ontwikkeling van de veestapel per diersoort op landbouwbedrijven in Nederland (bron: Centraal Bureau voor de Statistiek).

In 2023 was het aantal geiten toegenomen tot 647 duizend. Rond 2010 is als gevolg van de ruiming in verband met de Q-koorts het aantal geiten tijdelijk niet gestegen. Daarna is de stijging weer in een enorm

tempo omhooggegaan. De diversiteit binnen de sector is groot. Er zijn geitenbedrijven die hun geiten voor langere tijd doormelken zonder ze te laten aflammeren (duurmelkers). Ook zijn er binnen de sector relatief veel biologische bedrijven (circa 13%) maar dit aandeel neemt af. Deze biologische bedrijven hebben 40% minder geiten dan hun gangbare collega's en halen een deel van hun inkomen uit verbredingsactiviteiten. Omdat de biologische melkproductie per geit lager is, is in kg melk omgerekend het aandeel biologisch circa 6% (Agrimatie, 2024).

1.4 Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij

De Nederlandse Organisatie voor de Geitenfokkerij (NOG) richt zich op de stamboekfokkerij van geiten in Nederland. Verenigingen van geitenfokkers kunnen lid worden van de NOG. Fokkers van geiten kunnen via hun vereniging gebruik maken van de diensten van NOG. Er zijn eind 2024 15 verenigingen lid van NOG. Een belangrijke dienst van NOG is dat ze de stamboekregistratie bijhouden van vijf Nederlandse geitenrassen, te weten:

- de Nederlandse Witte geit
- de Nederlandse Toggenburger geit
- de Nederlandse Bonte geit
- de Nederlandse Nubische geit
- de Nederlandse Boergeit

De NOG ondersteunt de leden bij het opstellen en uitvoeren van hun fokbeleid.

1.5 Doel van het onderzoek

In 2016 zijn ter gelegenheid van het 100 jaar bestaan van de NOG door WUR populatie analyses uitgevoerd en is advies gegeven voor een duurzame toekomst. Rassen die generaties lang geselecteerd zijn in Nederlandse omstandigheden zijn met alle waarschijnlijkheid ook meer aangepast aan de Nederlandse omgeving. Voldoende variatie binnen een ras is een belangrijke voorwaarde voor een vitaal ras. Diversiteit tussen rassen draagt verder bij aan ons cultureel erfgoed. Het doel is zowel rassen beschermen, als diversiteit binnen rassen bewaren. In 2016 waren er op zichzelf voldoende dieren om inteelttoename binnen de perken te kunnen houden. Voor de Nubisch en Boergeit was het aantal wel aan de krappe kant. Toch was voor elk ras de inteelttoename per generatie hoog. Er was dus een aanpassing van het fokbeleid nodig in elk ras.

De hoofdvraag is hoe je fokkers bewust maakt van de gevolgen van hun fokkerijkeuzes. Een stamboek is verantwoordelijk voor het fokbeleid, de individuele fokkers bepalen welke bok welke geiten gaat dekken en welke jonge geiten worden aangehouden voor de fokkerij. Hoe maakt de fokker hierbij een goede afweging tussen het belang van de fokker zelf en het populatiebelang?

Het doel van dit rapport is om het huidige fokbeleid in elk van de rassen te evalueren en feedback te geven op de veranderingen in fokbeleid die sinds 2016 zijn doorgevoerd. Het onderliggende doel is dat fokkers zich meer bewust zijn van het populatiebelang bij het nemen van de kleine fokkerijbeslissingen. Uiteindelijk bepalen al die kleine fokkerijbeslissingen bij elkaar of het gevoerde fokbeleid succesvol is.

1.6 Onderzoeksvragen

De evaluatie van het fokbeleid voor elk van de rassen is uitgewerkt in de volgende onderzoeksvragen.

- Wat is de populatietrend, aantal fokdieren ingezet en lammeren geboren per jaar, voor de verschillende geitenrassen?
- Wat is de huidige inteelttoename per generatie? Wat is de trend in het aantal bokken en geiten dat per generatie wordt aangehouden als fokdier?
- Wat was het effect van het gevoerde fokbeleid in de afgelopen vijf generaties vanaf 2009?
- In hoeverre zijn de rassen verwant aan elkaar en hoe heeft die verwantschap zich ontwikkeld in de tijd?

-
- Is de huidige genenbank collectie een goede afspiegeling van de actieve fokpopulatie of zijn er nog bokken die relatief onverwant zijn aan de bokken in de collectie?

1.7 Theoretische achtergrond van fokbeleid

Fokkerij is altijd een afweging tussen selectie voor gewenste eigenschappen en beperking van de inteelttoename per generatie. Een snelle inteelttoename betekent verlies van genetische variatie. In kleine populaties is minder ruimte om voor gewenste eigenschappen te selecteren en zal de focus liggen op een beperkte inteelttoename per generatie.

In elk fokprogramma gaat het om de balans tussen beheersing van de inteelttoename per generatie en de realisatie van genetische vooruitgang in de richting van het fokdoel. Inteeltbeheersing in de praktijk bestaat uit drie sporen.

Het eerste spoor is het selecteren van voldoende jonge geiten en bokken per generatie als fokdier. In kleine populaties is het belangrijk om elk jaar voldoende jonge bokken aan te houden voor de fokkerij.

Het tweede spoor is het selecteren van fokdieren die zo min mogelijk verwant zijn. Routinematig berekenen van de mean kinship (gemiddelde verwantschap van een dier met een groep dieren) met de actieve fokpopulatie kan inzicht geven in welke dieren binnen de populatie het minst verwant zijn.

Het derde spoor is het beperken van de invloed van individuele fokdieren op de volgende generatie. Elk jaar is er binnen de verschillende rassen een klein aantal bokken (1-3) met veel meer dan nakomelingen. Inzet van teveel vaders met een grote bijdrage aan de volgende generatie maken inteeltbeheersing in latere generaties lastiger. Een vuistregel zou kunnen zijn om niet meer dan twee keer het gemiddeld benodigde aantal nakomelingen van een vader in te zetten voor de fokkerij. Voor het in de hand houden van het aantal fokdieren per vader hebben fokkers regelmatig actuele informatie nodig over het aantal fokdieren dat al geselecteerd is per vader, zodat ze daar rekening mee kunnen houden.

In bijlage I zijn enkele begrippen over inteelt, verwantschap en genetische diversiteit uitgelegd. Wie meer wil lezen kan kijken naar het Leerboek Fokkerij en Genetica voor het HBO, 2e editie (Oldenbroek en Calus, 2024). Verder wordt er sinds 2020 regelmatig een webinar georganiseerd over het genetisch beheer van kleine populaties dieren. De presentaties die zijn gegeven en infographics zijn beschikbaar op www.fokkenmetverstand.nl (CGN, 2024).

2 Materiaal en methodes

2.1 Dataset en voorbereiding voor evaluatie

Voor de analyse heeft CGN data van 191.930 dieren van de NOG gekregen. Hiervan behoorden 869 dieren niet tot één van de zes rassen in deze evaluatie. De aantallen dieren per ras staan in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aantal dieren per ras in de originele data.

Ras	Aantal dieren	Aantal generaties na 1970
Boergeit	5.357	7
Bonte geit	32.008	12
Melkgeit*	8.085	2
Nubische geit	11.652	14
Toggenburger	40.522	10
Witte geit	93.337	14

* Melkgeit is niet een ras met een fokbeleid, maar een register van dieren die niet in een stamboek kunnen worden opgenomen.

Dieren geboren voor 1970 zijn weggelaten uit de evaluatie. Er zaten relatief veel fouten in deze historische gegevens, zoals dieren die hun eigen voorouder zijn en dieren geboren na hun nakomelingen, en ze zijn niet van belang voor de evaluatie van de laatste vijf generaties.

Als van een fokdier de geboortedatum ontbrak, is de oudst bekende nakomeling opgezocht en de geboortedatum gezet op 1 januari van het jaar voorafgaand aan de geboorte van de eerste nakomeling. Alle dieren zijn gecodeerd met een uniek nummer. Ras en sekse zijn ook gecodeerd met een uniek nummer.

Aangezien Melkgeit niet een ras is met een eigen fokbeleid, maar meer een register van dieren die niet in een van de stamboeken passen, zijn de resultaten voor Melkgeit uit deze rapportage gelaten.

2.2 Analyse

De gecodeerde en opgeschoonde afstamming per ras is geanalyseerd met twee softwarepakketten die deels overlappen en deels complementair zijn. Dit zijn PopReport (<https://popreport.fli.de/startseite#content>) en Retriever (<https://dutchanimalgenebank.nl/page/Retriever>). De analyse van verwantschappen tussen rassen is gedaan met een proefversie van een programma om de Populatie Differentiatie Index tussen twee rassen te berekenen. Dit programma komt op een later moment beschikbaar voor algemeen gebruik. De evaluatie van genetische verandering van bespiering en kruishoogte in de laatste vijf generaties is gedaan in Excel 365.

2.3 Definitie en berekening kentallen

2.3.1 Actieve fokpopulatie

De actieve fokpopulatie per jaar is het aantal geiten dat in dat jaar een geregistreerd lam heeft geworpen en het aantal bokken dat vader is van een geregistreerd lam geboren in dat jaar.

2.3.2 Compleetheid afstamming

De compleetheid van de afstamming is het aantal generaties tot de eerste onbekende voorouder. Een dier met een onbekende ouder heeft dus een incomplete afstamming. Het aantal generaties complete afstamming is dan nul voor betreffend dier.

2.3.3 Effectieve populatiegrootte

Als generaties overlappen, dan kan de populatiegrootte geschat worden door het gemiddelde aantal jonge geiten en het gemiddelde aantal jonge bokken dat per jaar wordt aangehouden te vermenigvuldigen met het generatie-interval. Dit zijn de unieke vrouwelijke (N_f) en mannelijke dieren (N_m) die in een generatie actief zijn als fokdier.

De effectieve populatiegrootte (N_e) kan dan als volgt worden geschat (Falconer en Mackay, 1996):

$$N_e = \frac{4 * N_m * N_f}{N_m + N_f}$$

De aanname bij deze schatting is dat paringen tussen dieren willekeurig zijn. De effectieve populatiegrootte wordt relatief sterk bepaald door het aantal mannelijke dieren, bij een groot verschil tussen aantal mannelijk en vrouwelijke dieren.

2.3.4 Familiegrootte per vader

Familiegrootte (k) is het aantal nakomelingen van een ouder dat ingezet wordt als fokdier. Nakomelingen van een ouder die niet worden ingezet hebben geen invloed op de inteelttoename in de populatie en blijven daarom buiten beschouwing.

De familiegrootte van moeders varieert relatief weinig, tenzij er voortplantingstechnieken worden gebruikt. De familiegrootte van vaders daarentegen kan enorm verschillen tussen vaders. Variatie in familiegrootte (V_k) maakt inteeltbeheersing op termijn lastiger omdat paringen van verwanten in latere generaties moeilijker te vermijden zijn.

Een te grote variatie in familiegrootte verkleint de effectieve populatiegrootte. De mate waarin de effectieve populatie kleiner wordt is als volgt berekend (aangepast van Falconer en Mackay, 1996):

$$\frac{N}{N_e} = \frac{2 * (\bar{k}_m + \bar{k}_f)}{\bar{k}_m + V_{km} + \bar{k}_f + V_{kf}}$$

Hierin is \bar{k}_m en V_{km} het gemiddelde familiegrootte en de variantie van familiegrootte van vaders en \bar{k}_f en V_{kf} het gemiddelde en de variantie van familiegrootte van moeders. De aannames bij deze berekening zijn dat de populatiegrootte constant is over generaties heen, dat er geen selectie is en dat paringen willekeurig zijn.

2.3.5 Verwachte inteelttoename per generatie

De verwachte inteelttoename per generatie (ΔF) is als volgt berekend (Falconer en Mackay, 1996):

$$\Delta F = \frac{1}{2 * N_e}$$

Hierin is N_e de effectieve populatiegrootte uit hoofdstuk 2.3.3 hierboven.

2.3.6 Werkelijke inteelttoename per generatie

De werkelijke inteelttoename in de laatste generatie (ΔF_{2023}) is als volgt berekend (Falconer en Mackay, 1996):

$$\Delta F_{2023} = \frac{\bar{F}_{2021-2023} - \bar{F}_{2018-2020}}{1 - \bar{F}_{2018-2020}}$$

Hierin is $\bar{F}_{2021-2023}$ de gemiddelde inteeltcoëfficiënt van dieren geboren in 2021, 2022 en 2023.

2.3.7 Generatie-interval

Het generatie-interval in een jaar is de gemiddelde leeftijd in jaren van ouders bij de geboorte van dieren geboren in dat jaar. Dit wordt berekend als de leeftijd in dagen gedeeld door 365,25.

3 Populatiegrootte

Er kan op verschillende manieren naar de populatiegrootte worden gekeken. Er is de totale omvang van een populatie, het totaal aantal geregistreerde dieren. Dit zijn mannelijke, vrouwelijke dieren, jong en oud. Voor de fokkerij is het vooral van belang dat er wordt gekeken naar het aantal dieren dat geschikt is voor de fokkerij. Dit zijn de (fok)dieren die in de mogelijkheid zijn om een nieuwe generatie te produceren. Voor veel diersoorten, zo ook de geiten, zijn de vrouwelijke dieren eerder de beperkende factor in de fokkerij, zij kunnen enkel één worp per seizoen geven, terwijl de bokken meerdere geiten per jaar kunnen dekken. Dit is waarom het CGN de populatie risicostatus baseert op het aantal volwassen vrouwelijke dieren dat geregistreerd is in het stamboek.

Nog specifiek kan er onderscheid worden gemaakt in het aantal actief ingezette fokdieren per jaar, en de verhouding mannelijke en vrouwelijke dieren, dit laatste noemt men de effectieve populatiegrootte.

3.1 Jaarlijkse monitoring

CGN inventariseert jaarlijks het aantal vrouwelijke fokdieren voor rassen met de status "native" (het ras bestaat minimaal 40 jaar en is van oorsprong Nederlands) of "locally adapted" (een ras dat minimaal 40 jaar in Nederland wordt gehouden en gefokt, zonder grote uitwisselingen met buitenlandse of andere populaties). Dit is het aantal vrouwelijke fokdieren voor een ras over fokprogramma's heen. De stamboekgeregistreerde aantallen, geschatte inteelttoename en populatietrend zijn weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Geregistreerde aantallen fokdieren op de Nederlandse rassenlijst voor landbouwhuisdierrassen (CGN, 2024).

	Aantal vrouwelijke fokdieren	Inteelttoename per generatie (<5 jaar)	Trend over 15 jaar (>20%)
Bonte geit	1.144	0,25-0,50%	Dalend
Toggenburger	764	0,25-0,50%	Dalend
Witte geit	3.447	0,25-0,50%	Stabiel

Bron: <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lvvn/wettelijke-onderzoekstaken/centrum-voor-genetische-bronnen-nederland/dier/rassenlijst.htm>

Volgens de normen van de FAO (FAO, 2013) hebben de Bonte geit en Toggenburger een "bedreigde" status en de Witte geit is "kwetsbaar" op basis van het aantal raszuivere geiten dat is ingeschreven in het stamboek.

3.2 Effectieve populatiegrootte in NOG fokprogramma

De stamboekgeregistreerde aantallen staan in Tabel 3.1, in Tabel 3.2 staan de aantallen dieren waarvan bij NOG geregistreerd is dat die in 2023 voor nageslacht hebben gezorgd.

Tabel 3.2 *Geregistreeerde aantallen actieve* fokdieren bij NOG in 2023.*

	Aantal fokgeiten	Aantal fokbokken	Aantal fokgeiten per bok
Boergeit	175	44	4,0
Bonte geit	285	67	4,3
Nubische geit	233	83	2,8
Toggenburger	233	60	3,9
Witte geit	293	87	3,4

* Actieve fokdieren hebben tenminste één geregistreeerde nakomeling geboren in 2023

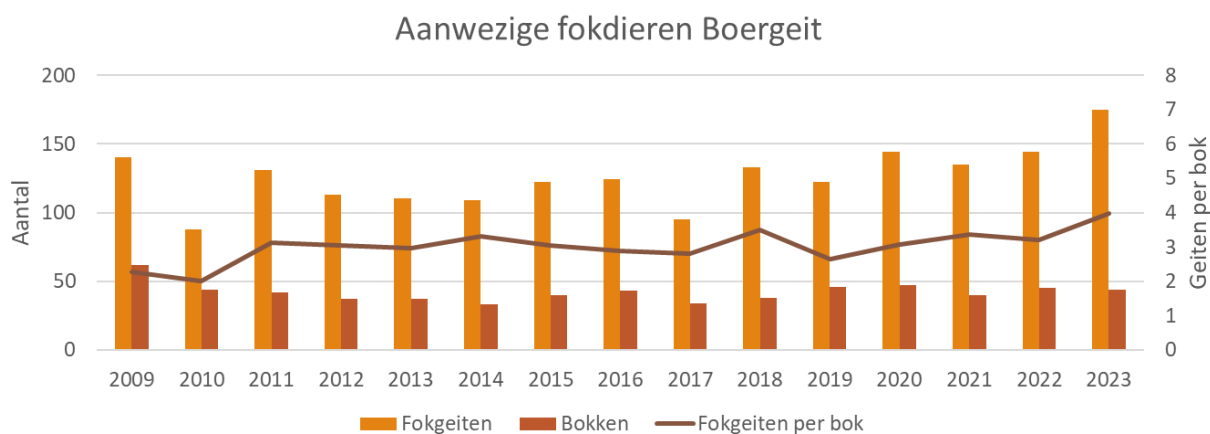
Slechts van een minderheid van de vrouwelijke fokdieren per ras worden nakomelingen met hun afstamming geregistreeerd bij NOG. Dit zijn de dieren waarop het fokbeleid van NOG invloed heeft. Hoewel het gaat om een relatief klein aantal dieren werkt de impact van de fokprogramma's door in de hele populatie.

In de volgende hoofdstukken wordt de ontwikkeling per ras uitgewerkt.

4 Nederlandse Boergeit

4.1 Populatiegrootte

4.1.1 Ontwikkeling in de tijd



Figuur 4.1 Aantal actieve fokgeiten en bokken per jaar van de Boergeit.

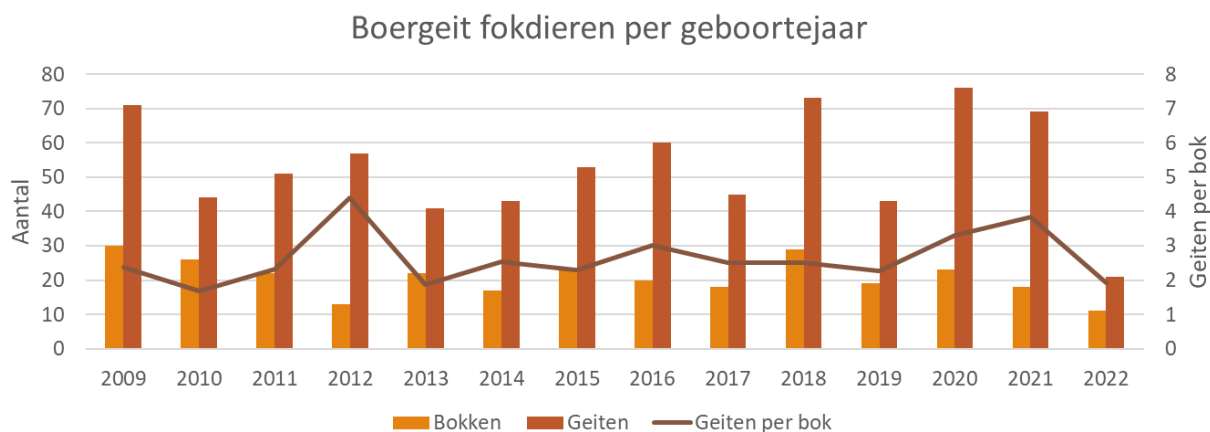
In Figuur 4.1 is het verloop van het aantal actieve fokbokken en fokgeiten per jaar weergegeven, evenals het verloop van het aantal fokgeiten per bok. Het aantal actieve fokdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van tenminste één geregistreerde nakomeling geboren in dat jaar.

Het aantal vrouwelijke dieren is licht gestegen in de laatste vijf generaties. Het aantal fokgeiten per bok is gemiddeld 3,0 en redelijk stabiel over de jaren heen.

Van de bokken die vanaf 2017 zijn gebruikt, is 10,5% afkomstig uit het buitenland.

4.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortjaar

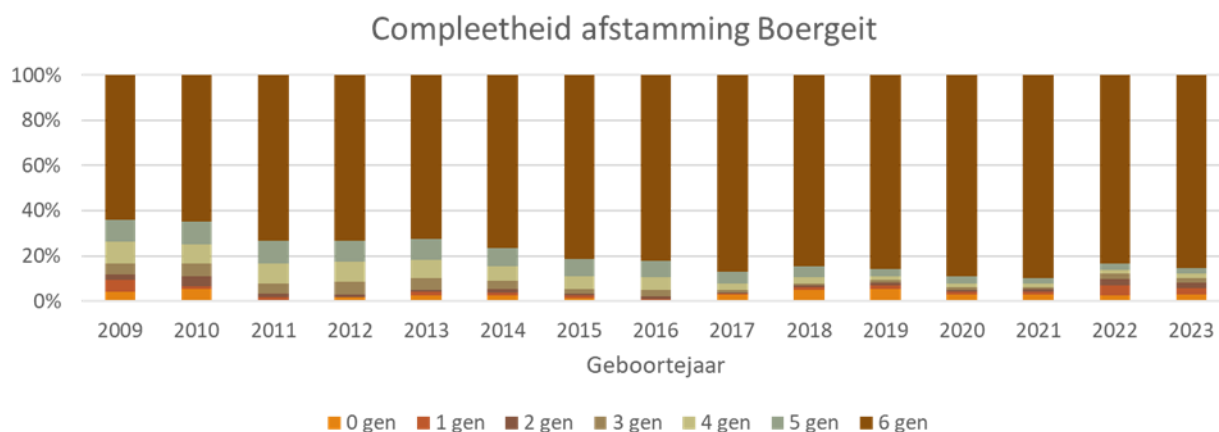
In Figuur 4.2 is aangegeven hoeveel bokken en geiten per geboortjaar zijn ingezet voor de fokkerij. Het aantal bokken en geiten varieert vrij sterk van jaar tot jaar. Inteelbeheersing is gemakkelijker als elk jaar ongeveer evenveel jonge geiten en jonge bokken worden aangehouden voor de fokkerij. Als dat minder varieert is het aantal geiten per bok ook meer constant. Het aantal ingezette fokdieren geboren in 2022 was nog niet compleet in de ontvangen data. Het vervangingspercentage is voor en na 2016 vrijwel gelijk met respectievelijk 52% voor bokken en 43% voor geiten.



Figuur 4.2 Aantal aangehouden geiten en bokken per geboortejaar van de Boergeit.

4.1.3 Volledigheid afstamming

Figuur 4.3 geeft weer wat het aantal bekende generaties is in de afstamming van dieren per geboortejaar. Het percentage dieren met 6 of meer generaties voorouders bekend neemt toe van 64% in 2009 tot 90% in 2021. Vanaf 2017 is sperma van Boergeit bokken uit fokprogramma's in het buitenland gebruikt (*outcross*). Dit zijn dieren met nauwelijks of geen in Nederland bekende voorouders. Een dergelijke *outcross* kan een goede manier zijn om nieuwe genetische variatie te introduceren in het ras. In de periode 2017-2023 is van 3,1% van de in Nederland geboren lammeren één of beide ouders onbekend.



Figuur 4.3 Compleetheid afstamming van de Boergeit per geboortejaar.

4.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte

Van de dieren die geboren zijn tussen 2017 en 2021 zijn gemiddeld 64,2 bokken en 183,6 geiten per generatie aangehouden voor de fokkerij. Met deze aantallen kan de effectieve populatiegrootte benaderd worden (Ne_{census}). Dit is 133 dieren voor de aangegeven periode. De minimale inteelttoename per generatie zou dan 0,37% zijn.

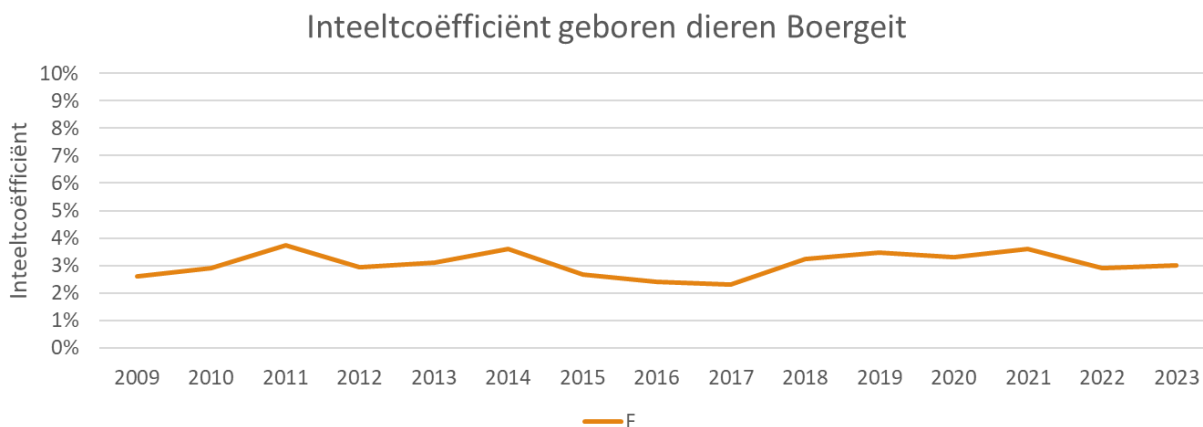
Bij deze populatiegrootte moet het aantal geiten per bok kleiner zijn dan 4,1 om de verwachte inteelttoename onder de 0,5% per generatie te houden en kleiner dan 1,6 om het onder de 0,25% per generatie te houden. De huidige ratio van 3,0 is dus aan de hoge kant.

Het is hier niet informatief om de gerealiseerde effectieve populatiegrootte uit te rekenen op basis van de werkelijke inteelttoename per generatie, omdat er dieren van buiten de fokpopulatie zijn gebruikt.

4.2 Inteeltbeheersing fokprogramma

4.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren

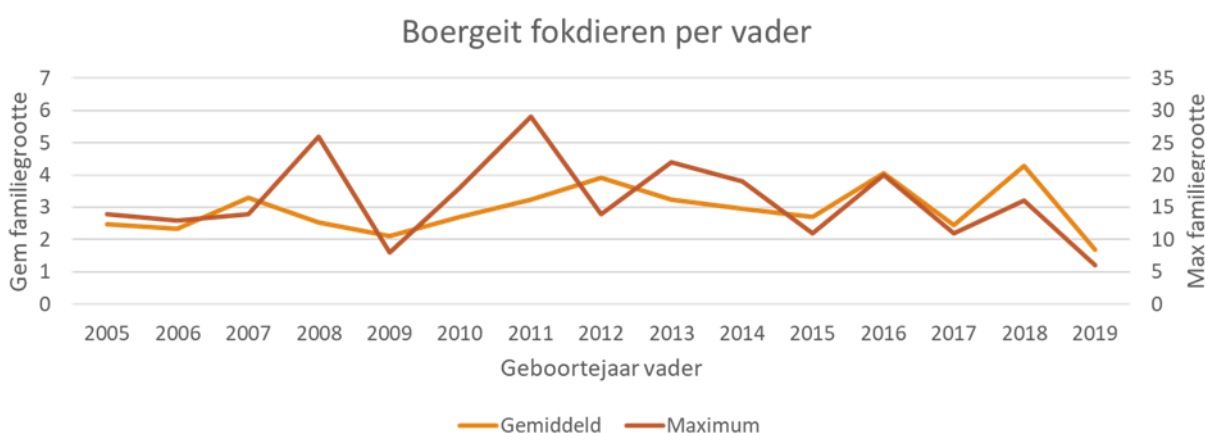
De gemiddelde inteeltcoëfficiënt per geboortjaar varieert, maar over de periode 2009 tot 2023 stijgt het gemiddelde nauwelijks. De werkelijke inteelttoename in de laatste generatie was -0,17%, een afname dus. Dit is lager dan de verwachte minimale inteelttoename per generatie (+0,38%). Gebruik van onverwante fokdieren uit het buitenland zorgt er bij de Boergeit in deze periode voor dat de inteelttoename per generatie laag is. Ontbrekende afstamming van geboren dieren speelt vrijwel geen rol in deze lage inteelttoename.



Figuur 4.4 Gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de Boergeit per geboortjaar.

4.2.2 Familiegrootte per vader

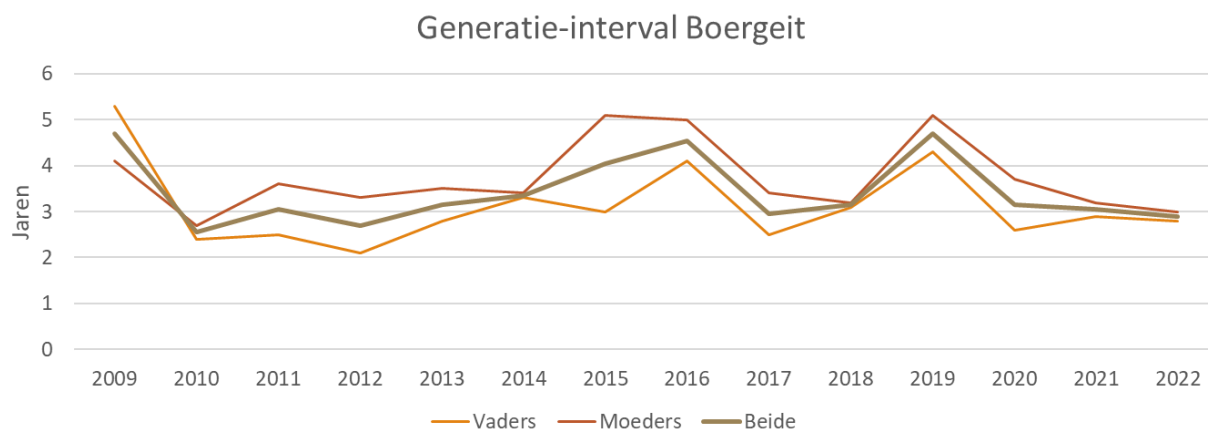
Familiegrootte is het aantal nakomelingen van een vader dat ingezet is als fokdier. Figuur 4.5 geeft de familiegrootte weer van vaders van fokdieren uit de evaluatieperiode 2009-2023. Deze vaders zijn zelf geboren tussen 2005 en 2019. Een klein aantal vaders met een groot aantal nakomelingen die ingezet zijn als fokdier heeft een grote impact op de inteelttoename per generatie. In bijna alle jaren is de maximale familiegrootte vijf keer zo groot als de gemiddelde familiegrootte. Het overmatig gebruik van een klein aantal vaders verkleinde de effectieve populatiegrootte gemiddeld met 63% tussen 2009 en 2023.



Figuur 4.5 Gemiddelde en maximale familiegrootte van Boergeit vaders per geboortjaar.

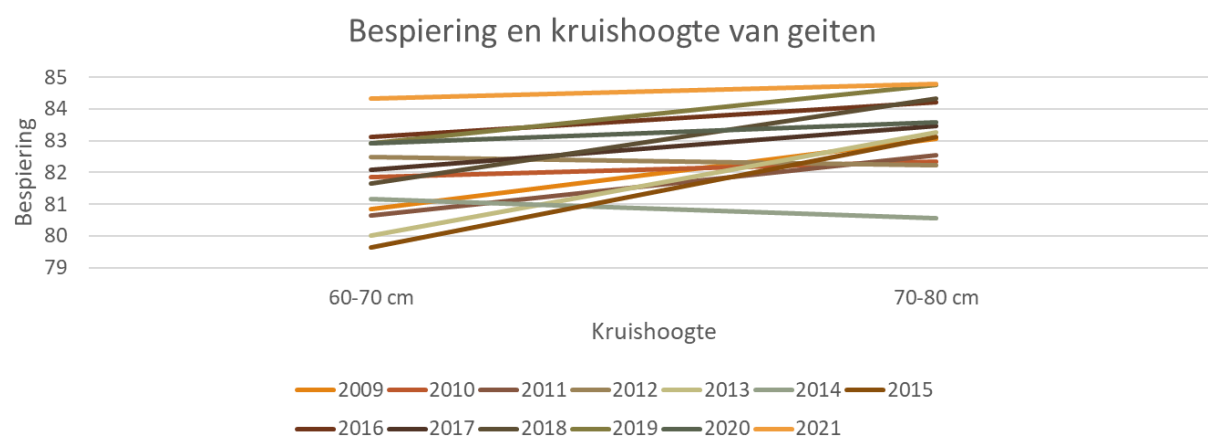
4.2.3 Generatie-interval

Het generatie-interval is vanaf 2017 gemiddeld 3,3 jaar, maar varieert behoorlijk over de jaren heen. In 2015, 2016 en 2019 waren de moeders relatief oud vergeleken met andere jaren. Hetzelfde geldt voor de bokken in 2016 en 2019. Een generatie-interval van 3 jaar is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing.



Figuur 4.6 Generatie-interval van de Boergeit per geboortjaar.

4.3 Genetische verandering door fokprogramma



Figuur 4.7 Genetische verandering van bespierung bij gelijke kruishoogte in de Boergeit.

Uit de analyse van scores voor bespierung en gemeten kruishoogte blijkt dat de score voor bespierung omhoog gegaan is in de loop van de jaren, ook als je binnen groepen geiten met dezelfde kruishoogte kijkt. De trends zijn een extra punt voor bespierung in 5,9 jaar tijd bij een kruishoogte tussen 60 en 70 cm, en in 7,1 jaar tijd bij een kruishoogte tussen 70 en 80 cm. Dit ging gepaard met een kleine daling van kruishoogte van 1 cm in 14,5 jaar.

4.4 Conclusies

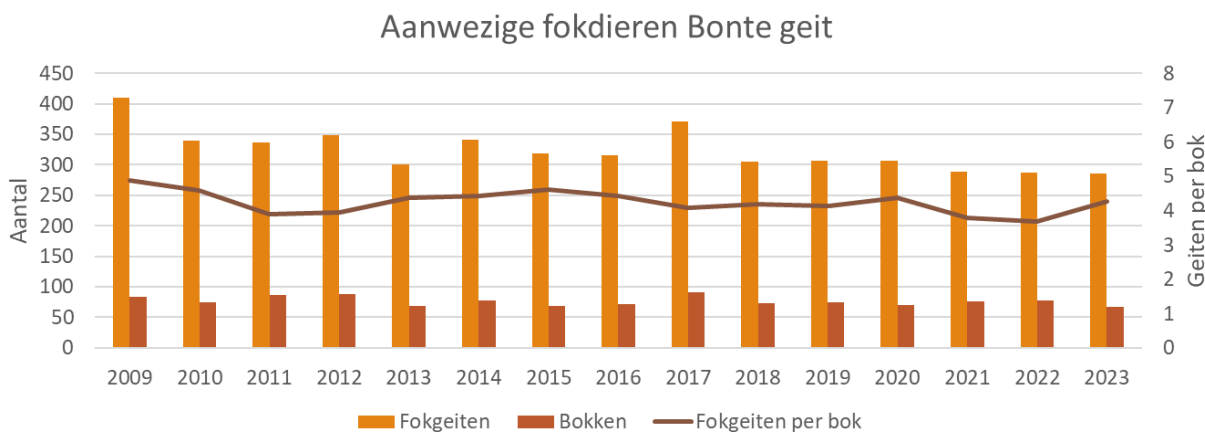
Op dit moment is de grootte van de Nederlandse Boergeit populatie eigenlijk net te klein om inteelttoename zodanig te beheersen dat de populatie langdurig gesloten zou kunnen zijn. Gebruik (op kleine schaal) van bokken van buitenaf is nodig om genetische variatie in het ras op peil te houden. Door het inzetten van bokken van buitenaf is de inteelt niet of nauwelijks toegenomen sinds 2016. Per jaar zijn er echter enkele bokken (1 of 2) met teveel nakomelingen die ingezet zijn als fokdier. Dit maakt inteeltbeheersing lastiger dan nodig is.

De selectie voor bespierung op basis van visuele beoordeling werkt in de praktijk. De aanbeveling is om te kleine dieren met een goede bespierung niet te selecteren, zodat kruishoogte overeenkomstig het fokdoel niet verder daalt.

5 Nederlandse Bonte geit

5.1 Populatiegrootte

5.1.1 Ontwikkeling in de tijd



Figuur 5.1 Aantal actieve fokgeiten en bokken per jaar van de Bonte geit.

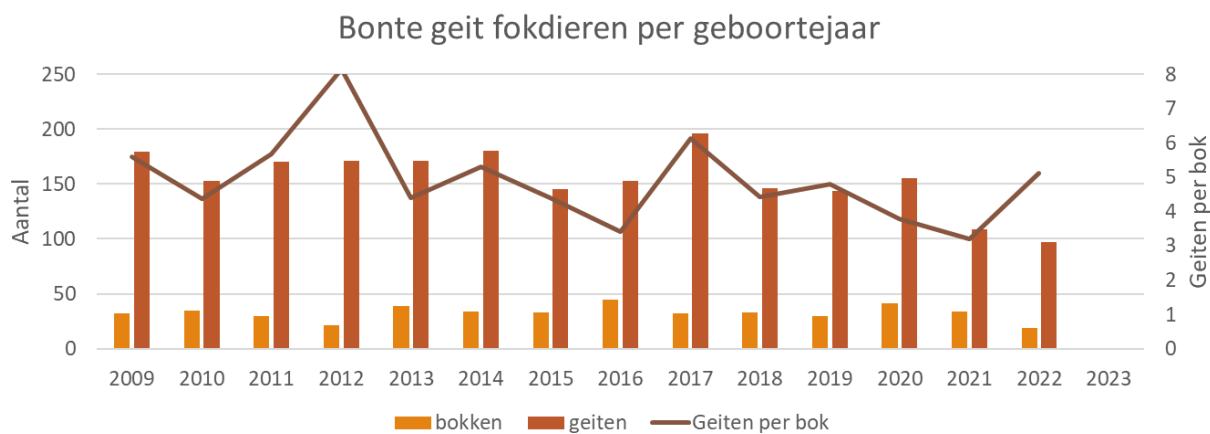
In Figuur 5.1 is het verloop van het aantal actieve fokbokken en fokgeiten per jaar weergegeven, evenals het verloop van het aantal fokgeiten per bok. Het aantal actieve fokdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van tenminste één geregistreerde nakomeling geboren in dat jaar.

Het ingezette aantal vrouwelijke dieren is stabiel in de laatste vijf generaties. Het aantal fokgeiten per bok is gemiddeld 4,0 vanaf 2017 en redelijk stabiel over de jaren heen.

Er zijn vanaf 2017 vrijwel geen bokken uit het buitenland gebruikt in het fokprogramma van de Bonte geit. Wel zijn er bokken ingezet die niet in het stamboek geregistreerd zijn, van 2,4 % van de dieren één of beide ouders onbekend is.

5.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortjaar

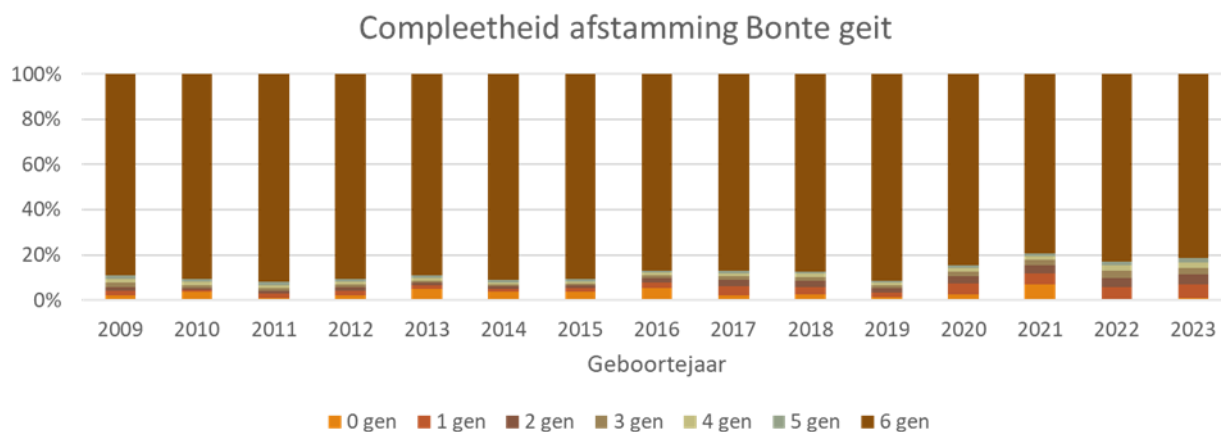
In Figuur 5.2 is aangegeven hoeveel bokken en geiten per geboortjaar zijn ingezet voor de fokkerij. Het aantal bokken en geiten varieert vrij sterk van jaar tot jaar. Inteelbeheersing is gemakkelijker als elk jaar ongeveer evenveel jonge geiten en jonge bokken worden aangehouden voor de fokkerij en het aantal geiten per bok ook meer constant is. Het vervangingspercentage per jaar tot 2016 was 42% voor bokken en 52% voor geiten. Vanaf 2017 was dit respectievelijk gemiddeld 47% en 49% per jaar.



Figuur 5.2 Aantal aangehouden geiten en bokken per geboortjaar van de Bonte geit.

5.1.3 Volledigheid afstamming

Figuur 5.3 geeft weer wat het aantal bekende generaties is in de afstamming van dieren per geboortjaar. Het percentage dieren met 6 of meer generaties voorouders bekend schommelt rond de 90% tussen 2009 en 2019, maar is in de jaren daarna ongeveer 80%. Van de dieren die geboren zijn in 2021 heeft 11,7% geen bekende ouders of geen bekende grootouders. In de periode 2017-2023 is van 2,4% van de in Nederland geboren lammeren één of beide ouders onbekend.



Figuur 5.3 Volledigheid afstamming van de Bonte geit per geboortjaar.

5.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte

Van de dieren die geboren zijn tussen 2017 en 2021 zijn gemiddeld 102 bokken en 450 geiten per generatie aangehouden voor de fokkerij. Met deze aantallen kan de effectieve populatiegrootte benaderd worden (N_{e_census}). Dit is 233 dieren voor de aangegeven periode. De minimale inteelttoename per generatie zou dan 0,21% zijn.

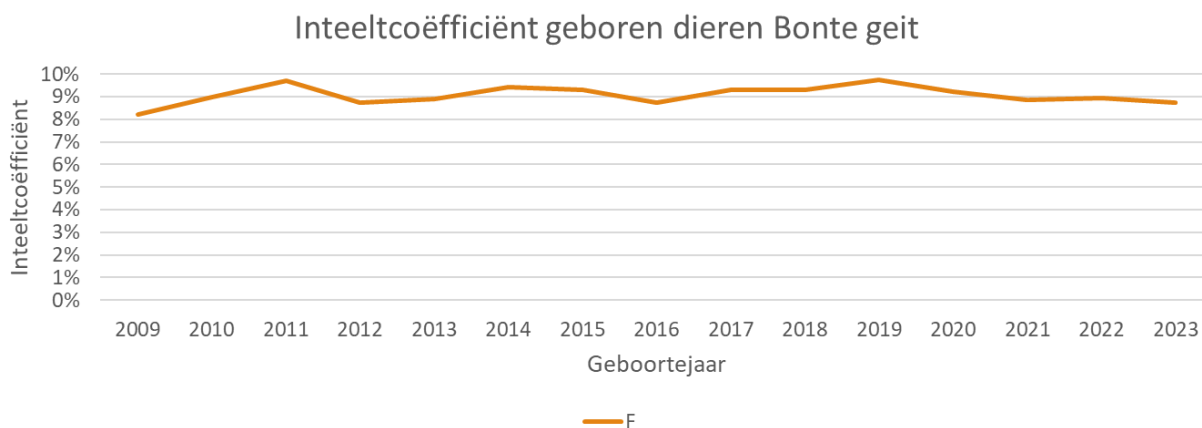
Bij deze populatiegrootte moet het aantal geiten per bok kleiner zijn dan 11,6 om de verwachte inteelttoename onder de 0,5% per generatie te houden en kleiner dan 5,3 om het onder de 0,25% per generatie te houden. De huidige ratio van 4,0 voldoet dus.

Het percentage lammeren geboren tussen 2017 en 2023 waarvan de ouders niet bekend zijn was 2,4%. Het is hier niet informatief om de gerealiseerde effectieve populatiegrootte uit te rekenen op basis van de werkelijke inteelttoename per generatie, omdat er dieren van buiten de fokpopulatie zijn gebruikt.

5.2 Inteeltbeheersing fokprogramma

5.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren

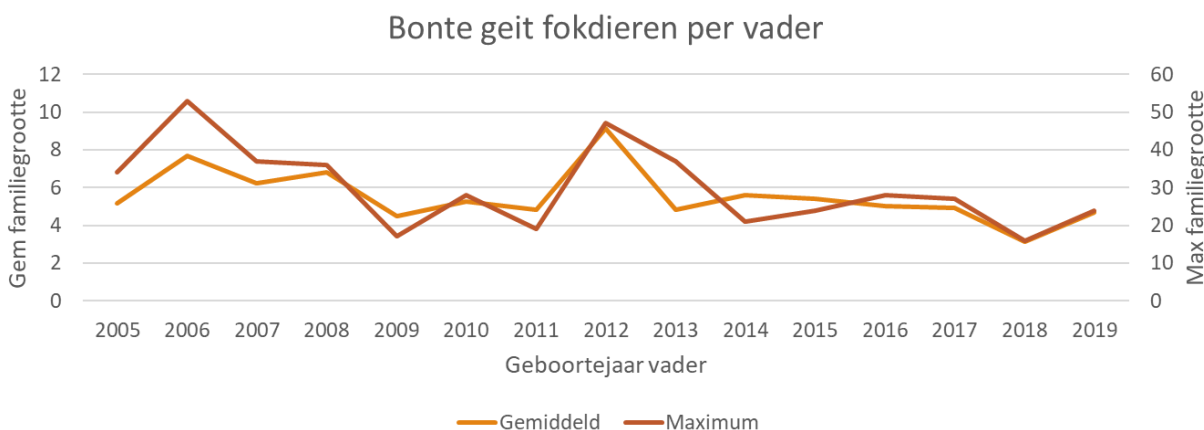
De gemiddelde inteeltcoëfficiënt per geboortejaar ligt op een vrij hoog niveau, deels door relatief veel generaties in de afstamming, deels door een snelle inteelttoename in het verleden, maar over de periode 2009 tot 2023 stijgt het gemiddelde nauwelijks. De werkelijke inteelttoename in de meest recente generatie was -0,60%. Dit is lager dan de verwachte minimale inteelttoename per generatie (+0,21%). Uitwisseling met andere Nederlandse rassen kan hieraan bijgedragen hebben, maar er zijn nauwelijks bokken uit het buitenland gebruikt. Ontbrekende afstamming van geboren dieren speelt ook vrijwel geen rol in deze lage inteelttoename.



Figuur 5.4 Gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de Bonte geit per geboortejaar.

5.2.2 Familiegrootte per vader

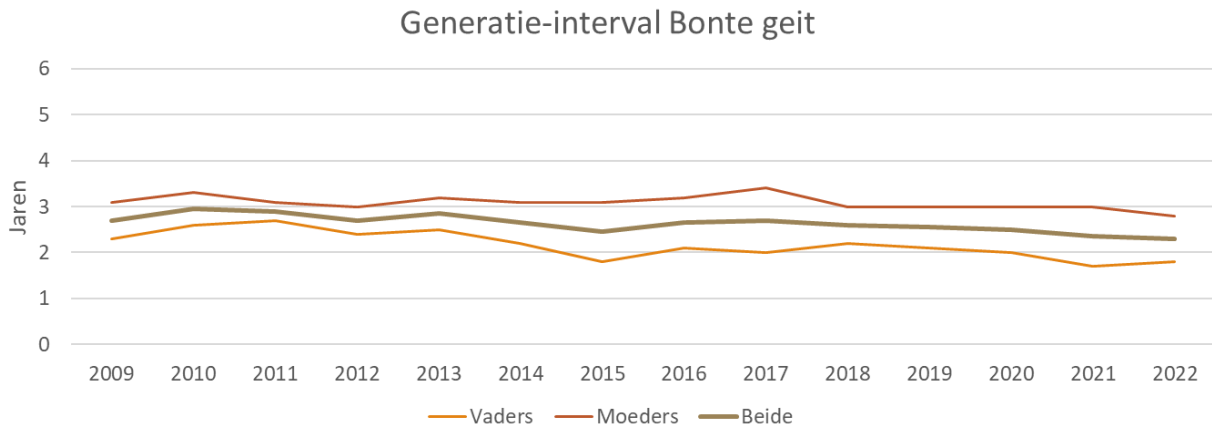
Familiegrootte is het aantal nakomelingen van een vader dat ingezet is als fokdier. Figuur 5.5 geeft de familiegrootte weer van vaders van fokdieren uit de evaluatieperiode 2009-2023. Deze vaders zijn zelf geboren tussen 2005 en 2019. Een klein aantal vaders (2-3) met een groot aantal nakomelingen die ingezet zijn als fokdier heeft een grote impact op de inteelttoename per generatie. In bijna alle jaren is de maximale familiegrootte vijf keer zo groot als de gemiddelde familiegrootte. Het overmatig gebruik van een klein aantal vaders verkleinde de effectieve populatiegrootte gemiddeld met 79% tussen 2009 en 2023.



Figuur 5.5 Gemiddelde en maximale familiegrootte van Bonte geit vaders per geboortejaar.

5.2.3 Generatie-interval

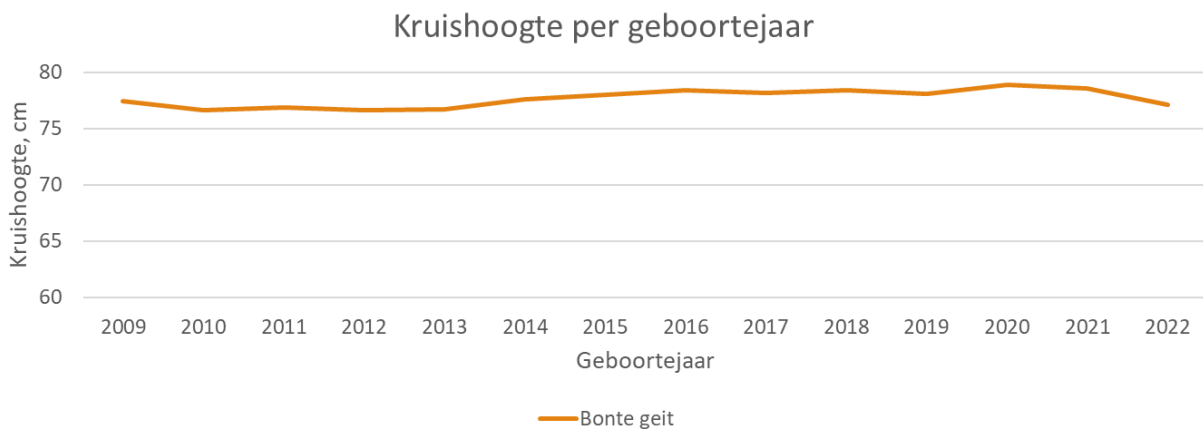
Het generatie-interval is vanaf 2017 gemiddeld 2,5 jaar en stabiel over de jaren heen. Een generatie-interval onder de 3 jaar is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing.



Figuur 5.6 Generatie-interval van de Bonte geit per geboortjaar.

5.3 Genetische verandering door fokprogramma

De genetische verandering van kruishoogte is weergegeven in Figuur 5.7. De kruishoogte neemt geleidelijk toe met 1 cm grotere kruishoogte per 8,2 jaar. Dit is geen bewuste selectie voor grotere geiten. Wellicht is het een gevolg van selectie voor melkproductiegeschiktheid of het inzetten van bokken die hierop geselecteerd zijn.



Figuur 5.7 Genetische verandering van kruishoogte in de Bonte geit.

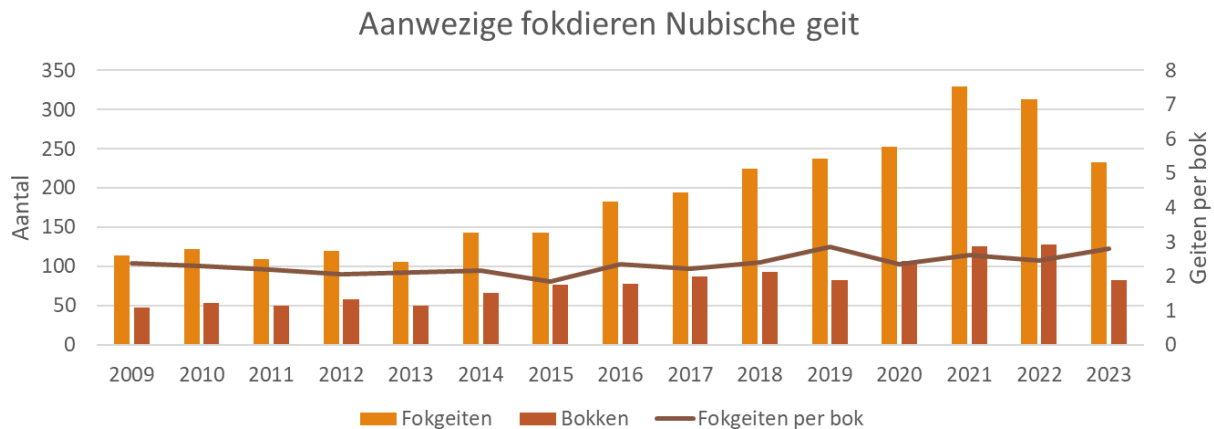
5.4 Conclusies

Met het huidige fokbeleid met uitwisseling met Melkgeit en Witte geit is inteelttoename per generatie bij de Bonte geit lager dan 0,25% per generatie en dus onder controle. De gemiddelde inteelt is niet of nauwelijks toegenomen sinds 2016. Per jaar zijn er enkele bokken (2 of 3) met teveel nakomelingen die later zelf ingezet zijn als fokdier. Dit is een belangrijk aandachtspunt in de toekomstige inteeltbeheersing. Kruishoogte neemt geleidelijk toe over de jaren heen, zonder dat hier bewust voor wordt geselecteerd.

6 Nederlandse Nubische geit

6.1 Populatiegrootte

6.1.1 Ontwikkeling in de tijd



Figuur 6.1 Aantal actieve fokgeiten en bokken per jaar van de Nubische geit.

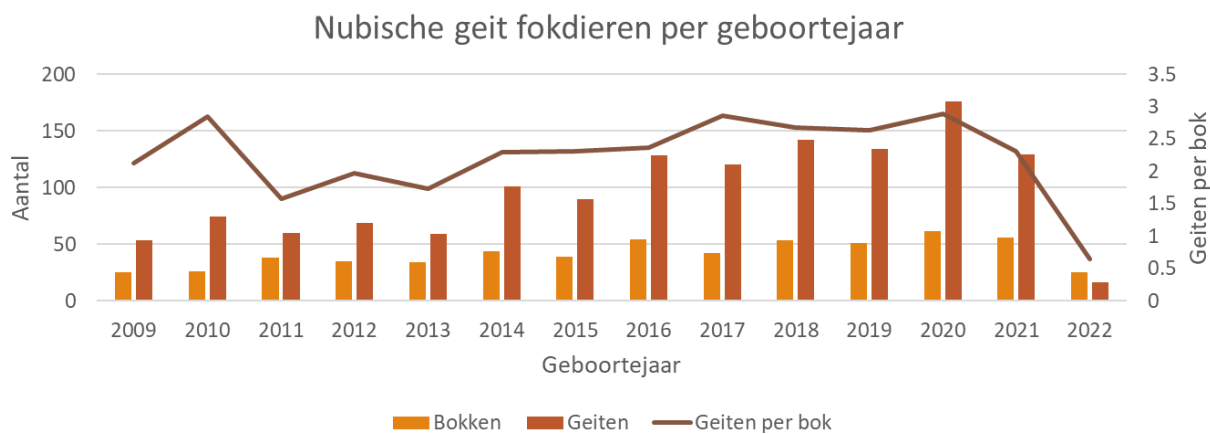
In Figuur 6.1 is het verloop van het aantal actieve fokbokken en fokgeiten per jaar weergegeven, evenals het verloop van het aantal fokgeiten per bok. Het aantal actieve fokdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van tenminste één geregistreerde nakomeling geboren in dat jaar.

Het aantal vrouwelijke dieren is vanaf 2014 vrij sterk gestegen, maar is weer gedaald in 2023. Het aantal fokgeiten per bok is gemiddeld 2,5 vanaf 2017 en redelijk stabiel over de jaren heen. Dit is een prima verhouding voor duurzame inteeltbeheersing.

Er zijn structureel relatief veel bokken uit het buitenland gebruikt. Gemiddeld 64,9% van de gebruikte bokken in de periode 2017-2023 was afkomstig uit het buitenland, zoals Polen, Tsjechië of Duitsland.

6.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortjaar

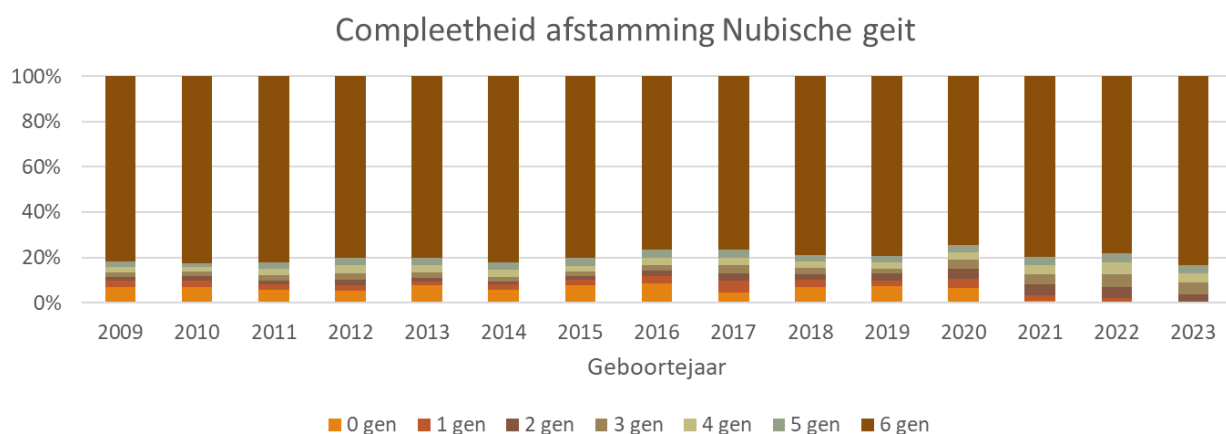
In Figuur 6.2 is aangegeven hoeveel bokken en geiten per geboortjaar zijn ingezet voor de fokkerij. Het aantal bokken en geiten is redelijk stabiel en neemt alleen toe met de toenemende populatiegrootte. Dat is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing. Het jaar 2022 is incompleet en geeft hierdoor een vertekend beeld. Het vervangingspercentage per jaar tot 2016 was 53% voor bokken en 52% voor geiten. Vanaf 2017 was dit respectievelijk gemiddeld 50% en 52% per jaar.



Figuur 6.2 Aantal aangehouden geiten en bokken per geboortjaar van de Nubische geit.

6.1.3 Volledigheid afstamming

Figuur 6.3 geeft weer wat het aantal bekende generaties is in de afstamming van dieren per geboortjaar. Het percentage dieren met 6 of meer generaties voorouders bekend schommelt tussen de 75 en 83%. Elk jaar heeft ongeveer 10% van de dieren geen bekende ouders of bekende grootouders. Dit wordt deels veroorzaakt door het gebruik van een groot aantal bokken uit andere fokprogramma's.



Figuur 6.3 Volledigheid afstamming van de Bonte geit per geboortjaar.

6.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte

Van de dieren die geboren zijn tussen 2017 en 2021 zijn gemiddeld 158 bokken en 421 geiten per generatie aangehouden voor de fokkerij. Met deze aantallen kan de effectieve populatiegrootte benaderd worden (Ne_{census}). Dit is 321 dieren voor de aangegeven periode. De minimale inteelttoename per generatie zou dan 0,16% zijn.

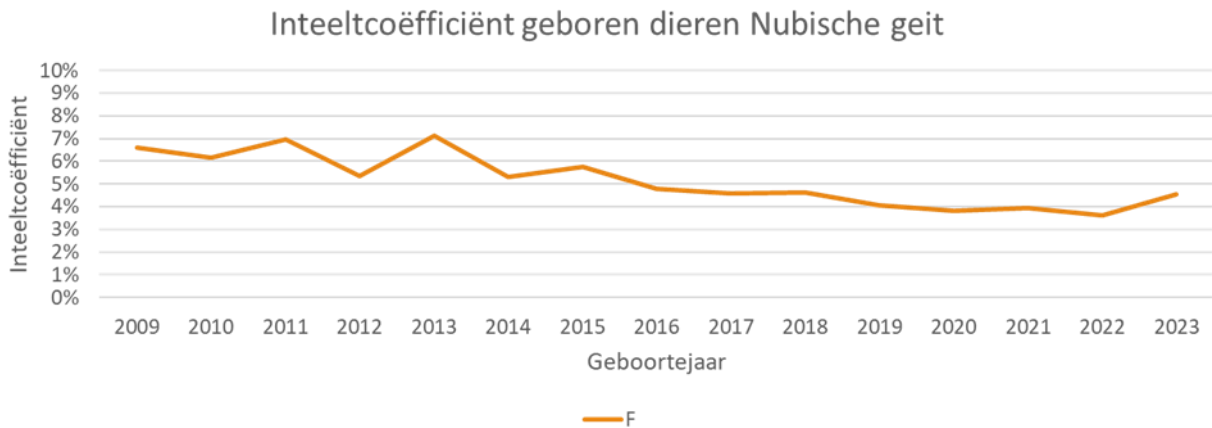
Bij deze populatiegrootte moet het aantal geiten per bok kleiner zijn dan 10,8 om de verwachte inteelttoename onder de 0,5% per generatie te houden en kleiner dan 4,9 om het onder de 0,25% per generatie te houden. De huidige ratio van 2,5 voldoet dus ruimschoots.

Gemiddeld 0,4% van de geboren lammeren in de periode 2017-2023 had geen bekende ouders. Het is hier niet informatief om de gerealiseerde effectieve populatiegrootte uit te rekenen op basis van de werkelijke inteelttoename per generatie, omdat er dieren van buiten de fokpopulatie zijn gebruikt.

6.2 Inteeltbeheersing fokprogramma

6.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren

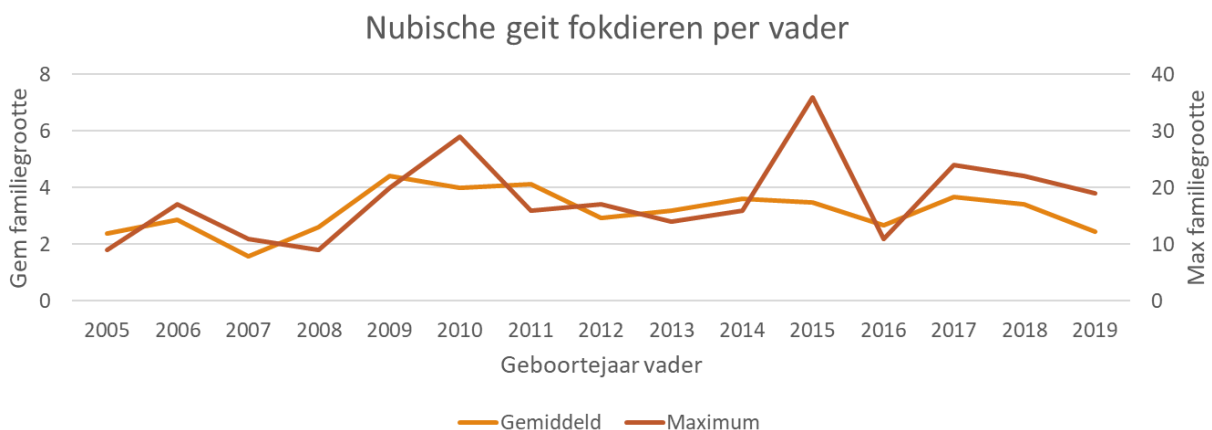
De gemiddelde inteeltcoëfficiënt per geboortejaar daalt over de periode 2009 tot 2023. De werkelijke inteelttoename in de laatste generatie was -0,15%. Dit is duidelijk lager dan de verwachte minimale inteelttoename per generatie (+0,16%). Grootschalig gebruik van kennelijk onverwante fokdieren uit het buitenland is de belangrijkste reden dat de gemiddelde inteeltcoëfficiënt per generatie afneemt. Ontbrekende afstamming van geboren dieren kan ook een kleine rol spelen in deze inteeltafname.



Figuur 6.4 Gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de Nubische geit per geboortejaar.

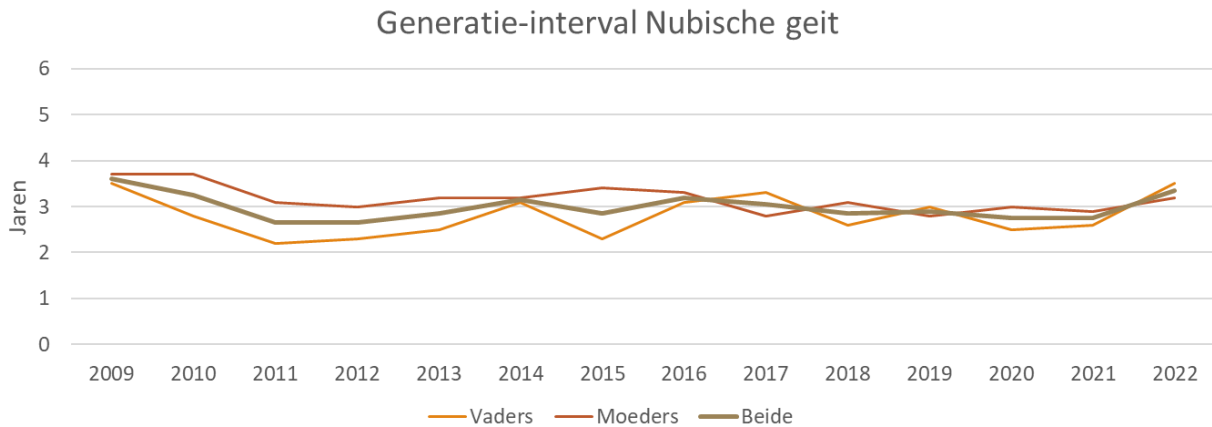
6.2.2 Familiegrootte per vader

Familiegrootte is het aantal nakomelingen van een vader dat ingezet is als fokdier. Figuur 6.5 geeft de familiegrootte weer van vaders van fokdieren uit de evaluatieperiode 2009-2023. Deze vaders zijn zelf geboren tussen 2005 en 2019. Een klein aantal vaders met een groot aantal nakomelingen die ingezet zijn als fokdier heeft een grote impact op de inteelttoename per generatie. In bijna alle jaren is de maximale familiegrootte vijf keer zo groot als de gemiddelde familiegrootte. Het overmatig gebruik van een klein aantal vaders verkleinde de effectieve populatiegrootte gemiddeld met 62% tussen 2009 en 2023.



Figuur 6.5 Gemiddelde en maximale familiegrootte van Nubische geit vaders per geboortejaar.

6.2.3 Generatie-interval



Figuur 6.6 Generatie-interval van de Nubische geit per geboortjaar.

Het generatie-interval is vanaf 2017 gemiddeld 2,9 jaar en is stabiel over de jaren heen. Dit is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing.

6.3 Genetische verandering door fokprogramma

Als er zoveel bokken geïmporteerd worden, is het bijna niet mogelijk om een eigen fokbeleid uit te voeren. De populatie en de fokdoelen zijn vergelijkbaar met het buitenland. Het Nederlandse fokprogramma beweegt dan eigenlijk mee met de buitenlandse fokprogramma's.

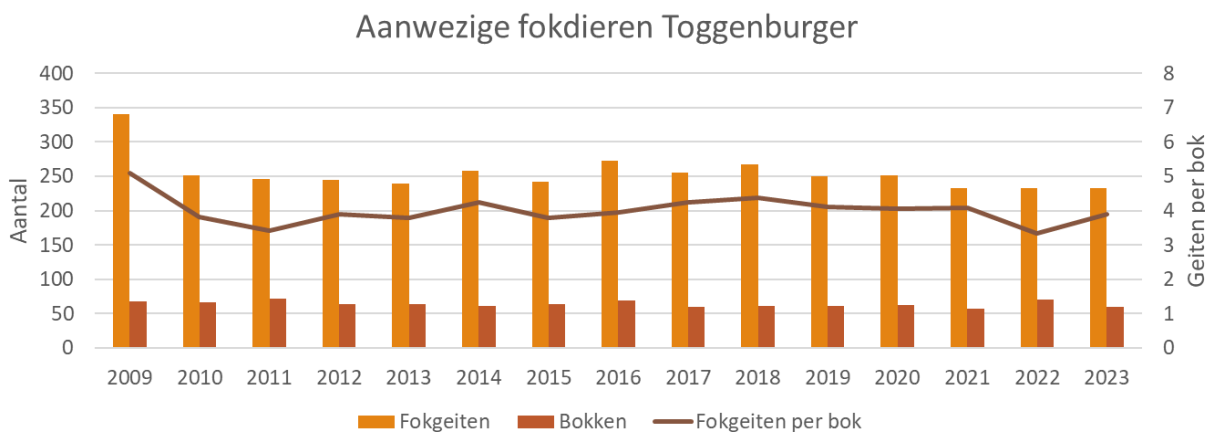
6.4 Conclusies

Met het huidige fokbeleid en het veelvuldig gebruik van bokken uit het buitenland is inteelttoename per generatie bij de Nubische geit onder controle. De gemiddelde inteelt is niet of nauwelijks toegenomen sinds 2016. Er is elk jaar wel een klein aantal vaders met veel teveel nakomelingen die ingezet zijn als fokdier. Dit maakt inteeltbeheersing veel moeilijker in de praktijk, dus het advies is daar op te letten.

7 Nederlandse Toggenburger geit

7.1 Populatiegrootte

7.1.1 Ontwikkeling in de tijd



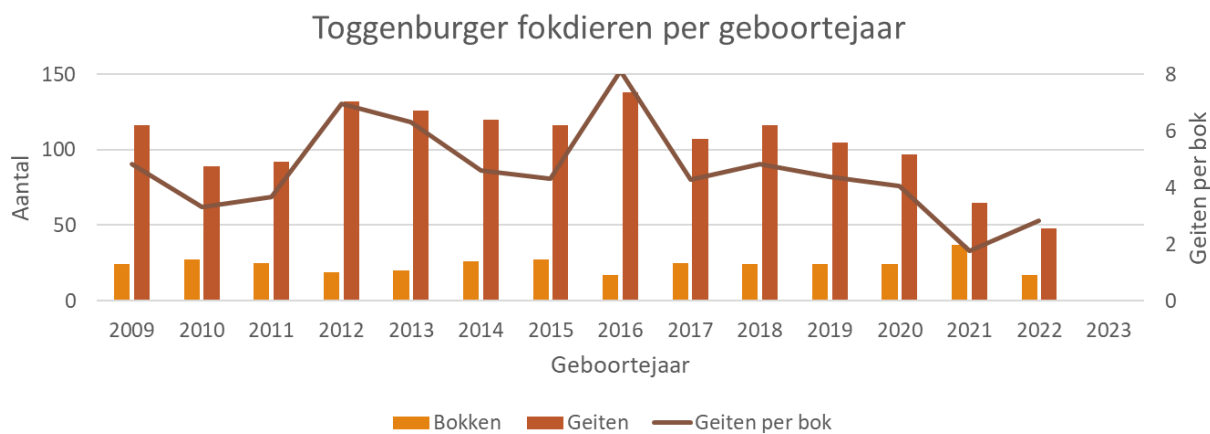
Figuur 7.1 Aantal actieve fokgeiten en bokken per jaar van de Toggenburger.

In Figuur 7.1 is het verloop van het aantal actieve fokbokken en fokgeiten per jaar weergegeven, evenals het verloop van het aantal fokgeiten per bok. Het aantal actieve fokdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van tenminste één geregistreerde nakomeling geboren in dat jaar.

Het aantal vrouwelijke dieren is stabiel vanaf 2010. Het aantal fokgeiten per bok is gemiddeld 4,0 vanaf 2017 en stabiel over de jaren heen. Met een ratio van 4,0 is de kans iets groter dat er teveel nakomelingen van één vader worden ingezet voor de fokkerij, wat een risico is voor de inteeltbeheersing.

7.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortjaar

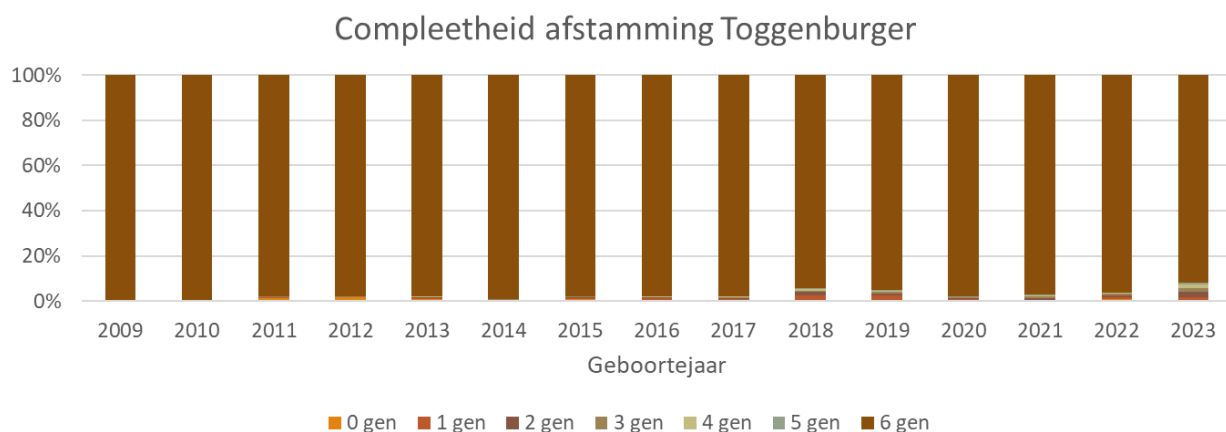
In Figuur 7.2 is aangegeven hoeveel bokken en geiten per geboortjaar zijn ingezet voor de fokkerij. Het aantal ingezette bokken per jaar is redelijk stabiel, maar het aantal ingezette geiten per jaar varieert sterk. Ook de sterke variatie in aantal ingezette geiten per ingezette bok is niet een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing. Het jaar 2022 is incompleet en geeft hierdoor een vertekend beeld. Het vervangingspercentage per jaar tot 2016 was 36% voor bokken en 45% voor geiten. Vanaf 2017 was dit respectievelijk gemiddeld 41% en 43% per jaar.



Figuur 7.2 Aantal aangehouden geiten en bokken per geboortjaar van de Toggenburger.

7.1.3 Volledigheid afstamming

Figuur 7.3 geeft weer wat het aantal bekende generaties is in de afstamming van dieren per geboortjaar. Het percentage dieren met 6 of meer generaties voorouders bekend is 95% of hoger. In de periode 2017-2023 is van 1,6% van de in Nederland geboren lammeren één of beide ouders onbekend.



Figuur 7.3 Volledigheid afstamming van de Toggenburger per geboortjaar.

7.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte

Van de dieren die geboren zijn tussen 2017 en 2021 zijn gemiddeld 80 bokken en 294 geiten per generatie aangehouden voor de fokkerij. Met deze aantallen kan de effectieve populatiegrootte benaderd worden (N_{e_census}). Dit is 177 dieren voor de aangegeven periode. De minimale inteelttoename per generatie zou dan 0,28% zijn.

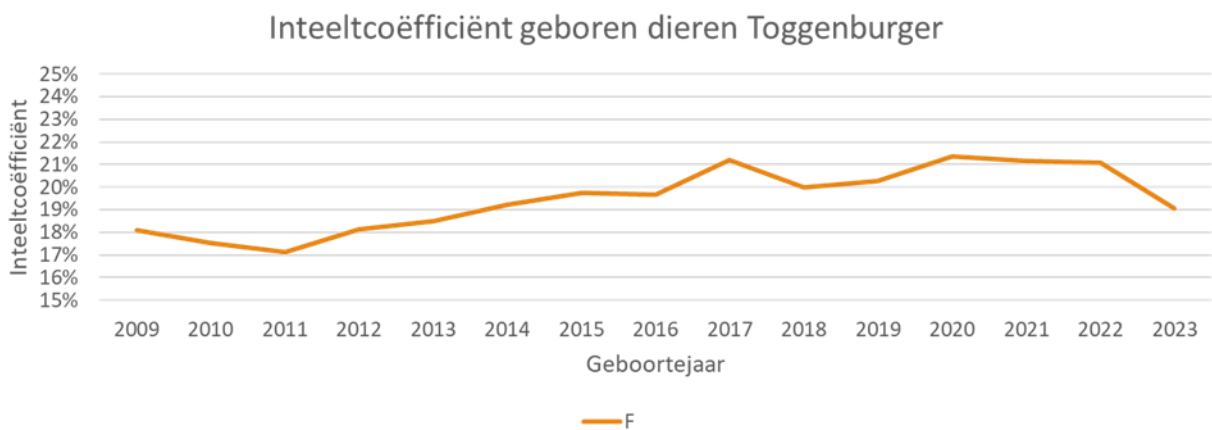
Bij deze populatiegrootte moet het aantal geiten per bok kleiner zijn dan 7,1 om de verwachte inteelttoename onder de 0,5% per generatie te houden en kleiner dan 3,2 om het onder de 0,25% per generatie te houden. De huidige ratio van 4,0 is dus aan de hoge kant.

Het is hier niet informatief om de gerealiseerde effectieve populatiegrootte uit te rekenen op basis van de werkelijke inteelttoename per generatie, omdat er dieren van buiten de fokpopulatie zijn gebruikt.

7.2 Inteeltbeheersing fokprogramma

7.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren

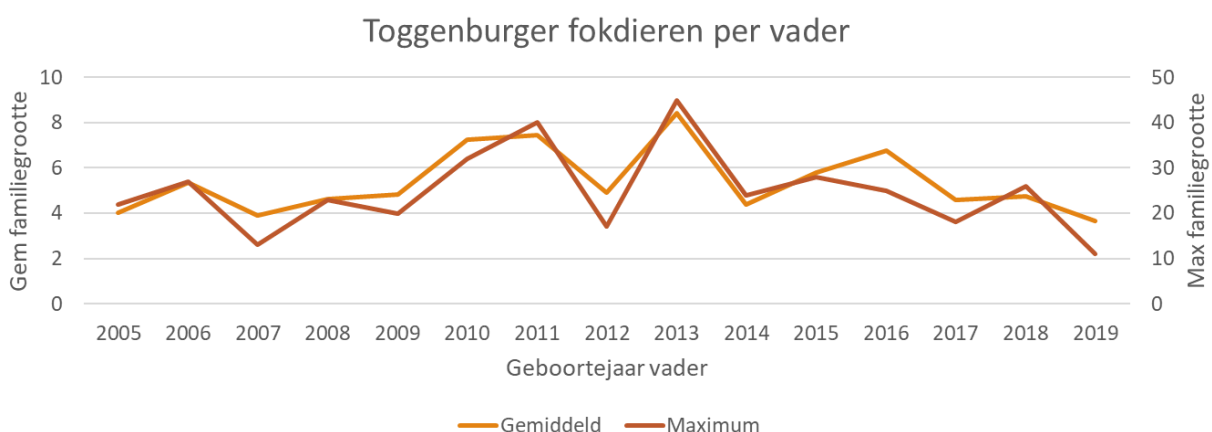
De gemiddelde inteeltcoëfficiënt per geboortejaar ligt op een hoog niveau, voor een deel door relatief veel generaties in de afstamming, maar vooral door een snelle inteelttoename in het verleden. Ook tussen 2009 en 2020 steeg het gemiddelde, maar daarna daalde het gemiddelde. De werkelijke inteelttoename in de laatste generatie was -0,13%. De verwachte inteelttoename per generatie is 0,28%. Een belangrijke reden voor de verandering na 2020 is de aanpassing van het fokreglement zodat meer dieren ingeschreven kunnen worden om meer genetische spreiding te houden in de populatie.



Figuur 7.4 Gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de Toggenburger per geboortejaar.

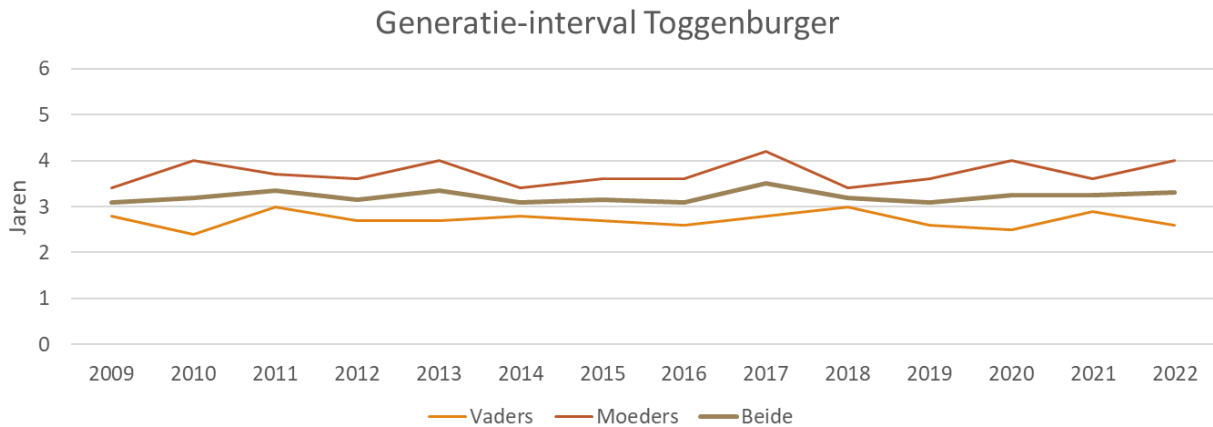
7.2.2 Familiegrootte per vader

Familiegrootte is het aantal nakomelingen van een vader dat ingezet is als fokdier. Figuur 7.5 geeft de familiegrootte weer van vaders van fokdieren uit de evaluatieperiode 2009-2023. Deze vaders zijn zelf geboren tussen 2005 en 2019. Een klein aantal vaders met een groot aantal nakomelingen die ingezet zijn als fokdier heeft een grote impact op de inteelttoename per generatie. In bijna alle jaren is de maximale familiegrootte vijf keer zo groot als de gemiddelde familiegrootte. Het overmatig gebruik van een klein aantal vaders verkleinde de effectieve populatiegrootte gemiddeld met 76% tussen 2009 en 2023.



Figuur 7.5 Gemiddelde en maximale familiegrootte van Toggenburger vaders per geboortejaar.

7.2.3 Generatie-interval

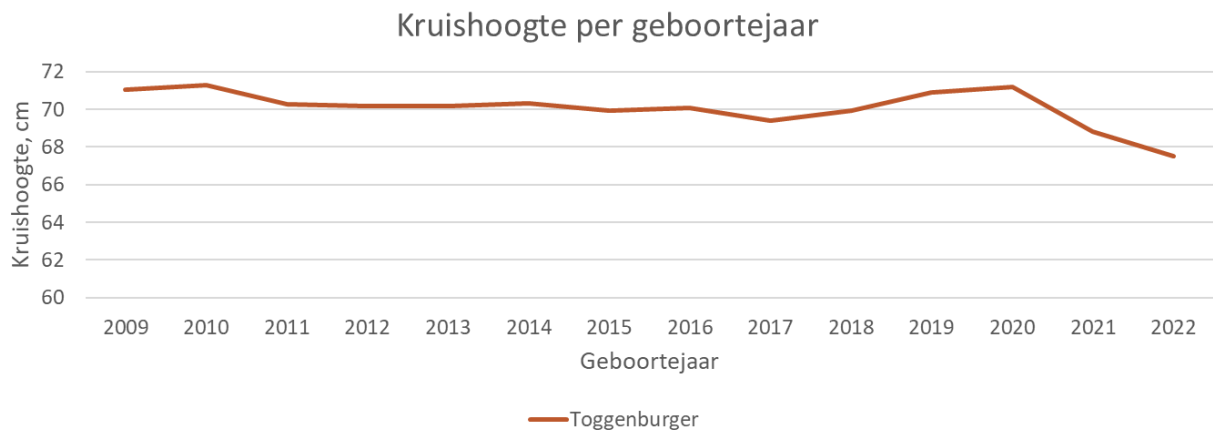


Figuur 7.6 Generatie-interval van de Toggenburger per geboortjaar.

Het generatie-interval is vanaf 2017 gemiddeld 3,2 jaar en is redelijk stabiel. Dit is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing.

7.3 Genetische verandering door fokprogramma

De genetische verandering per kruishoogte bij de Toggenburger is weergegeven in Figuur 7.7. In de evaluatieperiode was er verlies aan kruishoogte van 1 cm per 7,2 jaar, dus het is goed om hier aandacht aan te besteden. De metingen in 2021 en 2022 zijn nog niet volledig en moeten met die informatie bekeken worden..



Figuur 7.7 Genetische verandering van kruishoogte in de Toggenburger.

7.4 Conclusies

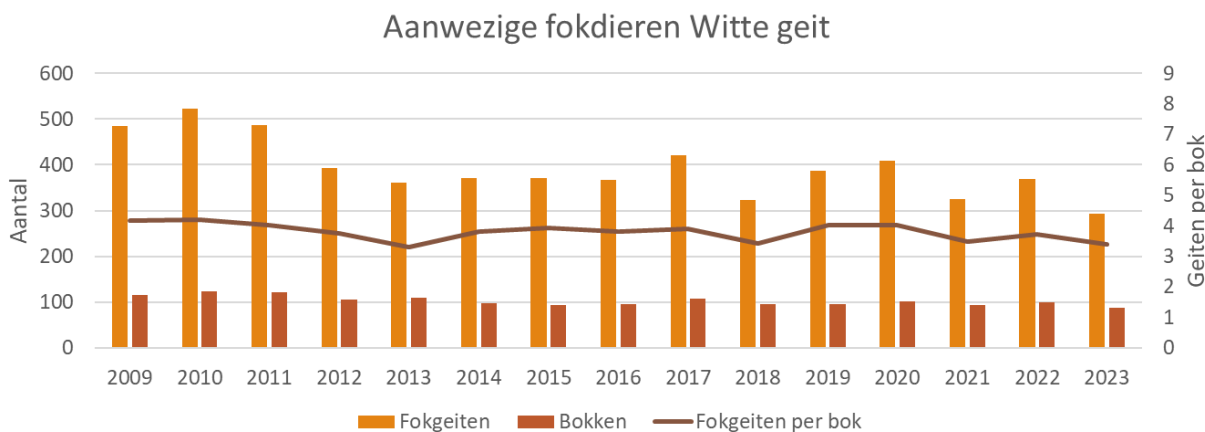
Met de aanpassing van het fokreglement om een bredere selectie van bokken te kunnen inzetten lijkt de inteelttoename per generatie bij de Toggenburger nu beter onder controle dan tot 2020 het geval was. Het beleid van het gebruik op kleine schaal van bokken van buitenaf helpt om genetische variatie in het ras op peil te houden. Er is echter elk jaar een klein aantal vaders met veel teveel nakomelingen die ingezet zijn als fokdier en dit maakt inteeltbeheersing veel moeilijker in de praktijk.

Kruishoogte is licht gedaald in de evaluatieperiode en dat is niet overeenkomstig het fokdoel. Het is goed om in het fokprogramma aandacht aan hoogtemaat te besteden.

8 Nederlandse Witte geit

8.1 Populatiegrootte

8.1.1 Ontwikkeling in de tijd



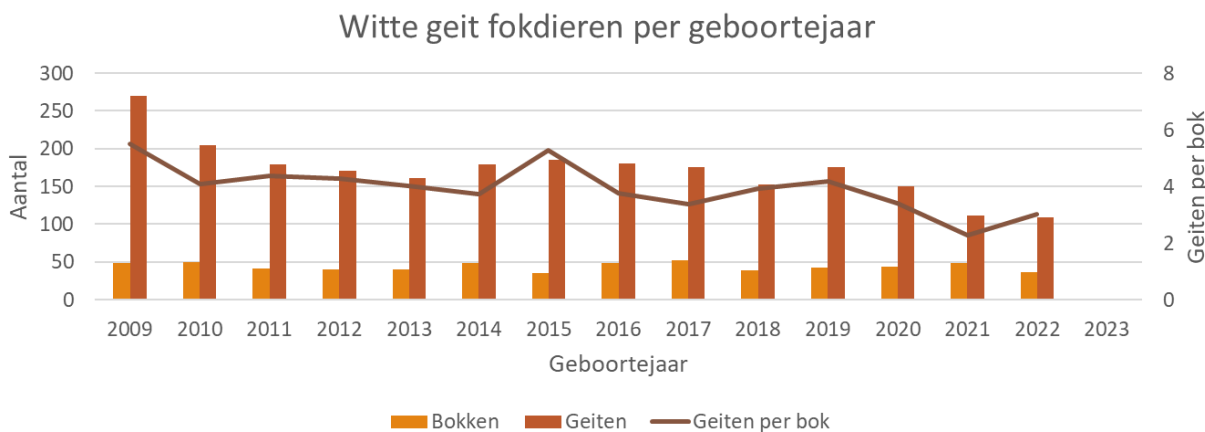
Figuur 8.1 Aantal actieve fokgeiten en bokken per jaar van de Witte geit.

In Figuur 8.1 is het verloop van het aantal actieve fokbokken en fokgeiten per jaar weergegeven, evenals het verloop van het aantal fokgeiten per bok. Het aantal actieve fokdieren is gebaseerd op de aanwezigheid van tenminste één geregistreerde nakomeling geboren in dat jaar.

Het aantal vrouwelijke dieren is stabiel vanaf 2010. Het aantal fokgeiten per bok is gemiddeld 3,7 vanaf 2017 en iets lager dan in de periode 2009-2016 (3,9).

8.1.2 Aangehouden fokdieren per geboortjaar

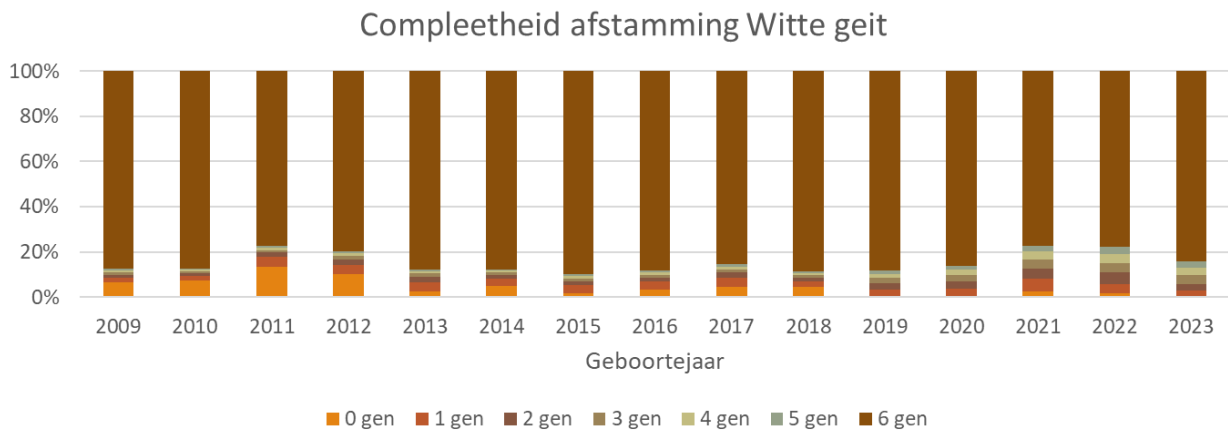
In Figuur 8.2 is aangegeven hoeveel bokken en geiten per geboortjaar zijn ingezet voor de fokkerij. Het aantal bokken en geiten is redelijk stabiel, evenals het aantal ingezette geiten per ingezette bok. Dat is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing. Het vervangingspercentage per jaar tot 2016 was 43% voor bokken en 50% voor geiten. Vanaf 2017 was dit gemiddeld 45% per jaar in beide seksen.



Figuur 8.2 Aantal aangehouden geiten en bokken per geboortjaar van de Witte geit.

8.1.3 Volledigheid afstamming

Figuur 8.3 geeft weer wat het aantal bekende generaties is in de afstamming van dieren per geboortjaar. Het percentage dieren met 6 of meer generaties voorouders bekend is redelijk stabiel over de jaren heen en gemiddeld 85%. In de periode 2017-2023 is van 5,6% van de in Nederland geboren lammeren één of beide ouders onbekend.



Figuur 8.3 Volledigheid afstamming van de Witte geit per geboortjaar.

8.1.4 Schatting effectieve populatiegrootte

Van de dieren die geboren zijn tussen 2017 en 2021 zijn gemiddeld 136 bokken en 459 geiten per generatie aangehouden voor de fokkerij. Met deze aantallen kan de effectieve populatiegrootte benaderd worden (N_{e_census}). Dit is 293 dieren voor de aangegeven periode. De minimale inteelttoename per generatie zou dan 0,17% zijn.

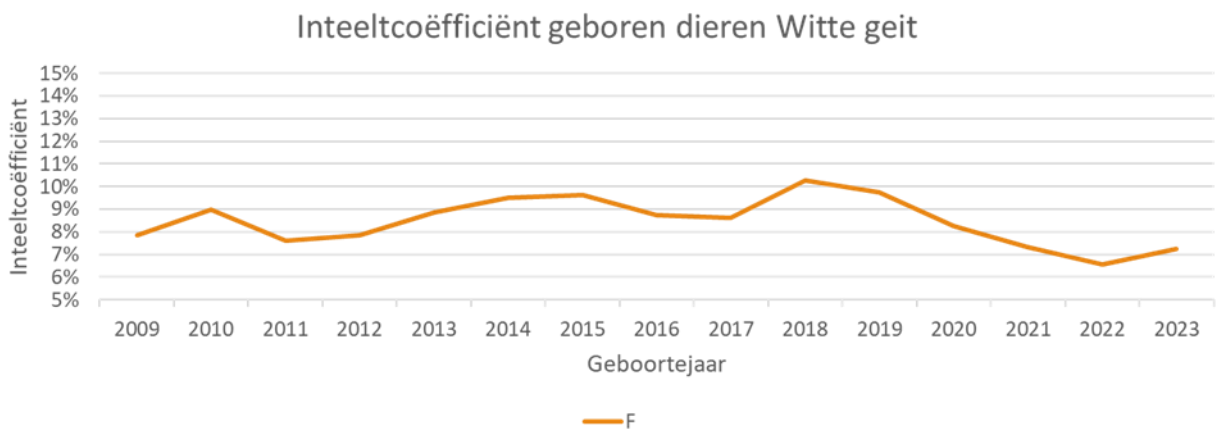
Bij deze populatiegrootte moet het aantal geiten per bok kleiner zijn dan 11,8 om de verwachte inteelttoename onder de 0,5% per generatie te houden en kleiner dan 5,4 om het onder de 0,25% per generatie te houden. De huidige ratio van 3,7 voldoet dus.

Het is hier niet informatief om de gerealiseerde effectieve populatiegrootte uit te rekenen op basis van de werkelijke inteelttoename per generatie, omdat er dieren van buiten de fokpopulatie zijn gebruikt.

8.2 Inteeltbeheersing fokprogramma

8.2.1 Inteeltcoëfficiënt geboren dieren

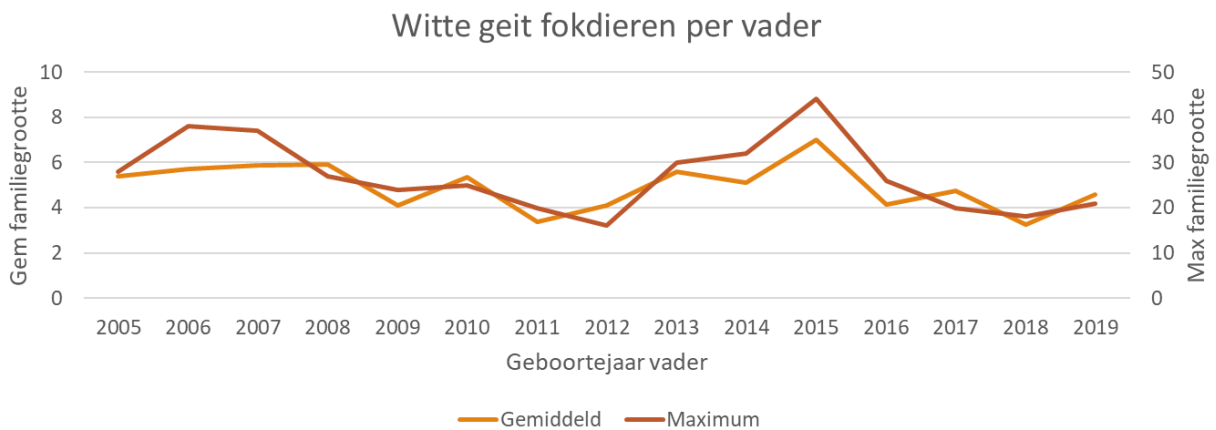
De gemiddelde inteeltcoëfficiënt per geboortjaar ligt op een vrij hoog niveau, vooral door relatief veel generaties in de afstamming. Ook in de periode 2009 tot 2016 stijgt het gemiddelde met de verwachte minimale inteelttoename per generatie. Na 2017 daalt de gemiddelde inteeltcoëfficiënt vrij sterk. Uitwisseling met andere Nederlandse rassen heeft hieraan bijgedragen: onder andere dieren met het uiterlijk van Witte geit, maar met registratie Melkgeit zijn overgezet naar het Witte geit stamboek. Ontbrekende afstamming van geboren dieren speelt kan ook een kleine rol spelen in deze inteeltafname. De werkelijke inteelttoename was -2,62% in de laatste generatie. De verwachte inteelttoename in een populatie van deze grootte is 0,17% per generatie.



Figuur 8.4 Gemiddelde inteeltcoëfficiënt van de Witte geit per geboortejaar.

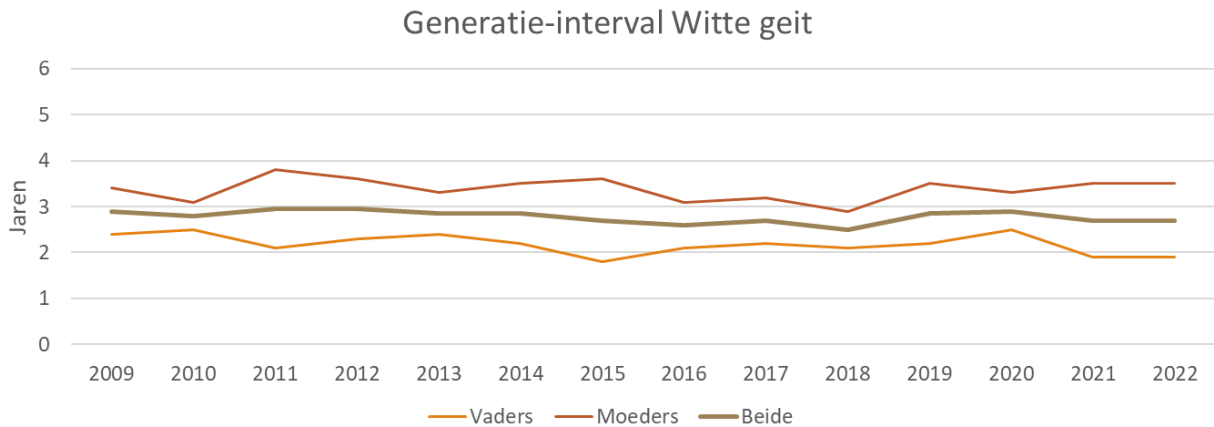
8.2.2 Familiegrootte per vader

Familiegrootte is het aantal nakomelingen van een vader dat ingezet is als fokdier. Figuur 8.5 geeft de familiegrootte weer van vaders van fokdieren uit de evaluatieperiode 2009-2023. Deze vaders zijn zelf geboren tussen 2005 en 2019. Een klein aantal vaders met een groot aantal nakomelingen die ingezet zijn als fokdier heeft een grote impact op de inteelttoename per generatie. In bijna alle jaren is de maximale familiegrootte vijf keer zo groot als de gemiddelde familiegrootte. Het overmatig gebruik van een klein aantal vaders verkleinde de effectieve populatiegrootte gemiddeld met 74% tussen 2009 en 2023.



Figuur 8.5 Gemiddelde en maximale familiegrootte van Witte geit vaders per geboortejaar.

8.2.3 Generatie-interval

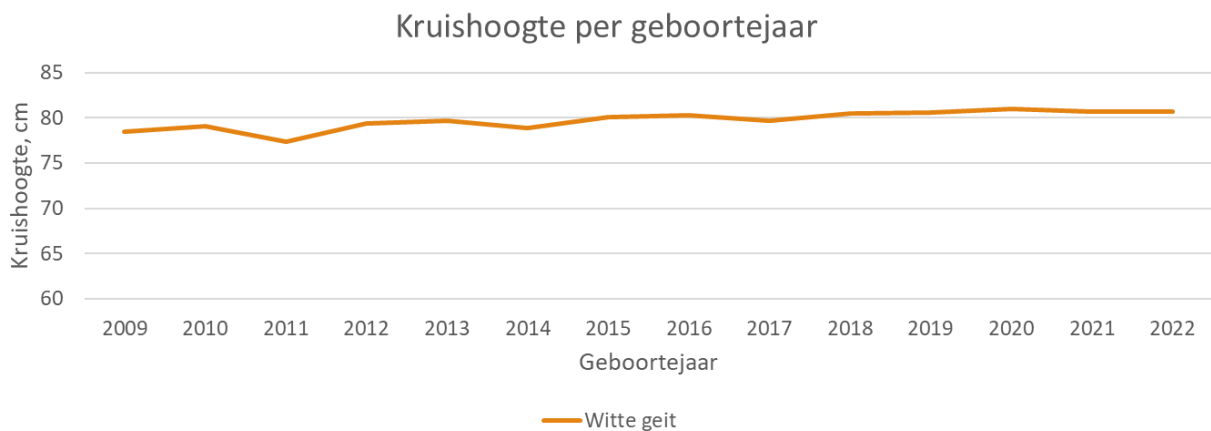


Figuur 8.6 Generatie-interval van de Witte geit per geboortjaar.

Het generatie-interval is vanaf 2017 gemiddeld 2,7 jaar en stabiel over de jaren heen. Een generatie-interval onder de 3 jaar is een goed uitgangspunt voor inteeltbeheersing.

8.3 Genetische verandering door fokprogramma

De genetische verandering van kruishoogte is weergegeven in Figuur 8.7. De kruishoogte neemt geleidelijk toe met 1 cm per 4,8 jaar. Dit is geen bewuste selectie voor grotere geiten. Wellicht is het een gevolg van selectie voor melkproductiegeschiktheid of het inzetten van bokken die hierop geselecteerd zijn.



Figuur 8.7 Genetische verandering van kruishoogte in de Witte geit.

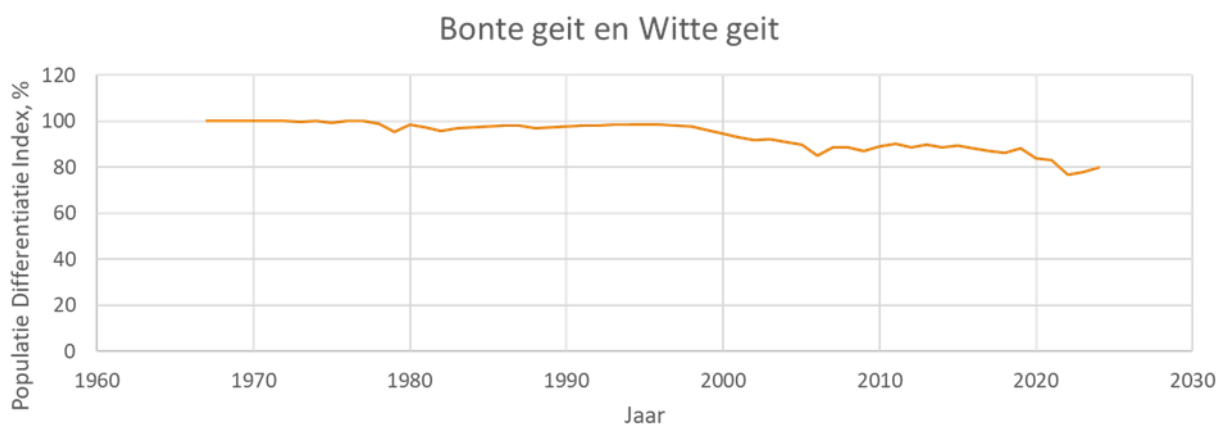
8.4 Conclusies

De inteelttoename per generatie is onder controle bij de Witte geit. Het helpt om elk jaar uit te wisselen met Melkgeit en Bonte geit. Hierdoor is de inteelt beheerst toegenomen tot 2018 en daarna zelfs afgenomen. Er is elk jaar wel een klein aantal vaders met veel teveel nakomelingen die ingezet zijn als fokdier. Kruishoogte neemt geleidelijk toe over de jaren, zonder dat hier bewust voor wordt geselecteerd.

9 Verwantschap tussen rassen

Alle rassen zijn onverwant op basis van de afstamming, behalve de Bonte geit en de Witte geit. Uitwisseling tussen Bonte geit en Witte geit wordt ondersteund en gestimuleerd door de rasorganisaties. Afgezien van de haarkleur is het fokdoel van beide rassen hetzelfde.

De ontwikkeling van de Populatie Differentiatie Index (PDI) tussen dieren van beide rassen geboren in hetzelfde jaar is weergegeven in Figuur 9.1. De beide rassen zijn licht verwant en deze verwantschap neemt geleidelijk toe. Op basis van deze toenemende verwantschap is het verstandig om aandacht te blijven schenken aan apart beheer van deze populaties. Zo krijgt elk ras evenveel aandacht. Als het als één populatie beheerd zou worden, is er een kans dat de aandacht per ras gaat variëren van generatie tot generatie met mogelijk verlies van rasspecifieke genetische variatie.

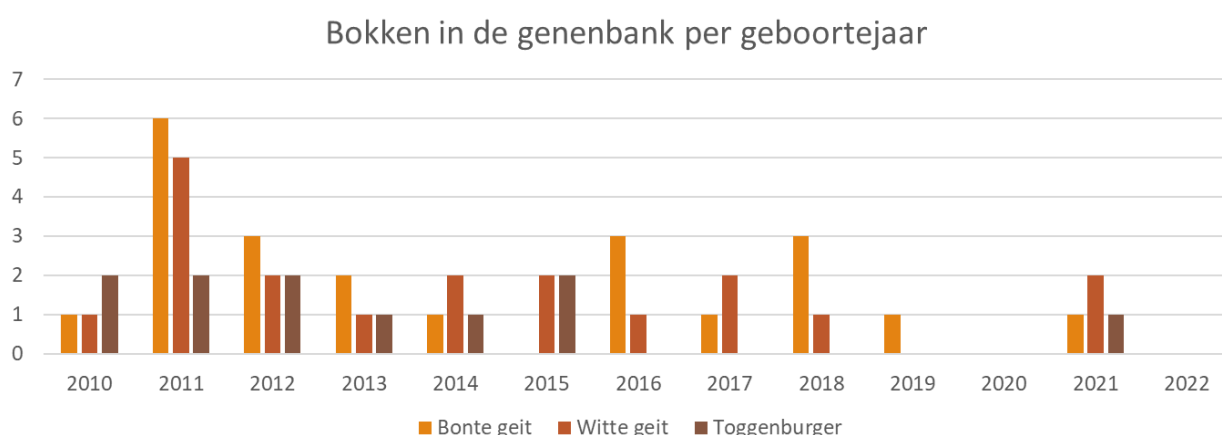


Figuur 9.1 Populatie Differentiatie Index van Bonte geit en Witte geit. Bij een waarde van 100% zijn de rassen volledig onverwant en bij een waarde van 0% is er onbeperkte uitwisseling van fokdieren tussen rassen.

10 Aanvulling collectie genenbank

Sperma kan worden opgeslagen in vloeibare stikstof als “verzekering” voor de lange termijn en ter ondersteuning van de fokkerij (Hoving et al., 2013). Op basis van stamboom informatie van de huidige fokpopulatie, en van de donorbokken waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank, werden bokken geselecteerd die interessant zijn voor uitbreiding van de genenbankcollecties. Een optimale collectie bevat namelijk bokken die de gehele diversiteit aanwezig in het ras representeren maar zo min mogelijk aan elkaar verwant zijn.

De aantallen bokken per ras en geboortjaar waarvan sperma is opgeslagen in de genenbank zijn weergegeven in Figuur 10.1. Er zijn vanaf 2016 duidelijk minder bokken aan de collectie toegevoegd dan tussen 2009 en 2016. Dit is vooral het geval bij Toggenburger.



Figuur 10.1 Aantal bokken van Bonte geit, Witte geit en Toggenburger, waarvan sperma is opgeslagen in de genenbank (CGN, 202X?).

Van deze drie rassen waren er half september 2024 in leven 131 bokken van Bonte geit, 199 bokken van Witte geit en 107 bokken van de Toggenburger. Deze fokbokken zijn in theorie beschikbaar voor de genenbank. Om een lijst te krijgen van bokken die de meeste diversiteit toevoegen aan de bokken die al in de genenbank zitten is de volgende procedure gebruikt:

1. Bepaal voor elke beschikbare bok de hoogste verwantschap met een bok in lijst van bokken voor of in de genenbankcollectie.
2. Selecteer de beschikbare bok die het minst verwant is aan de bokken in de genenbankcollectie.
3. Voeg deze bok toe aan de lijst met bokken in de genenbankcollectie.
4. Ga naar stap 1 tot er geen voldoende onverwante beschikbare bokken meer zijn.

De grens van ‘voldoende onverwante’ is vergelijkbaar met de gemiddelde verwantschap van volle broers in de laatste generatie en is bepaald op de gemiddelde inteeltcoëfficiënt in de laatste generatie plus 25%. Voor Bonte geit is de grens 34%, voor Toggenburger 45% en voor Witte geit 32%.

De lijst met toegevoegde beschikbare bokken kan worden gebruikt om de genenbankcollectie aan te vullen. Het aantal bokken per ras dat op deze manier geselecteerd is voor de genenbank is 45 bokken voor Bonte geit, 14 bokken voor Toggenburger en 104 bokken voor Witte geit.

De lijst met bokken om toe te voegen is relatief groter voor de Bonte geit en de Witte geit dan voor de Toggenburger. De genenbankcollectie is dus al redelijk representatief voor de Toggenburger populatie, terwijl voor de Bonte geit en Witte geit er nog veel families niet vertegenwoordigd zijn in de genenbank.

11 Conclusies en aanbevelingen

Tabel 11.1 Samenvatting analyses per ras.

	Aantal fokgeiten per generatie	Aantal fokbokken per generatie	Aantal fokgeiten per bok	Effectieve populatiegrootte	Verwachte delta F *	Werkelijke delta F *
Boergeit	184	64	2,9	133	0,38%	-0,17%
Bonte geit	450	102	4,4	233	0,21%	-0,60%
Nubische geit	421	158	2,7	321	0,16%	-0,15%
Toggenburger	294	80	3,7	177	0,28%	-0,13%
Witte geit	459	136	3,3	293	0,17%	-2,62%

* Delta F is de inteelttoename per generatie. De werkelijke inteelttoename is berekend in de meest recente generatie (2021-2023).

- De conclusie van deze analyses is dat bij alle rassen het fokbeleid en het fokprogramma na 2016 zodanig zijn aangepast dat inteelttoename per generatie niet meer structureel te hoog is. Voor alle rassen is het lager dan 0,25% per generatie.
- Inteeltbeheersing in de praktijk bestaat in hoofdzaak uit drie sporen. Het eerste spoor is om elke generatie voldoende dieren als fokdier te selecteren. Het op peil houden van de actieve fokpopulatie hoort hier ook bij. Het tweede spoor is het selecteren van dieren die zo min mogelijk verwant zijn. Dit kunnen dieren van buiten de populatie zijn of dieren uit de populatie zelf. Het derde spoor is het beperken van de invloed van een individueel fokdier op de volgende generatie. In de praktijk is hiervoor vooral het aangehouden aantal fokdieren van een vader relevant.
- De grootte van de populaties in de laatste twee generaties is stabiel of licht dalend. De Boergeit en Toggenburger populaties zijn relatief klein. De optimale verhouding tussen aangehouden jonge geiten en aangehouden jonge bokken is lager in kleine populaties dan in grotere populaties. De Boergeit en Toggenburger fokkers zouden wat meer jonge bokken kunnen selecteren voor de fokkerij dan ze in de afgelopen jaren hebben gedaan. Verder worden er voldoende fokdieren per generatie geselecteerd.
- Het generatie-interval is in alle rassen rond de drie jaar. Dat is een prima uitgangspunt voor inteeltbeheersing. Bij een langer generatie-interval is de effectieve populatiegrootte kleiner, gegeven het aantal aanwezige fokdieren.
- In alle vijf de rassen is de recente inteelttoename per generatie lager dan de theoretisch verwachte inteelttoename bij een gesloten populatie en in alle gevallen zelfs een inteeltafname in de laatste generatie. De twee belangrijkste redenen zijn dat het fokreglement is aangepast om een bredere selectie van bokken te kunnen inzetten en dat er bokken uit andere populaties worden ingezet. Bij de Witte geit speelt ook dat er dieren met onbekende afstamming zijn ingeschreven, maar dat kunnen ook de bokken uit andere populaties zijn of hun ouders of voorouders.
- In elk fokprogramma gaat het om de balans tussen beheersing van de inteelttoename per generatie en de realisatie van genetische verandering in de richting van het fokdoel. Hoe meer bokken van buitenaf worden ingezet, hoe minder grip er is op genetische verandering richting het fokdoel. Voor bokken uit een goed opgezet fokprogramma is dit meestal niet een probleem, maar bokken inzetten van fokkers die de afstamming niet bijhouden is een risico. Bokken uit hetzelfde externe fokprogramma kunnen verwant zijn, dus daarom is het goed om deze bokken met ouders en grootouders op te nemen.
- Het selecteren van dieren die zo min mogelijk verwant zijn gebeurt dus vooral door dieren van *buiten* de populatie in te zetten als fokdier. Het verdient daarom aanbeveling om routinematig de mean kinship te berekenen als de actieve fokpopulatie verandert of nieuwe selectiekandidaten beschikbaar komen. Op deze manier wordt het inzichtelijk welke dieren *binnen* de populatie zo min mogelijk verwant zijn.
- In alle rassen zijn er in alle jaren een klein aantal vaders geboren in dat jaar met veel teveel nakomelingen die ingezet zijn als fokdier. In de meeste gevallen zijn er 1-3 vaders per geboortjaar

met tot vijf keer het gemiddelde over vaders heen. Deze vaders hebben een te grote invloed op de volgende generatie. Het is een goed streven dat het aantal nakomelingen aangehouden als fokdier van een vader niet meer is dan twee keer het gemiddeld benodigde aantal fokdieren per vader. Het gaat hier om levenstotalen van een vader.

- Om het aantal fokdieren per vader in de hand te kunnen houden (derde spoor) hebben fokkers daarom regelmatig actuele informatie nodig over het aantal fokdieren dat al geselecteerd is per vader, zodat ze daar rekening mee kunnen houden. Ook zou het goed zijn als fokkers elk jaar feedback krijgen op hun aanhoudingsbeleid uitgesplitst naar vaders.
- Bij de analyse bleek dat alleen van levende dieren bijgehouden wordt of ze in de hoofdsectie ingeschreven zijn. Bij afvoer of sterfte wordt deze informatie verwijderd. Het is van belang deze informatie te bewaren om te kunnen voldoen aan de regelgeving beschreven in de EU Fokkerijverordening.
- De genetische verandering als gevolg van selectie is bescheiden voor bespiering (Boer) en kruishoogte (Wit). De resultaten wekken de indruk dat inteeltbeheersing meer prioriteit krijgt dan genetische verandering. Dit kan een prima verdedigbare keuze zijn.

Literatuur

- Agrimatie, 2024. Halvering inkomen op melkgeitenbedrijven door lagere melkprijs.
<https://agrimatie.nl/themaResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2238&themaID=2272&indicatorID=2046>
- CGN, 2024. Fokken met verstand. <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lvvn/wettelijke-onderzoekstaken/centrum-voor-genetische-bronnen-nederland/dier/fokken-met-verstand.htm>
- Falconer, D.S., T.F.C. Mackay, 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Edition, Addison Wesley Longman, Harlow.
- FAO, 2013. In vivo conservation of Animal Genetic Resources.
<https://openknowledge.fao.org/items/26b0bd1d-9c0c-4401-b0ff-4dd13f9f9ae4>
- Hoving, R., H. Sulkers, K. Zuidberg, I. Hulsegge, H. Woelders, A. de Wit, S.J. Hiemstra, 2013. Winning en opslag van sperma van zeldzame Nederlandse schapen- en geitenrassen in de genenbank (2001-2012).
<https://edepot.wur.nl/277768>
- Oldenbroek, K., 2016. Fokkerijkansen voor de geit. <https://edepot.wur.nl/400461>
- Oldenbroek, K., M. Calus, 2024. Leerboek Fokkerij en Genetica voor het HBO (2e editie).
<https://wiki.groenkennisnet.nl/space/LFH>.
- Windig, J., R. Hoving, K. Oldenbroek, J. Tetteroo, 2016. Populatie-genetische analyse van geitenrassen.
<https://edepot.wur.nl/400462>

Bijlage 1 Uitleg relevante fokkerij begrippen

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, K., M. Calus, 2024).

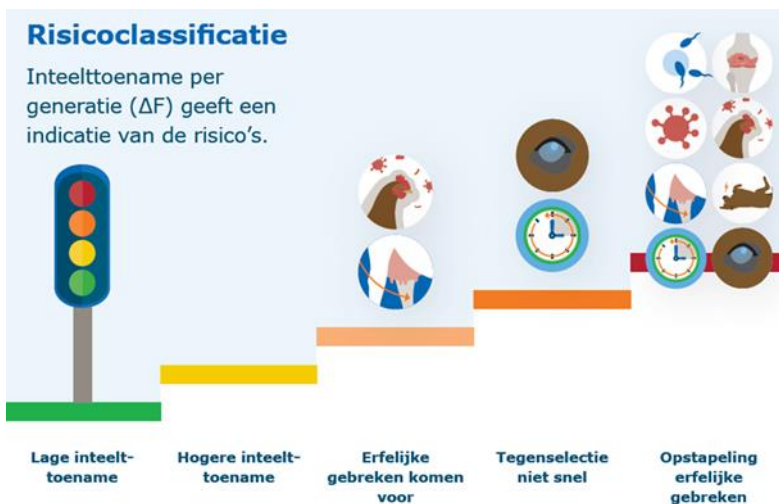
Om op populatieniveau inteelt te kunnen monitoren en zo iets te zeggen over de risicostatus van een ras wordt gebruik gemaakt van de inteelttoename. Voor de inteelttoename wordt de gemiddelde inteeltcoëfficiënt van alle op dat moment levende dieren uit dat geboortjaar vergeleken met de gemiddelde inteeltcoëfficiënt 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 inteelttrisico'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 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.

Effectieve populatiegrootte

De effectieve populatiegrootte is de grootte van een geïdealiseerde populatie die dezelfde inteelttoename per generatie heeft als de werkelijke populatie bij willekeurige paringen en afwezigheid van genetische selectie. Dit is een wiskundig ideaal dat geen rekening hoeft te houden met allemaal invloeden als overlappende generaties, selectie, migratie, verschillende aantallen mannetjes en vrouwtjes etc.



Figuur 1.1 Inteelttoename per generatie (ΔF) in relatie tot de kans op erfelijke gebreken.



Figuur 1.2 Risicoclassificatie op basis van de inteelttoename per generatie.

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

Wageningen University & Research
CGN rapport 65

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.
