
Kerncollecties van Nederlandse landbouwhuisdierrassen in de genenbank

Huidige stand van zaken en prioriteiten voor aanvulling van de dierlijke
genenbankcollecties

Malou van der Sluis¹, Mira Schoon^{1,2}

¹ Animal Breeding and Genomics, Wageningen University & Research

² Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN), Wageningen University & Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door CGN en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit (LNV), in het kader van WOT-03 Genetische Bronnen (projectnummer WOT-03-001-069).

Centrum voor Genetische Bronnen, Nederland (CGN), Wageningen University & Research
Wageningen, april 2024

CGN rapport 57

Van der Sluis, M., M.A. Schoon, 2024. *Kerncollecties van Nederlandse landbouwhuisdierrassen in de genenbank; huidige stand van zaken en prioriteiten voor aanvulling van de dierlijke genenbankcollecties*. Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN), Wageningen University & Research, CGN rapport 57. 53 blz.; 17 fig.; 25 tab.; 10 ref.

Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) van Wageningen University & Research beheert genenbankcollecties van landbouwhuisdieren: runderen, varkens, paarden, schapen, geiten, honden, eenden, ganzen, konijnen en kippen (er is juli 2022 nog geen materiaal opgeslagen van duiven en bijen). Het doel van de dierlijke genenbank is om de genetische diversiteit van landbouwhuisdierrassen in Nederland veilig te stellen voor de toekomst. Hierbij ligt de nadruk op het behoud van de (zeldzame) Nederlandse rassen, waarbij een kerncollectie per ras wordt ontwikkeld. Een kerncollectie dient een zodanige omvang te hebben dat het mogelijk is om een ras terug te fokken wanneer het zou uitsterven. Voor de meeste rassen geldt dat er beperkt materiaal van voldoende kwaliteit is opgeslagen en dat er onvoldoende genetische diversiteit opgeslagen is om, in het meest extreme geval, een gehele populatie gezonde dieren terug te kunnen fokken. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de kerncollecties van Nederlandse landbouwhuisdierrassen in de Nederlandse genenbank, peildatum juli 2022, en wordt de benodigde grootte van de collecties berekend om een ras terug te kunnen fokken indien nodig. In de discussie worden de kansen en beperkingen per diersoort besproken. Op basis van de verzamelde informatie wordt per ras en diersoort een prioriteit vastgesteld om in de komende jaren al dan niet aandacht aan te besteden.

The Centre for Genetic Resources Netherlands (CGN) of Wageningen University & Research manages genebank collections of livestock species: cattle, pigs, horses, sheep, goats, dogs, ducks, geese, rabbits and chickens (no material from pigeons and bees has been stored as of July 2022). The objective of the animal genebank is to safeguard the genetic diversity of farm animal breeds in the Netherlands for the future. The emphasis is on the conservation of the (rare) Dutch native / locally adapted breeds, with the main goal to create a core collection for each breed. A core collection should be of such a size that it is possible to reintroduce a breed by backcrossing in the case of extinction. For most breeds, there is limited material of sufficient quality stored and insufficient genetic diversity stored to, in the most extreme case, breed back an entire population of healthy animals. This report provides an overview of the core collections of Dutch farm animal breeds in the Dutch genebank, reference date July 2022, and calculates the size of the collections needed to breed back a breed if necessary. In the discussion, the opportunities and constraints per species are discussed. Based on the information gathered, a priority is set for each breed and animal species to focus on in the coming years.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/655148> of op www.wur.nl/cgn onder CGN rapporten.

© 2024 Centre for Genetic Resources, the Netherlands (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.



De certificering volgens ISO 9001 onderstreept ons kwaliteitsniveau.

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	8
2 Overzicht van huidige CGN genenbankcollecties	10
2.1 Runderen	11
2.2 Varkens	11
2.3 Geiten	12
2.4 Schapen	12
2.5 Honden	13
2.6 Paarden	13
2.7 Kippen	14
2.8 Ganzen	14
2.9 Eenden	15
2.10 Konijnen	15
3 Methode voor de berekening van de benodigde kerncollecties	16
3.1 Conservatie Planner	16
3.2 Representatieve reproductiewaarden	16
3.3 Scenario's voor het berekenen van benodigde kerncollecties	18
3.4 Berekeningen van de scenario's met alleen sperma	19
3.5 Berekeningen van de scenario's met sperma en embryo's beschikbaar	21
4 Berekende benodigde aantallen voor de verschillende diersoorten	25
4.1 Aantal mannelijke donoren	27
5 Evaluatie benodigde versus werkelijke kerncollecties	29
5.1 Runderen	29
5.2 Varkens	30
5.3 Geiten	32
5.4 Schapen	32
5.5 Honden	34
5.6 Paarden	34
5.7 Kippen	35
5.8 Ganzen	37
5.9 Eenden	38
5.10 Konijnen	39
5.11 Samenvatting: status kerncollecties Nederlandse rassen per diersoort	41
6 Discussie: prioriteiten voor aanvulling genenbankcollecties	42
6.1 Runderen	42
6.2 Varkens	43
6.3 Geiten	44
6.4 Schapen	44
6.5 Honden	44
6.6 Paarden	45
6.7 Kippen	46
6.8 Eenden en Ganzen	46

6.9	Konijnen	46
6.10	Duiven	47
6.11	Bijen	47
7	Conclusies en aanbevelingen	48
	Literatuur	52
Bijlage 1	Varkensrassen-classificatie	53

Woord vooraf

Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (**CGN**) van Wageningen University & Research (**WUR**) voert Wettelijke Onderzoekstaken uit in opdracht van het Ministerie van LNV met betrekking tot behoud en duurzaam gebruik van genetische bronnen voor voedsel en landbouw (bestaande uit gewassen, landbouwhuisdieren, bomen en struiken, en aquatische soorten).

Binnen het domein landbouwhuisdieren is het CGN verantwoordelijk voor het veiligstellen van genetische diversiteit tussen en binnen de Nederlandse landbouwhuisdierrassen in genenbankcollecties. CGN evalueert regelmatig in hoeverre de doelstellingen van de genenbank worden gerealiseerd. Een belangrijke doelstelling is om van alle zeldzame of bedreigde Nederlandse landbouwhuisdierrassen voldoende genetisch materiaal van voldoende kwaliteit – ook wel kerncollectie¹ genoemd – op te slaan in de genenbank. Om een ras, indien nodig, terug te kunnen fokken.

In dit rapport worden de resultaten van de evaluatie beschreven, en worden conclusies getrokken en prioriteiten vastgesteld voor verdere ontwikkeling van de dierlijke genenbankcollecties van het CGN.

We willen ook graag via deze weg de verschillende externe experts bedanken die ons hebben geadviseerd over technische uitgangspunten voor de berekeningen en evaluatie. Evenals diverse collega's van Wageningen Livestock Research en van de Animal Breeding and Genomics groep van WUR.

¹ De term 'kerncollectie' wordt in andere domeinen ook anders gedefinieerd, zoals bijvoorbeeld door genenbanken voor gewassen en gedefinieerd door de FAO ("A subset selected to contain the maximum available variation in a small number of accessions" (<https://www.fao.org/wiews/glossary/en/>)). In dit rapport doelen wij echter op de benodigde hoeveelheid genetisch materiaal voor het kunnen terugkruisen van een landbouwhuisdierras.

Samenvatting

In de Nederlandse genenbank voor landbouwhuisdierrassen, beheerd door het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (**CGN**), van Wageningen University & Research (**WUR**), wordt genetisch materiaal van Nederlandse landbouwhuisdierrassen opgeslagen. Het doel van de genenbank is om genetische diversiteit binnen en tussen de rassen veilig te stellen voor de toekomst en om, indien nodig, uitgestorven rassen terug te kunnen fokken. CGN evalueert regelmatig in hoeverre de doelstellingen van de genenbank worden gerealiseerd.

Dit rapport geeft eerst een overzicht van de huidige genenbankcollecties van Nederlandse landbouwhuisdierrassen (peildatum 19 juli 2022) en toont daarnaast voor verschillende scenario's hoeveel materiaal er minimaal nodig is om een ras te kunnen herstellen (kerncollectie). Voor de berekeningen van de benodigde kerncollecties met de Conservatie Planner (CGN/SZH, 2005) is gebruik gemaakt van reproductieparameters van de verschillende diersoorten (bijvoorbeeld gemiddeld aantal nakomelingen per worp en gemiddeld inseminatiesucces), die zijn gebaseerd op literatuur en consultatie van experts. De benodigde kerncollecties (met gebruik van alleen sperma of een combinatie van sperma en embryo's) zijn berekend voor drie scenario's: 1) scenario Veilig, met een toegestane inteelttoename per generatie (ΔF) van 0,5% (= effectieve populatiegrootte (N_e) van 100 dieren), 2) scenario Compromis, met $\Delta F = 0,67%$ ($N_e = 74$), en 3) scenario Risicovol, met $\Delta F = 1%$ ($N_e = 50$).

Uit de vergelijking van de huidige collecties met de gewenste kerncollecties komt naar voren dat, hoewel er rassen zijn die voldoende materiaal beschikbaar hebben voor het meest veilige scenario, er op dit moment voor veel van de rassen in de genenbank onvoldoende materiaal beschikbaar is voor een complete reconstructie, zelfs voor het scenario Risicovol.

Uitgaande van een vast aantal mannelijke donoren van 50% van de gewenste effectieve populatiegrootte, is er voldoende materiaal (minimaal voor scenario Risicovol) voor een reconstructie voor 9 van de 11 rundrassen, 10 van de 14 varkensrassen, 1 van de 5 geitenrassen, 7 van de 14 schapenrassen, 2 van de 11 paardenrassen, 1 van de 31 kippenrassen, 1 van de 5 eendenrassen, en voor geen van de 9 hondenrassen, 10 konijnenrassen en het enkele ganzenras. De Nederlandse duivenrassen en de inheemse Zwarte bij zijn niet meegenomen in de analyses en de resultaten gezien hier op peildatum juli 2022, nog geen materiaal van is opgeslagen in de genenbank.

De resultaten van de analyse laten zien dat het noodzakelijk is om in de komende jaren aanvullend materiaal te verzamelen voor de rassen waarvan de kerncollectie nog niet compleet is. Op deze manier kunnen we ervoor zorgen dat de genetische diversiteit tussen en binnen de Nederlandse landbouwhuisdierrassen veilig wordt gesteld voor de toekomst. Per ras is er een prioriteitsniveau geadviseerd, geen prioriteit, lage prioriteit en hoge prioriteit. Het prioriteitsniveau geeft de noodzaak aan om de collectie te vergroten, er is hierbij gekeken naar de komende vijf jaar. Om dit daadwerkelijk uit te kunnen voeren is het CGN afhankelijk van externe factoren (protocollen, wet- en regelgeving, medewerking rasorganisaties) en interne factoren (expertise, capaciteit en budget). Dit is van invloed op het uitvoeren en het succes van de gewenste activiteiten naar aanleiding van het prioriteitsniveau.

Parallel aan deze lange termijn ondersteuning door middel van het opbouwen van de kerncollecties geeft het CGN advies aan de stamboeken en rasorganisaties van de Nederlandse landbouwhuisdierrassen over duurzame fokprogramma's. De strategie en prioriteiten per diersoort en ras kunnen in de komende jaren verschillen tussen beide deelprojecten. De ex-situ genenbank en in-situ advisering zijn veelal complementair.

1 Inleiding

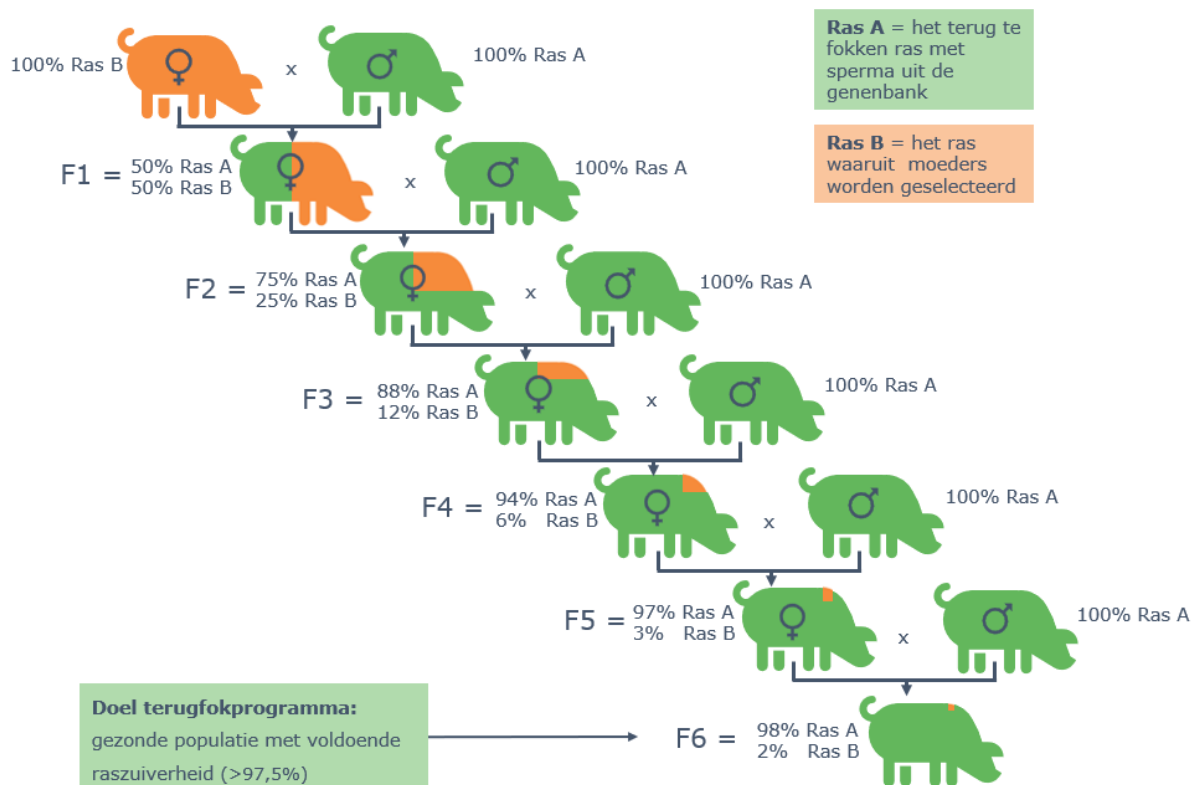
In de Nederlandse genenbank voor landbouwhuisdieren, die wordt beheerd door het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (**CGN**), van Wageningen University & Research (**WUR**), wordt genetisch materiaal van alle Nederlandse landbouwhuisdierrassen opgeslagen. Deze genenbank is één van de grootste genenbanken van Europa, met een collectie van meer dan 350.000 samples (hoofdzakelijk sperma) van bijna 9.000 verschillende donordieren en meer dan 135 verschillende landbouwhuisdierrassen. Het doel van de genenbank is om de genetische diversiteit tussen en binnen rassen veilig te stellen voor de toekomst. Het genetisch materiaal kan bijvoorbeeld worden gebruikt om, indien noodzakelijk, inteelt te verminderen in huidige populaties of om uitgestorven rassen terug te kruisen. Echter, in hoeverre dit (goed) mogelijk is, hangt af van de hoeveelheid en kwaliteit van het materiaal wat in de genenbank is opgeslagen.

Een kerncollectie wordt gedefinieerd als de minimale genenbankcollectie die nodig is om, mocht een ras uitsterven, een ras weer op te kunnen bouwen. Hoe groot deze kerncollectie moet zijn, hangt onder andere af van de reproductieve kenmerken van de diersoort en van het type genetisch materiaal dat is opgeslagen. Het genetisch materiaal dat hoofdzakelijk wordt opgeslagen in de Nederlandse genenbank voor landbouwhuisdieren is sperma, maar ook eicellen of embryo's, voorlopers van geslachtscellen of somatische cellen kunnen worden gecryoconserveerd en zo nodig gebruikt voor het genereren van nieuwe individuen (FAO, 2023).

Hoe een eventuele reconstructie van een ras eruit ziet, is sterk afhankelijk van het type genetisch materiaal en de eisen die men stelt aan de reconstructie, zoals de raszuiverheid van een dier, het slagingspercentage van de reconstructie en de maximale verwachte inteelttoename per generatie. Met raszuiverheid wordt de mate van zuiverheid van een bepaald ras in een dier aangegeven. Een dier zonder invloeden van andere rassen is zuiver voor één ras (100%). Door het ontstaan van (nieuwe) rassen en uitwisseling tussen populaties zit hier een marge in, voor individuele dieren adviseert het CGN een minimale raszuiverheid van 87,5% van een bepaald ras om een dier raszuiver te noemen van desbetreffende ras (staat gelijk aan de derde generatie terugfokken). Voor individuele dieren wordt dit als acceptabel gezien, als enkele dieren binnen de fokpopulatie een raszuiverheid hebben van 87,5% is de gemiddelde invloed van het andere ras op de totale fokpopulatie niet zo groot. Als de hele 'nieuwe' fokpopulatie 87,5% zuiver zou zijn voor het terug te fokken ras, dan is het gemiddelde aandeel van het andere ras veel hoger. 100% raszuiver terugfokken is niet haalbaar, om deze reden gaan we in de reconstructies in dit rapport uit van een raszuiverheid van minimaal 97,5% (**Figuur 1**).

Voor het terugfokken van een uitgestorven ras met alleen sperma zijn er dus meerdere generaties nodig. Het sperma van een ras in de genenbank is van een raszuiver dier (100% ras A) wordt gebruikt om eerst vrouwelijke dieren van een ander ras te insemineren (gezien zuivere vrouwelijke dieren van het betreffende ras er niet meer zijn), deze eerste generatie kruising noemt met ook wel F1 (50% ras A – 50% ras B). Daarna wordt er steeds weer teruggekruist, dat wil zeggen dat de vrouwelijke F1 dieren (50% ras A – 50% ras B) worden geïnsemineerd met het sperma uit de genenbank van het terug te fokken ras (100% ras A). De geboren dieren zijn de F2 generatie (75% ras A – 25% ras B) en hier worden de vrouwelijke dieren weer geïnsemineerd met het sperma uit de genenbank van het terug te fokken ras. In dit proces stijgt het percentage bloedvoering en de raszuiverheid met elke generatie en met elke generatie gaan de dieren meer op het terug te fokken ras lijken. Dit resulteert in zes generaties terugfokken om tot de gewenste minimale raszuiverheid van 97,5% voor de totale populatie te komen (**Figuur 1**).

Bij het gebruik van embryo's worden raszuivere embryo's geïmplanteerd in vrouwelijke dieren van een ander ras en daarbij zijn de geboren nakomelingen al gelijk raszuiver voor het terug te fokken ras. De vrouwelijke dieren kunnen daarop weer geïnsemineerd worden met sperma van het terug te fokken ras uit de genenbank. Of onderling te dekken met andere raszuivere dieren die vanuit opgeslagen embryo's geboren zijn. Op deze manier is een ras terug te fokken in een veel kortere tijd. Een ras is 'terug gefokt' wanneer er weer voldoende raszuivere dieren zijn om een gezonde populatie in stand te houden.



Figuur 1 Schematische weergave van een terugfokprogramma voor een (uitgestorven) ras met behulp van opgeslagen sperma uit de genenbank tot de gewenste raszuiverheid in de zesde generatie.

Behalve de zuiverheid van een populatie is het ook van groot belang dat de teruggefokte populatie niet direct weer ten onder gaat aan door opeenstapeling van erfelijke gebreken. De inteelttoename per generatie geeft een goede indicatie voor de gezondheid van de populatie na zes generaties. Naarmate de inteelttoename per generatie hoger wordt, stijgt hiermee ook de kans op het vóórkomen van erfelijke gebreken (**Figuur 2**). Het absolute maximum ligt op 1% inteelttoename per generatie, hogere inteelttoenames zijn gelinkt aan het risico op uitsterven door opeenstapeling van erfelijke gebreken. Over het algemeen wordt een inteelttoename per generatie onder de 0,5% gezien als acceptabel voor kleine populaties en zeldzame rassen.













Figuur 2 Inteelttoename per generatie en bijbehorende risico's.

Om een goed beeld te krijgen van hoe groot de huidige genenbankcollectie is, en waar aanvullingen dringend nodig zijn om de gewenste kerncollecties te bereiken, wordt in dit rapport een overzicht gegeven van de huidige genenbankcollectie. Daarnaast geven we indicaties voor het benodigde aantal donoren en doses van de kerncollectie per diersoort. Als laatste noemen we enkele aandachtspunten voor de komende jaren om de genenbankcollectie te versterken met het benoemen van prioriteiten.

2 Overzicht van huidige CGN genenbankcollecties

In **Figuur 3** is weergegeven, met peildatum juli 2022, hoe groot de algemene genenbankcollectie (op soortniveau) is, met aantallen rassen², donors en doses per diersoort, evenals de spreiding in de geboortejaren van de donors. In dit hoofdstuk gaan we verder in op hoeveel materiaal er specifiek per ras beschikbaar is in de huidige CGN genenbankcollecties, en van welke kwaliteit dit materiaal is. Hiervoor is uitgegaan van de data die op 19 juli 2022 beschikbaar waren in Cryoweb³. De focus ligt op de Nederlandse rassen, in de collectie is ook materiaal opgeslagen van niet Nederlandse landbouwhuisdierrassen, dit materiaal wordt incidenteel overgedragen aan het CGN. Alleen voor runderen zijn ook embryo's beschikbaar in de genenbank, voor de overige diersoorten niet. Daarom wordt alleen voor runderen informatie over embryocollecties gepresenteerd.

Naast de genoemde diersoorten die tot heden, peildatum juli 2022, vertegenwoordigd zijn in de genenbank ondersteunt het CGN ook de Nederlandse duivenrassen en de inheemse honingbij de Zwarte bij. Deze twee diersoorten zijn daarom niet meegenomen in de analyses en worden verder niet besproken in de resultaten.

Genenbankcollectie Nederlandse landbouwhuisdieren				
Diersoort	Rassen	Donors	Doses	Geboortejahr donors
	26	6.682	269.811	←————→
	12	364	34.672	←————→
	36	802	22.614	←————→
	31	270	18.652	←————→
	6	100	7.037	←————→
	15	148	5.449	←————→
	8	62	1.889	↔
	4	67	1.569	↔
	7	20	257	←————→
	1	11	102	↔
	146	8.526	362.052	1959 ----- 2022

Figuur 3 Overzicht per diersoort met het aantal rassen (niet alleen Nederlandse), het aantal unieke donoren, totaal aantal doses en de spreiding in geboortejaren. Status juli 2022.

² Aantal rassen: het totaal aan rassen waar materiaal van is opgeslagen, dit omvat niet alleen Nederlandse landbouwhuisdierrassen. Overige hoofdstukken en berekeningen zijn wel alleen gedaan voor Nederlandse rassen (native & locally adapted)

³ Cryoweb: Online database voor het registreren en bijhouden van de genenbankcollectie (locaties, kwaliteit en diergegevens). Per 2024 is Cryoweb niet meer in gebruik en maakt het CGN voor het bijhouden van deze gegevens gebruik van Biologics.

2.1 Runderen

De hoeveelheid genetisch materiaal (sperma) in de genenbank voor verschillende runderrassen is weergegeven in **Tabel 1**. Voor twee van de runderrassen in de Nederlandse genenbank zijn ook embryo's beschikbaar. Voor Brandrood rund zijn er in totaal 15 embryo's opgeslagen van 3 oudercombinaties, met respectievelijk 4, 5 en 6 embryo's per unieke oudercombinatie. Voor de subpopulatie Roodbont Fries vee zijn er in totaal 42 embryo's opgeslagen van 7 oudercombinaties, met respectievelijk 1, 4, 4, 6, 7, 10 en 10 embryo's per unieke oudercombinatie.

Tabel 1 Hoeveelheid van materiaal in de genenbank voor runderrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Brandrood rund	28	8.870	317 (84-600)
Fries-Hollands vee (zwartbont)¹	209	28.144	135 (1-887)
<i>Roodbont Fries vee²</i>	70	25.037	358 (17-1685)
Groninger Blaarkop	103	20.960	203 (4-1464)
Heidekoe	6	588	98 (94-100)
Holstein zwartbont	4558	119.215	26 (10-1164)
<i>Holstein roodbont²</i>	1247	32.115	26 (8-314)
Lakenvelder	43	2.639	61 (9-428)
MRIJ (Maas-Rijn-IJssel)	369	26.569	72 (3-1034)
Verbeterd Roodbont	37	2.279	62 (20-400)
Witrik, Vaal en Baggerbont	12	3.366	281 (24-670)

¹Fries-Hollands zwartbont en fundamentfoklijn gecombineerd; ² Dieren van specifieke kleurslagen/variëteiten binnen het ras.

2.2 Varkens

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor verschillende varkensrassen is weergegeven in **Tabel 2**. In gevallen waarbij het aantal rietjes per dosis niet bekend was, is uitgegaan van 10 rietjes per dosis. In de loop van de tijd zijn enkele rassen samengevoegd, van naam gewijzigd of volledig beëindigd. In **Bijlage 1: Varkensrassen-classificatie** is de huidige classificatie van de varkensrassen weergegeven. In het rapport "Varkensrassen in de genenbank: beschrijving van de rassen en de ontwikkelingen in de varkensfokkerij" is meer informatie over de geschiedenis van de varkensrassen terug te vinden (<https://edepot.wur.nl/423162>).

Tabel 2 Hoeveelheid en kwaliteit van materiaal in de genenbank voor varkensrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Totaal aantal doses ¹	Gemiddeld aantal doses per donor (min-max)
Bonte Bentheimer landvarken	1	345	69	69 (69-69)
Hypor Landras	0	0	0	0 (0-0)
Hypor Large White	0	0	0	0 (0-0)
Meishan*	29	7.051	1.540	53 (8-81)
Nederlands Landvarken	79	15.506	3.232	41 (6-263)
Topigs Norsvin A-lijn* (Large White)	48	9.084	1.301	27 (3-102)
Topigs Norsvin B-lijn*	30	6.046	1.122	37 (2-103)
Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)	76	10.880	1.979	26 (1-63)
Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)	85	18.502	2.557	30 (3-132)
Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)	124	17.319	2.963	24 (4-90)
Topigs Norsvin P-lijn (TN Select, TN Top Select, Piétrain)	50	8.203	881	18 (1-42)
Topigs Norsvin T-lijn	43	9.127	1.548	36 (8-86)
Topigs Norsvin Y-lijn*	8	4.406	865	108 (16-175)
Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)	158	24.524	3.819	24 (0-127)

¹ Naar beneden afgerond; * Lijnen of rassen niet meer beschikbaar.

2.3 Geiten

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor geitenrassen is weergegeven in **Tabel 3**.

Tabel 3 Hoeveelheid materiaal in de genenbank voor geitenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Nederlandse Melkgeit	2	89	45 (32-57)
Nederlandse Bonte geit	21	926	44 (2-118)
Nederlandse Landgeit	36	4.713	131 (32-364)
Nederlandse Witte geit	21	937	45 (2-179)
Nederlandse Toggenburger geit	15	302	20 (5-35)

2.4 Schapen

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor schapenrassen is weergegeven in **Tabel 4**.

Tabel 4 Hoeveelheid materiaal in de genenbank voor schapenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Bonte schaap	0	0	0 (0-0)
Drents Heideschaap	71	5.694	80 (4-219)
Flevolander	17	2555	150 (3-393)
Groot Heideschaap	0	0	0 (0-0)
Fries melkschaap ¹	69	3.285	48 (1-249)
Kempisch Heideschaap	32	5.028	157 (23-263)
Mergelland schaap	38	4.144	109 (22-195)
Noord Hollander	5	347	69 (44-103)
Schoonebeeker	33	3.918	119 (2-228)
Swifter	0	0	0 (0-0)
Texelaar	0	0	0 (0-0)
Blauwe Texelaar ²	13	1.306	100 (45-203)
Dassenkop Texelaar ²	0	0	0 (0-0)
Veluws Heideschaap	49	5.223	107 (25-427)
Zwartbles	32	2.970	93 (5-615)

¹ Voorheen Fries en Zeeuws Melkschaap, er zijn momenteel geen levende Zeeuwse melkschape meer; ² Dieren van specifieke kleurslagen/variëteiten binnen het ras.

2.5 Honden

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor hondenrassen is weergegeven in **Tabel 5**.

Tabel 5 *Hoeveelheid en kwaliteit van materiaal in de genenbank voor hondenrassen.*

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Totaal aantal doses ¹	Gemiddeld aantal doses per donor (min-max)
Drentse Patrijshond	0	0	0	0 (0-0)
Hollandse herder	0	0	0	0 (0-0)
Hollandse smoushond	0	0	0	0 (0-0)
Kooikerhondje	0	0	0	0 (0-0)
Markiesje	0	0	0	0 (0-0)
Nederlandse schapendoes	0	0	0	0 (0-0)
Saarloos Wolfhond	1	6	2	2 (2-2)
Stabijhoun	8	140	103	13 (1-27)
Wetterhoun	4	76	76	19 (11-39)

¹ Naar beneden afgerond.

2.6 Paarden

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor paardenrassen is weergegeven in **Tabel 6**. Voor een aantal registraties zijn alleen gemixte samples beschikbaar (verschillende donoren in 1 rietje / inseminatiedoses), deze registraties zijn niet meegenomen in de tabel.

Tabel 6 *Hoeveelheid en kwaliteit van materiaal in de genenbank voor paardenrassen.*

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Totaal aantal doses ¹	Gemiddeld aantal doses per donor (min-max)
Fries paard	178	9.932	1.510	8 (0-140)
KWPN Gelders paard	18	10.033	523	29 (1-76)
Groninger paard	51	9.784	1.522	30 (0-118)
Klassiek Gelderlander paard	2	562	59	30 (26-34)
KWPN Rijpaard ²	8	1.605	193	24 (5-55)
NRPS Rijpaard	0	0	0	0 (0-0)
NRPS Rijpony	0	0	0	0 (0-0)
Nederlandse Shetland Pony	0	0	0	0 (0-0)
Trekpaard	50	8.392	1.037	21 (1-90)
KWPN Tuigpaard	17	3.680	559	33 (3-83)
Zwaar Warmbloed paard ³	1	141	8	8 (8-8)

¹ Naar beneden afgerond; ² KWPN rijpaard of KWPN springpaard genoemd in de genenbank; ³ Nederlands Warmbloed genoemd in de genenbank.

2.7 Kippen

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor kippenrassen is weergegeven in **Tabel 7** op de volgende pagina.

Tabel 7 Hoeveelheid materiaal in de genenbank voor kippenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Assendelfts Hoen ¹	12	642	54 (3-93)
Baardkuifhoen ¹	11	851	77 (21-153)
Barnevelder ¹	14	1.124	80 (5-229)
Brabanter ¹	10	1.203	120 (46-186)
Chaams Hoen	10	991	99 (11-186)
Drentse Hoen	13	672	52 (26-99)
Drentse Hoen bolstaart	0	0	0 (0-0)
Drentse kriel	0	0	0 (0-0)
Drentse kriel bolstaart	0	0	0 (0-0)
Eikenburger kriel ²	7	201	29 (2-50)
Fries Hoen ¹	17	1.142	67 (32-99)
Groninger Meeuw ¹	10	851	85 (18-138)
Hollands Hoen ¹	31	1.182	38 (1-107)
Hollandse kriel	11	455	41 (30-50)
Hollandse kuifhoenders ¹	11	827	75 (2-239)
Kraaikop ¹	10	980	98 (48-185)
Lakenvelder hoen ¹	9	879	98 (14-170)
Leghorn (Nederlands type) ¹	0	0	0 (0-0)
Nederlandse sabelpootkriel	20	564	28 (1-47)
Noord-Hollandse Blauwe ¹	17	1.571	92 (2-240)
Schijndelaar	5	496	99 (52-143)
Twents hoen ¹	14	990	71 (28-145)
Uilebaard ¹	12	848	71 (27-101)
Welsumer ¹	13	910	70 (12-111)
ISA/HG Rhode Island Red	0	0	0 (0-0)
ISA/HG Rhode Island White	0	0	0 (0-0)
ISA/HG barred Plymouth Rock	0	0	0 (0-0)
ISA/HG Australorp	0	0	0 (0-0)
ISA/HG New Hampshire	0	0	0 (0-0)
ISA/HG White Leghorn	0	0	0 (0-0)
ISA/HG Sussex	0	0	0 (0-0)

¹ In genenbank (momenteel) geen onderscheid tussen kriel of niet, dus inclusief kriel; ² Wit en zwart gecombineerd.

2.8 Ganzen

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor ganzenrassen is weergegeven in **Tabel 8**.

Tabel 8 Hoeveelheid materiaal in de genenbank voor ganzenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Twentse landgans	11	102	9 (2-25)

2.9 Eenden

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor eendenrassen is weergegeven in **Tabel 9** op de volgende pagina.

Tabel 9 Hoeveelheid materiaal in de genenbank voor eendenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Gemiddeld aantal rietjes per donor (min-max)
Hollandse kuifeend (incl. dwerg)	0	0	0 (0-0)
Hollandse Kwaker	14	218	16 (2-46)
Noord Hollandse Krombekeend	34	815	24 (1-104)
Noord Hollandse witborsteend	18	499	28 (3-56)
Overbergse eend	1	37	37 (37-37)

2.10 Konijnen

De hoeveelheid materiaal in de genenbank voor konijnenrassen is weergegeven in **Tabel 10**.

Tabel 10 Hoeveelheid en kwaliteit van materiaal in de genenbank voor konijnenrassen.

Ras	Aantal verschillende spermadonoren	Totaal aantal rietjes	Totaal aantal doses ¹	Gemiddeld aantal doses per donor (min-max)
Beige	8	297	297	37 (12-56)
Deilenaar	3	209	209	70 (63-73)
Gouwenaar	12	367	353	29 (4-73)
Havana	11	233	213	19 (1-35)
Hulstlander	8	180	180	23 (4-61)
Klein lotharinger	0	0	0	0 (0-0)
Nederlandse hangoordwerg	0	0	0	0 (0-0)
Nederlandse kleurdwerg	0	0	0	0 (0-0)
Sallander	3	95	95	32 (23-48)
Thrianta	9	327	327	36 (20-62)

¹ Naar beneden afgerond.

3 Methode voor de berekening van de benodigde kerncollecties

3.1 Conservatie Planner

Voor het berekenen van de benodigde kerncollecties is gebruik gemaakt van de rekentool Conservatie Planner (CGN/SZH, 2005). In deze Exceltool heeft de gebruiker de mogelijkheid om voor verschillende inputparameters door te rekenen wat de benodigde aantallen donoren, spermadoses of embryo's zijn voor een reconstructie van een ras. Deze tool is ontwikkeld door CGN en Stichting Zeldzame Huisdierrassen, en is beschikbaar via <https://www.wur.nl/nl/show/Conservation-planner-CGN.htm>.

3.2 Representatieve reproductiewaarden

Er zijn verschillen tussen diersoorten voor wat betreft hoe groot de benodigde kerncollectie moet zijn om een ras te kunnen herstellen. Dit hangt bijvoorbeeld af van hoeveel nakomelingen een dier gemiddeld krijgt per worp. Daarnaast is het type genetisch materiaal wat is opgeslagen van belang en ook hierin kunnen diersoorten weer verschillen in een aantal factoren. Met betrekking tot sperma kan bijvoorbeeld het gemiddelde inseminatiesucces verschillen tussen soorten. Met betrekking tot embryo's kunnen soorten bijvoorbeeld verschillen in het percentage levensvatbare embryo's na invriezen, het succespercentage na implantatie en het aantal embryo's per implantatie.

In **Tabel 11** is per soort weergegeven wat de gemiddelde worpgrootte is, hoeveel levende nakomelingen kunnen worden verwacht voor één ingevroren dosis sperma, hoeveel levende nakomelingen kunnen worden verwacht voor één ingevroren embryo en hoeveel embryo's er normaliter per keer geïmplant worden. Deze waarden zijn gebaseerd op consultatie van experts en worden hieronder in meer detail uitgelegd. Daar waar aanvullende literatuur is geconsulteerd, is dit aangegeven. Aangezien in de getallen uit **Tabel 11** indirect is meegenomen wat het succes van inseminatie is én wat de overleving tot na de geboorte/uitkomen uit het ei is, zijn in de berekeningen die later volgen de getallen uit **Tabel 11** meegenomen als het drachtigheidspercentage (sperma, embryo's), en zijn de overleving tot vruchtbare leeftijd (sperma, embryo's) en het percentage levensvatbare embryo's na ontdooiing (embryo's) gelijk gesteld aan één.

Tabel 11 Representatieve gemiddelde reproductiewaarden voor runderen, varkens, geiten, schapen, honden, paarden, kippen, eenden en ganzen, en konijnen.

Soort	Rund	Varken	Geit	Schaap	Hond	Paard	Kip	Gans, eend	Konijn
Gemiddelde worpgrootte	1	12 ^a	2	2	5 ^b	1	3-6 ^c	10 ^d	7 ^e
Gemiddeld aantal nakomelingen per dosis bevroren sperma (of inseminatiesucces bij meerdere nakomelingen per inseminatie)	0,50	0,50	0,20	0,20	0,65	0,40	0,5 ^f	0,50 ^g	0,8
Gemiddeld aantal nakomelingen per ingevroren embryo	0,35	0,14	0,30	0,30	N.v.t.	0,52	N.v.t.	N.v.t.	0,23 ^h
Aantal embryo's geïmplant per keer	1	30	3	3	N.v.t.	1	N.v.t.	N.v.t.	10 ^h

^a AHDB (2021); ^b Borge et al. (2011); ^c Bakst (2011); ^d de Vos (2014); ^e Blasco et al. (2017); ^f Donoghue & Wishart (2000); ^g Váradi et al., 2019;

^h Marco-Jiménez et al. (2018). N.v.t. = niet van toepassing.

3.2.1 Runderen

Voor runderen is de verwachting dat, gemiddeld, twee doses sperma resulteren in één kalf dat wordt geboren. In dit aantal doses is meegenomen dat sommige individuen een lagere kwaliteit sperma hebben en dat daarom een enkele dosis uit een groter aantal rietjes kan bestaan (zie ook de berekeningen van de huidige kerncollecties waarin dit is meegenomen). Voor embryo's kan men een gemiddeld afkalvingspercentage van 35-50% verwachten. Om conservatief te zijn in de berekeningen, hebben we een afkalvingspercentage van 35% aangehouden. De gemiddelde worpgrootte voor runderen is 1.

3.2.2 Varkens

In Europa is het gemiddelde aantal gespeende biggen per worp 12,8 (AHDB, 2021). Om iets conservatiever te zijn, is hier uitgegaan van gemiddeld 12 biggen per worp. De verwachting is dat, gemiddeld, twee doses sperma resulteren in één big die wordt geboren. Voor *in vivo* geproduceerde of verzamelde embryo's, die zijn ontdooid na vitrificatie, wordt ongeveer 90% overleving verwacht voor blastocysten en ongeveer 80% voor morula (eerder stadium dan blastocysten). Met niet-chirurgische embryo-transplantatie kunnen 40 embryo's worden geïmplant en is de verwachting dat er gemiddeld 10 levende biggen worden geboren. Gemiddeld gezien is de worpproportie 7%. Een realistische schatting om mee te werken is dat zeven eerder ontdooid embryo's in één levende big resulteren en dus gemiddeld 0,14 nakomelingen per ingevroren embryo. Er worden gemiddeld 30 embryo's gelijktijdig geïmplant.

3.2.3 Geiten en schapen

Voor geiten en schapen is de verwachting dat er gemiddeld twee lammeren worden geboren per worp. Daarnaast is de verwachting dat, gemiddeld, vijf doses sperma zullen resulteren in één lam dat wordt geboren. Voor embryo's is de schatting dat het gemiddelde aantal nakomelingen per ingevroren embryo net wat lager is dan voor runderen en dit is daarom geschat op 0,30.

3.2.4 Honden

Voor honden verschilt de worpgrootte sterk tussen rassen. Echter, ter simplificatie is uitgegaan van een gemiddelde van 5 nakomelingen per worp, gebaseerd op een studie in 224 rashonden (Borge et al., 2011). Het gemiddelde inseminatiesucces ligt tussen de 65% en 80%, wanneer het gaat om intra-uterine endoscopische inseminaties met ingevroren sperma in de optimale dekperiode van de teef. Om conservatief te zijn, werken we met een inseminatiesucces van 65%. Embryotechnieken zijn bij honden niet ontwikkeld, aangezien het wettelijk verboden is om embryo's operatief te oogsten of uit de eileider of baarmoeder te spoelen. Ook praktisch gezien zijn er beperkingen voor het gebruik van embryotechnieken, onder andere door complexe synchronisatie van de cyclus van de teef en het nog moeten rijpen en delen van eicellen in de eileider na ovulatie.

3.2.5 Paarden

Voor paarden wordt een drachtigheidspercentage van 40% (met een spreiding van 35% tot 50%) verwacht voor ontdooid sperma. Voor embryo's hangt het af van het type embryo dat is ingevroren. Voor verse embryo's (verkregen uit een merrie door embryo-flush na kunstmatige inseminatie) wordt verwacht dat ongeveer 80% levensvatbaar is na invriezen. Vervolgens wordt een drachtigheidspercentage van 65-70% verwacht. Voor ICSI embryo's (geproduceerd door eicel-winning en *in vitro* productie door middel van intracytoplasmatische sperma-injectie en kweek tot het blastocyst-stadium) worden drachtigheidspercentages van ongeveer 70% verwacht na implantatie. Daarom werken we hier met een gemiddeld aantal nakomelingen per ingevroren embryo van 0,52 ($0,8 * 0,65$) om conservatief te zijn in de berekeningen.

3.2.6 Kippen

Hoeveel nakomelingen een kip krijgt na één inseminatie is sterk afhankelijk van het ras, omdat rassen onderling kunnen verschillen in de hoeveelheid eieren die ze leggen per tijdseenheid. Kippen kunnen sperma

inwendig opslaan, van dagen tot weken (Bakst, 2011). Om conservatief te zijn, zijn we hier uitgegaan van één inseminatie voor een legperiode van een week. Commerciële pluimveerassen leggen gemiddeld 300 eieren per jaar, terwijl lokale rassen ongeveer 150 eieren per jaar leggen. Omgerekend naar één week, zijn dit ongeveer 6 eieren voor commerciële rassen en 3 eieren voor lokale rassen. Het fertilisatiesucces van kunstmatige inseminaties met ingevroren sperma bij kippen ligt meestal zo rond de 0,5 (Donoghue & Wishart, 2000).

3.2.7 Ganzen

Voor het aantal nakomelingen per legsel in ganzen is specifiek gekeken naar de Twentse landgans, het enige Nederlandse ganzenras. De Twentse landgans legt over het algemeen een broedlegsel van 10 tot 12 eieren (de Vos, 2014). Om conservatief te zijn in de berekeningen, is uitgegaan van een legsel van 10 eieren. Uit onderzoek is gebleken dat in ganzen een fertiliteitspercentage van 58,5% behaald kan worden met ingevroren sperma (Váradi et al., 2019). Om conservatief te zijn, is uitgegaan van een inseminatiesucces van 50% in ganzen.

3.2.8 Eenden

Het reproductiesucces van eenden met kunstmatige inseminatie is nog niet geheel duidelijk, dus voor eenden is voor nu uitgegaan van dezelfde waarden als voor ganzen.

3.2.9 Konijnen

Bij konijnen verschilt de worpgrootte tussen worpen, maar ligt de worpgrootte gemiddeld iets boven de 7 lampreien per worp (Blasco et al., 2017). Het gemiddelde inseminatiesucces, bij gebruik van ingevroren sperma, ligt zo rond de 80%. Een recente studie heeft laten zien dat er een succespercentage van 23% is qua geboren nakomelingen bij het gebruik van ingevroren embryo's (Marco-Jiménez et al., 2018). Er werden gemiddeld 10 embryo's geïmplant per implantatie (Marco-Jiménez et al., 2018).

3.3 Scenario's voor het berekenen van benodigde kerncollecties

Voor het berekenen van de benodigde grootte van kerncollecties om rassen opnieuw te kunnen opbouwen, is uitgegaan van drie verschillende scenario's: Veilig (**V**), Compromis (**C**), en Risicovol (**R**; **Tabel 12**). De scenario's verschillen van elkaar in effectieve populatiegrootte en daardoor ook in resulterende verwachte inteelttoename per generatie. De scenario's verschillen eveneens in hun kans van slagen onder bepaalde omstandigheden. Met het meest risicovolle scenario is er alleen een kans van slagen als het scenario heel nauwkeurig wordt toegepast, waarbij elk mannelijk dier wordt vervangen door één zoon en elk vrouwelijk dier door één dochter. Dit kan lastig toepasbaar zijn in de reguliere veefokkerij. In een dergelijk scenario is er nauwelijks selectie mogelijk: er is alleen keuze tussen volle broers of volle zussen als er meerdere dieren van hetzelfde geslacht worden geboren. Hierdoor kan het gebeuren dat er minder goede dieren ingezet moeten worden in het fokprogramma. Binnen het veilige scenario is wel selectie mogelijk en dit scenario is goed uitvoerbaar in de reguliere veefokkerij. In het Compromis scenario is enige toevallige selectie mogelijk wanneer het ene dier bijvoorbeeld een grotere worp heeft dan het andere dier.

In alle scenario's wordt gefocust op een kerncollectie die voldoende groot moet zijn om éénmalig (en niet meermaals) een reconstructie uit te voeren met uitsluitend sperma (geen embryo's) en tot de gewenste raszuiverheid van minimaal 97,5% uit te komen. Met alleen sperma zijn meerdere generaties nodig om een ras terug te fokken, omdat het sperma van een ras wordt gebruikt om vrouwelijke dieren van een ander ras te insemineren en de vrouwelijke nakomelingen hieruit opnieuw te insemineren met het sperma van het terug te fokken ras. In dit proces gaan de dieren elke generatie meer op het terug te fokken ras lijken (**Figuur 1**).

In aanvulling op deze drie scenario's voor het gebruik van alleen sperma, is er voor een combinatie van sperma- en embryobeschikbaarheid een berekening gemaakt. Bij het gebruik van embryo's worden deze geïmplanteerd in vrouwelijke dieren van een ander ras en de daaruit voortkomende vrouwelijke nakomelingen zijn gelijk raszuiver. Deze dieren worden vervolgens weer geïnsemineerd met sperma van het terug te fokken ras uit de genenbank. Een reconstructie met behulp van embryo's gaat dus veel sneller.

Tabel 12 Scenario's voor het berekenen van de benodigde kerncollecties.

Scenario	Veilig	Compromis	Risicovol
Effectieve populatiegrootte	100	74	50
Inteelttoename per generatie	0,5%	0,67%	1%
Aantal mannelijke donoren ¹	50	37	25
Berekend aantal minimaal benodigde vrouwelijke dieren per generatie (zie 3.4.3)	53	40	28
Berekende inteeltpercentage na volledig programma van 6 generaties met gebruik van alleen sperma (zie 3.4.6)	2,9%	3,9%	5,8%

¹ In deze scenario's is het aantal mannelijke donoren in eerste instantie vastgezet op 50% van de effectieve populatiegrootte.

3.4 Berekeningen van de scenario's met alleen sperma

De drie bovengenoemde scenario's zijn doorgerekend met behulp van de Conservatie Planner (CGN/SZH Conservatie Planner, 2005) en aanvullende handmatige berekeningen die zijn gebaseerd op de Conservatie Planner. De berekeningen zijn hieronder uitgelegd, met scenario Risicovol voor runderen als rekenvoorbeeld.

3.4.1 Inputgegevens

Als inputgegevens zijn nodig:

- het aantal mannelijke dieren (**M**) per generatie in het terugfokprogramma
- de gewenste effectieve populatiegrootte (**N_e**)
- het drachtigheidspercentage (**DP**)
- de gemiddelde worpgrootte (**W**)
- de overleving tot vruchtbare leeftijd (**O**)
- de gewenste raszuiverheid (**RZ**; 0,975 in de huidige berekeningen)
- het slagingspercentage van de reconstructie (0,95 in de huidige berekeningen)
- het aantal reconstructies of cycli (**C**; 1 in de huidige berekeningen)

3.4.2 Berekening van de benodigde lengte van het reconstructieprogramma (in generaties)

Met elke generatie van het reconstructieprogramma neemt het percentage genetisch materiaal van het ras dat wordt gebruikt voor de reconstructie van de dieren (dat wil zeggen, het ras waaruit moeders worden gerekruteerd om het gewenste ras terug te fokken) met de helft af (**Figuur 1**). De benodigde lengte van het reconstructieprogramma in generaties (**L**) kan dan als volgt worden berekend:

$$L = \frac{\log_{10} 1 - RZ}{\log_{10} 0,5}$$

Bij een gewenste raszuiverheid (RZ) van 0,975 resulteert dit in een programmалengte van 6 generaties (afgerond naar boven).

3.4.3 Berekening van het minimale aantal benodigde vrouwelijke dieren per generatie

Het minimale aantal benodigde vrouwelijke dieren per generatie (**min V voor N_e**) is als volgt berekend:

$$\min V \text{ voor } N_e = \frac{1 + \left(1 + \frac{1}{M}\right) / M}{\frac{4}{N_e} - \left(1 + \frac{1}{M}\right) / M}$$

Bij 25 mannelijke dieren (**M**) en een effectieve populatiegrootte (**N_e**) van 50 dieren, resulteert dit in minimaal 28 vrouwelijke dieren benodigd per generatie (afgerond naar boven).

3.4.4 Berekening van het aantal succesvolle inseminaties wat nodig is om voldoende vruchtbare vrouwelijke dieren te verkrijgen

De berekening van het aantal succesvolle inseminaties (**SI**) dat nodig is om voldoende vruchtbare vrouwelijke dieren te verkrijgen, bestaat uit meerdere stappen.

Allereerst wordt de kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per dracht berekend. De algehele kans op een vrouwelijke nakomeling bij de geboorte van één dier is 0,5. Als de overlevingskans tot vruchtbare leeftijd gelijk is aan O , dan is de kans op geen enkel vrouwelijk dier bij een worpgrootte van **W** gelijk aan $(1 - 0,5 * O)^W$. De kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per dracht (**$P(1vV/d)$**) is dan gelijk aan:

$$P(1vV/d) = 1 - (1 - 0,5 * O)^W$$

Met de kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per dracht ($= P(1vV/d)$), is het vervolgens mogelijk om te berekenen wat de kans is op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per inseminatie (**$P(1vV/i)$**). Hierbij speelt het drachtigheidspercentage (**DP**) een rol, en wordt de kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per dracht vermenigvuldigd met het drachtigheidspercentage na inseminatie:

$$P(1vV/i) = P(1vV/d) * DP$$

Als we de kans weten dat een inseminatie leidt tot minstens 1 vrouwelijk dier, kunnen we ook berekenen hoeveel geslaagde inseminaties nodig zijn om het minimale aantal vrouwelijke dieren te krijgen wat nodig is voor een reconstructieprogramma. Helemaal zeker kan je niet zijn, omdat door stom toeval veel minder vrouwelijke dieren kunnen worden geboren dan verwacht. Met behulp van een kansverdeling kan echter wel berekend worden hoeveel succesvolle inseminaties nodig zijn om in bijvoorbeeld 95% van de gevallen te slagen. In dit onderzoek is uitgegaan van een inverse normaalverdelingsfunctie met gemiddelde 0 en standaarddeviatie 1 (NORMINV(1-slagingspercentage, 0, 1)). Het uiteindelijke aantal succesvolle inseminaties (**SI**) wat nodig is om voldoende vruchtbare vrouwelijke dieren te verkrijgen, kan dan als volgt worden berekend:

$$SI = \left(\frac{(a * \sqrt{P(1vV/i) * (1 - P(1vV/i))} + \sqrt{a^2 * (P(1vV/i) * (1 - P(1vV/i))) + P(1vV/i) * \min V \text{ voor } N_e * 4})}{2 * P(1vV/i)} \right)^2$$

Hierbij is a gelijk aan NORMINV(1-0,95, 0, 1) = 1,644.

Samenvattend, bij een drachtigheidspercentage van 0,5, een worpgrootte van 1 en een overlevingskans van 1, evenals een slagingspercentage van 0,95, resulteert deze berekening in 147 benodigde succesvolle inseminaties (omhoog afgerond).

3.4.5 Berekening van het benodigde aantal doses sperma

Het benodigde aantal spermadoses is als volgt berekend:

$$\text{doses sperma} = SI * L * C$$

Met de eerder berekende of ingevulde gegevens (SI = 147, L = 6, C = 1) resulteert dit in 890 benodigde doses sperma (omhoog afgerond naar een tiental).

3.4.6 Berekening van de inteelttoename per generatie

De berekening van het uiteindelijke inteeltpercentage (**I**), uitgaande van een situatie waarin de dieren waarmee men startte niet aan elkaar verwant waren en niet ingeteeld waren, bestaat uit twee stappen.

Allereerst is de inteelttoename (ΔF) per generatie berekend met de volgende formule:

$$\Delta F = 0,125 * \left(\frac{\left(1 + \frac{1}{M}\right)}{M} + \frac{1 + \frac{1}{M}}{\text{min } V \text{ voor } N_e} \right)$$

Bij 25 mannelijke dieren (**M**) en minimaal 28 vrouwelijke dieren (**min V voor N_e**) per generatie resulteert dit in een inteelttoename van 1% per generatie (afgerond naar boven).

Vervolgens kan het uiteindelijke inteeltpercentage (**I**) worden berekend, waarbij de lengte van het programma (in aantal generaties) in acht wordt genomen:

$$I = 1 - (1 - \Delta F)^L$$

Met 25 mannelijke dieren, en de berekende 28 vrouwelijke dieren per generatie, resulteert dit in een totale inteelttoename over het gehele programma van 5,8%.

3.5 Berekeningen van de scenario's met sperma en embryo's beschikbaar

De drie scenario's zijn eveneens doorgerekend voor het gebruik van sperma en embryo's, met behulp van de Conservatie Planner. De berekeningen zijn hieronder uitgelegd, met scenario Risicovol voor runderen opnieuw als rekenvoorbeeld.

3.5.1 Inputgegevens

Als inputgegevens zijn nodig:

- het aantal mannelijke dieren (**M**)
- de gewenste effectieve populatiegrootte (**N_e**)
- het drachtigheidspercentage (**DP**)
- de gemiddelde worpgrootte (**W**)
- de overleving tot vruchtbare leeftijd (**O**)
- het slagingspercentage van de reconstructie (0,95 in de huidige berekeningen)
- het aantal reconstructies of cycli (**C**; 1 in de huidige berekeningen)
- het percentage levensvatbare embryo's na ontdooiing (**LV**)
- het drachtigheidspercentage bij gebruik van embryo's (**DP_E**)
- aantal embryo's per implantatie (**E**)
- of het geslacht van de embryo's bekend is (geslacht is bekend verondersteld in de huidige berekeningen)

3.5.2 Berekening van het benodigd aantal embryo's

Het benodigd aantal embryo's kan worden berekend in een aantal stappen. Allereerst wordt het benodigd aantal vrouwelijke dieren voor de effectieve populatiegrootte (**aantal V voor N_e**) berekend:

$$\text{aantal } V \text{ voor } N_e = 1 / \left(\frac{4}{N_e} - \frac{1}{M} \right)$$

Daarnaast wordt de kans op een vrouwelijke nakomeling per dracht (**P(1vV/d)**) bepaald. In deze berekening wordt eerst bepaald wat de kans is dat een embryo van het vrouwelijke geslacht is (**P(embryo_g = V)**). Bij

embryo's waarvan het geslacht op voorhand is bepaald (zoals het geval is voor deze analyse), is deze kans gelijk aan één. De berekening van de kans op een vrouwelijke nakomeling per dracht is als volgt:

$$P(1vV/d) = 1 - (1 - P(\text{embryo}_g = V) * O * LV)^W$$

Bij een veronderstelde overleving van 1, een percentage levensvatbare embryo's na ontdooiing van 1 en een gemiddelde worpgrootte van 1, resulteert dit in een kans van 1 dat er een vrouwelijke nakomeling uit de dracht voortkomt.

Met deze kans op een vrouwelijke nakomeling per dracht, kan vervolgens ook worden berekend wat de kans op een vrouwelijke nakomeling per implantatie ($P(1vV/t)$) is. Deze kans wordt berekend aan de hand van de kans op een vrouwelijke nakomeling per dracht en het drachtigheidspercentage bij het gebruik van embryo's:

$$P(1vV/t) = P(1vV/d) * DP_E$$

De volgende stap is om het maximale aantal implantaties (I_{max}) te berekenen, aan de hand van de volgende formule:

$$I_{max} = \left(\frac{(\alpha_2 * \sqrt{P(1vV/t) * (1 - P(1vV/t))} + \sqrt{\alpha_2^2 * (P(1vV/t) * (1 - P(1vV/t))) + 4 * P(1vV/t) * \text{aantal } V \text{ voor } N_e})}{2 * P(1vV/t)} \right)^2$$

Waarbij $\alpha_2 = \text{NORMINV}(\text{error level}, 0, 1) = 1,644$ (zie paragraaf **3.4.4**) en error level = 1 - het slagingspercentage.

Tot slot kan het benodigd aantal embryo's als volgt worden berekend:

$$\text{Benodigd aantal embryo's} = E * I_{max}$$

Samenvattend, met de eerder genoemde voorbeeldwaarden ($O = 1$, $LV = 1$, $W = 1$) en één embryo per implantatie, een drachtigheidspercentage bij het gebruik van embryo's van 0,35 en een effectieve populatiegrootte van 50 dieren, waarvan 25 mannelijk, resulteert dit in 94 benodigde embryo's.

3.5.3 Berekening van het aantal doses sperma per beschikbaar mannelijk dier wanneer embryo's en sperma worden gebruikt

Het benodigd aantal doses sperma per beschikbaar mannelijk dier wordt eveneens in meerdere stappen berekend. Allereerst wordt de kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per dracht ($P(1vV/d)$) berekend, aan de hand van de volgende formule:

$$P(1vV/d) = 1 - (1 - 0.5 * O)^W$$

Vervolgens kan de kans op minimaal één vruchtbaar vrouwelijk dier per inseminatie ($P(1vV/i)$) worden berekend:

$$P(1vV/i) = P(1vV/d) * DP$$

Met deze gegevens kan vervolgens het maximale aantal inseminaties ($max \# \text{insem}$) worden berekend:

$$\text{max \# insem} = \left(\frac{(a * \sqrt{P(1vV/i) * (1 - P(1vV/i))} + \sqrt{a^2 * (P(1vV/i) * (1 - P(1vV/i))) + 4 * P(1vV/i) * \text{min } V \text{ voor } N_e})}{2 * P(1vV/i)} \right)^2$$

Waarbij $a = \text{NORMINV}(\text{error level}, 0, 1) = 1,644$ (zie paragraaf **3.4.4**) en error level = 1 - het slagingspercentage.

Vervolgens kan het benodigde aantal doses sperma worden berekend, door het maximale aantal inseminaties te vermenigvuldigen met het aantal reconstructiecycli:

$$doses = C * max \# insemin$$

In de huidige berekeningen is uitgegaan van één reconstructiecyclus ($C = 1$).

Tot slot kan het aantal doses sperma per beschikbaar mannelijk dier, in aanvulling op de embryo's, als volgt worden berekend:

$$doses \text{ sperma per mannelijk dier} = doses / M$$

Waarbij **M** het aantal beschikbare mannelijke dieren is (maximaal 25, bij meer mannelijke dieren wordt hier alsnog met 25 gerekend). Bij een drachtigheidspercentage van 0,5, een worpgrootte van 1 en een overlevingskans van 1, evenals een slagingspercentage van 0,95, resulteert dit in 133 doses in totaal en 10 doses per mannelijk dier (omhoog afgerond naar een tiental).

3.5.4 Berekening van het benodigde totale aantal spermadoses

Het benodigde totale aantal spermadoses is als volgt berekend:

$$benodigd \text{ totaal aantal spermadoses} = doses * M$$

Bij de eerder berekende 10 doses per mannelijk dier en 25 mannelijke dieren, resulteert dit in 250 doses sperma.

3.5.5 Berekening van het verwachte aantal vrouwelijke dieren

Het verwachte aantal vrouwelijke dieren in een scenario met embryo's en sperma is als volgt berekend:

$$verwacht V = \frac{max \# embryo's \text{ per cyclus}}{E} * DP_E * P(1vV/d)$$

Waarbij *max # embryo's per cyclus* gelijk is aan het aantal embryo's per implantatie (**E**) vermenigvuldigd met I_{max} . Bij $I_{max} = 94$, $E = 1$, $DP_E = 0,35$ en $P(1vV/d) = 1$, resulteert dit in 32 vrouwelijke dieren (afgerond als integer).

3.5.6 Berekening van het verwachte aantal mannelijke dieren

Het verwachte aantal mannelijke dieren in een scenario met embryo's en sperma kan op twee manieren worden berekend. Bij het gebruik van embryo's waarvan het geslacht bekend is, is het verwachte aantal mannelijke dieren gelijk aan het opgegeven aantal mannelijke dieren. Als het geslacht van de embryo's niet bekend is, is het verwachte aantal mannelijke dieren gelijk aan het verwachte aantal vrouwelijke dieren (zie paragraaf **3.5.5**).

3.5.7 Berekening van de gerealiseerde effectieve populatiegrootte

De gerealiseerde effectieve populatiegrootte is als volgt berekend:

$$gerealiseerde N_e = 4 * \frac{1}{\frac{1}{verwacht V} + \frac{1}{verwacht M}}$$

Bij 32 verwachte vrouwelijke dieren en 25 verwachte mannelijke dieren resulteert dit in een gerealiseerde effectieve populatiegrootte van 56.

3.5.8 Berekening van de inteelttoename per generatie

De inteelttoename per generatie is als volgt berekend:

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

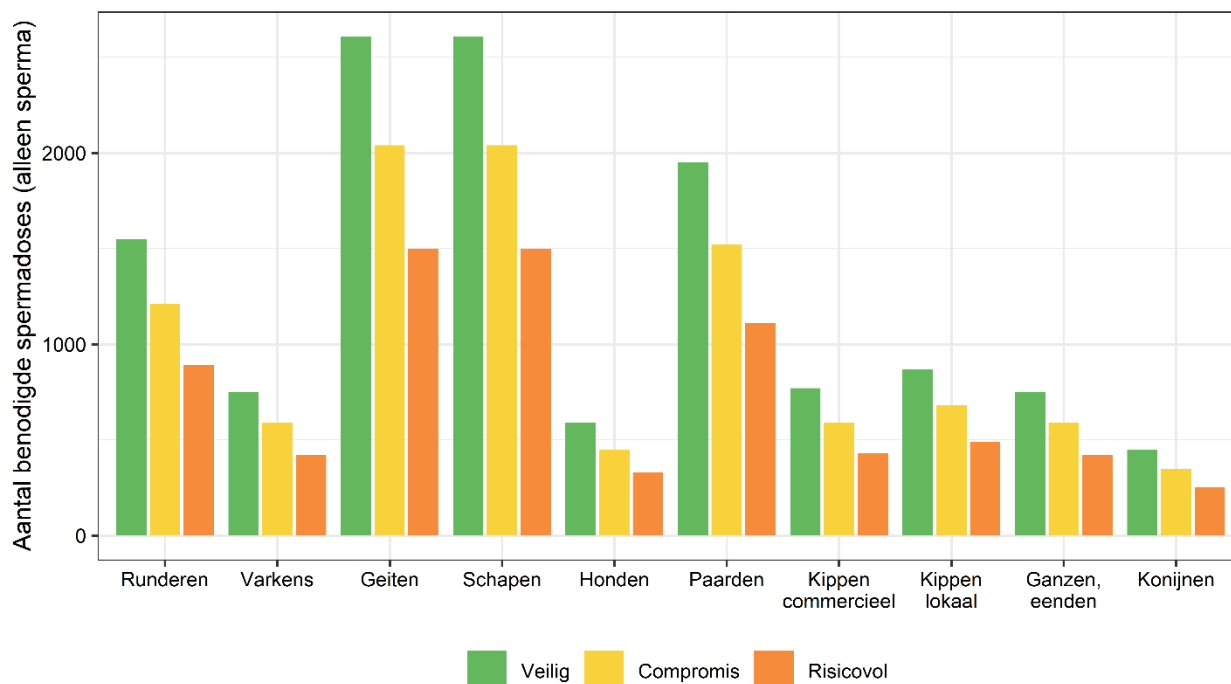
Bij een gerealiseerde N_e van 56 resulteert dit in een inteelttoename van 0,9% per generatie.

4 Berekenende benodigde aantallen voor de verschillende diersoorten

Uit de berekeningen van hoofdstuk 3 komen de benodigde aantallen naar voren voor de kerncollecties voor de verschillende diersoorten. Deze zijn weergegeven in **Tabel 13** en **Figuur 4** voor het gebruik van alleen sperma en in **Tabel 14** en **Figuur 5** voor het gebruik van sperma en embryo's. Beide geven de meest optimale situatie weer in beide situaties, dit wil zeggen, de meest gunstige verhoudingen in geslacht van geboren dieren, meest optimale verdeling in aantal doses per donor.

Tabel 13 Benodigde aantallen spermadoses bij gebruik van **alleen sperma**. ΔF = inteelttoename per generatie, N_e = effectieve populatiegrootte, N_M = benodigd aantal mannelijke dieren. In alle gevallen zijn er zes generaties nodig binnen het herstelprogramma om tot de gewenste raszuiverheid (>97,5%) te komen.

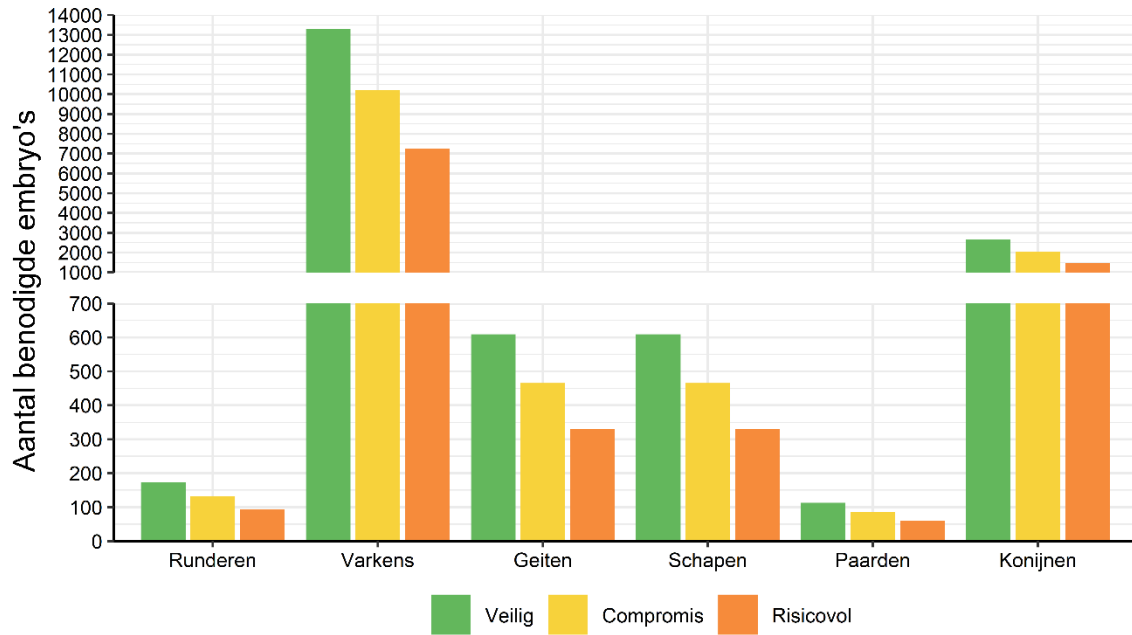
		Veilig	Compromis	Risicovol
		$\Delta F = 0,5\%$	$\Delta F = 0,67\%$	$\Delta F = 1\%$
		$N_e = 100$	$N_e = 74$	$N_e = 50$
		$N_M = 50$	$N_M = 37$	$N_M = 25$
Runderen	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	258	201	147
	Benodigd aantal doses (totaal)	1.550	1.210	890
Varkens	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	125	97	70
	Benodigd aantal doses (totaal)	750	590	420
Geiten	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	435	339	249
	Benodigd aantal doses (totaal)	2.610	2.040	1.500
Schapen	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	435	339	249
	Benodigd aantal doses (totaal)	2.610	2.040	1.500
Honden	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	97	75	54
	Benodigd aantal doses (totaal)	590	450	330
Paarden	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	325	253	185
	Benodigd aantal doses (totaal)	1.950	1.520	1.110
Kippen (commercieel/ lokaal)	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	127/144	98/112	71/81
	Benodigd aantal doses (totaal)	770/870	590/680	430/490
Ganzen, eenden	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	125	97	70
	Benodigd aantal doses (totaal)	750	590	420
Konijnen	Benodigd aantal succesvolle inseminaties per generatie voor het benodigde aantal volwassen vrouwelijke nakomelingen	74	57	41
	Benodigd aantal doses (totaal)	450	350	250



Figuur 4 Benodigde aantallen spermadoses bij gebruik van alleen sperma voor de verschillende scenario's en diersoorten.

Tabel 14 Benodigde aantallen embryo's en spermadoses bij gebruik van **embryo's en sperma**. ΔF = inteelttoename per generatie, N_e = effectieve populatiegrootte, N_M = benodigd aantal mannelijke dieren. In alle gevallen zijn er zes generaties nodig binnen het herstelprogramma om tot de gewenste raszuiverheid (>97,5%) te komen.

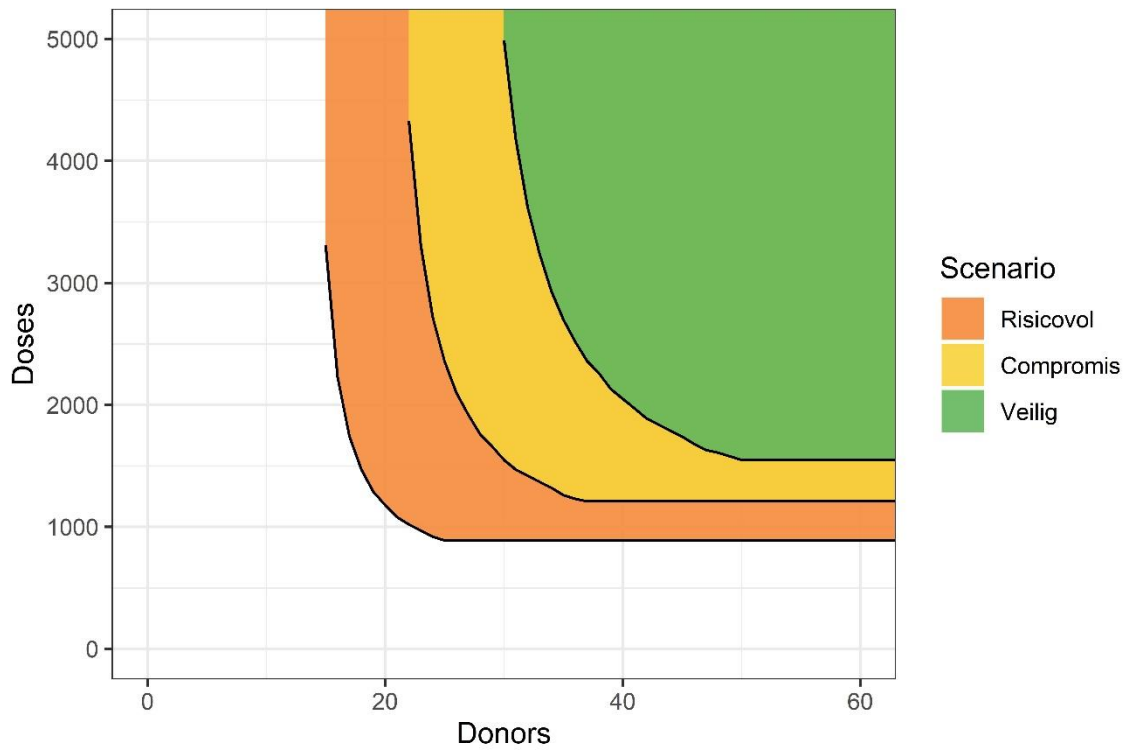
	Veilig $\Delta F = 0,5\%$ $N_e = 100$ $N_M = 50$	Compromis $\Delta F = 0,67\%$ $N_e = 74$ $N_M = 37$	Risicovol $\Delta F = 1\%$ $N_e = 50$ $N_M = 25$
Runderen Benodigd aantal embryo's	173	132	94
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	500	370	250
Varkens Benodigd aantal embryo's	13.290	10.200	7.260
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	500	370	250
Geiten Benodigd aantal embryo's	609	465	330
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	1.000	740	250
Schapen Benodigd aantal embryo's	609	465	330
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	1.000	740	250
Honden Benodigd aantal embryo's	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Paarden Benodigd aantal embryo's	113	86	61
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	1.000	370	250
Kippen Benodigd aantal embryo's	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Ganzen, eenden Benodigd aantal embryo's	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Konijnen Benodigd aantal embryo's	2.670	2.040	1.450
Benodigd aantal spermadoses (totaal)	500	370	250



Figuur 5 Benodigde aantallen embryo's bij gebruik van embryo's en sperma voor de verschillende scenario's en diersoorten.

4.1 Aantal mannelijke donoren

In de berekeningen van de scenario's hierboven is uitgegaan van een vast aantal mannelijke donoren om specifieke effectieve populatiegroottes en inteeltpercentages te onderzoeken (50% van de effectieve populatiegrootte, d.w.z. 50, 37 en 25 mannelijke donoren voor respectievelijk Veilig, Compromis en Risicovol; zie **Tabel 12**). Het is ook mogelijk om een dergelijke reconstructie uit te voeren met minder mannelijke donoren. Deze moeten dan echter gepaard worden met meer vrouwtjes om de gewenste effectieve populatiegrootte te bereiken. Hiervoor zijn dan ook aanzienlijk meer doses nodig. Per diersoort is berekend hoeveel doses nodig zijn bij welk aantal donoren. Als voorbeeld is voor runderen in **Figuur 6** weergegeven hoe de relatie tussen het aantal mannelijke donoren en het totale aantal doses per scenario eruit ziet. Belangrijk om hierbij in gedachten te houden is dat er in deze relatie vanuit wordt gegaan dat er van elk mannelijk dier evenveel doses beschikbaar zijn, oftewel dat het totale aantal doses evenredig verdeeld is over het aantal mannelijke donoren. Dit is in de praktijk vaak niet het geval. Daarnaast is er ook een minimaal aantal donoren nodig om de benodigde effectieve populatiegrootte te behalen, zoals ook zichtbaar is in **Figuur 6**, waar bijvoorbeeld voor het scenario Risicovol minder dan 14 mannelijke donoren niet mogelijk is, ongeacht het aantal doses.



Figuur 6 Relatie tussen het aantal mannelijke donoren en het benodigde aantal doses per scenario, voor runderen.

5 Evaluatie benodigde versus werkelijke kerncollecties

In dit hoofdstuk wordt de vergelijking gemaakt tussen de huidige kerncollecties voor de Nederlandse landbouwhuisdierrassen (zie hoofdstuk 2) en de berekende benodigde kerncollecties (zie hoofdstuk 4). De resultaten voor elk van de diersoorten – en de rassen daarbinnen – worden hieronder nader toegelicht. Alleen voor rund is het scenario voor embryo meegenomen, omdat dit de enige diersoort is waarvan reeds embryo's zijn opgeslagen.

5.1 Runderen

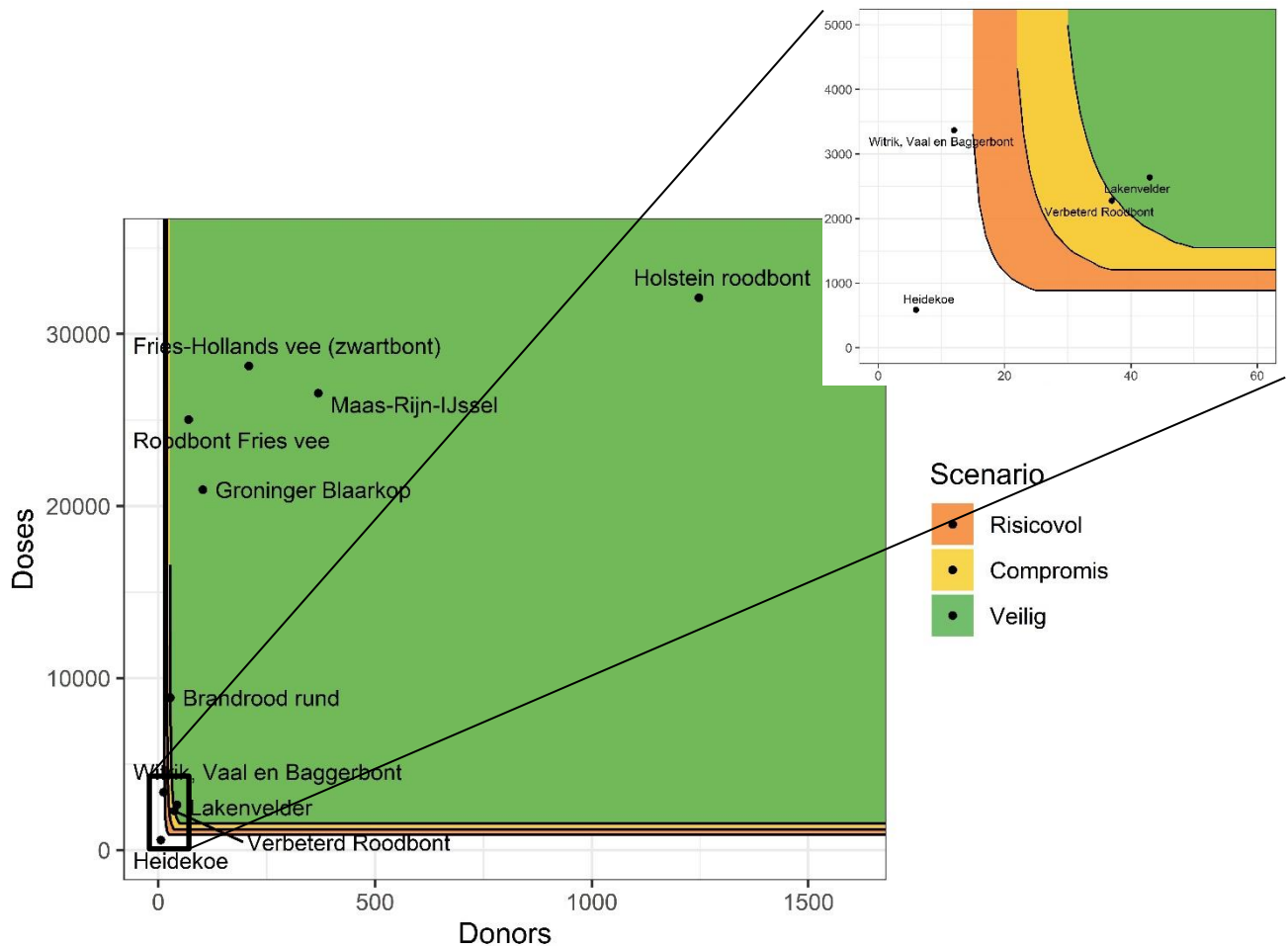
Voor het scenario Veilig zijn er in totaal 1.550 spermadoses nodig, van minimaal 50 mannelijke donoren. Zoals in **Tabel 15** terug te zien is, worden deze aantallen gehaald voor Fries-Hollands vee (zwartbont; ook specifiek voor de Roodbont Fries vee dieren), Groninger Blaarkop, Holstein zwartbont (ook specifiek voor de Holstein roodbonte subpopulatie) en Maas-Rijn-IJsselvee. Er is onvoldoende materiaal voor Brandrood rund, Heidekoe, Lakenvelder, Verbeterd Roodbont en kleurslagen Witrik, Vaal en Baggerbont. Voor het scenario Compromis zijn er in totaal 1.210 doses sperma nodig, van 37 mannelijke dieren. Deze aantallen worden, naast de rassen die al voldoende hadden voor scenario Veilig, gehaald voor Lakenvelder en Verbeterd Roodbont. Voor het scenario Risicovol zijn er 890 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. In aanvulling op de rassen die al voldoende hadden voor Compromis, is er voldoende materiaal beschikbaar voor Brandrood rund. Voor zowel Heidekoe als voor de kleurslagen Witrik, Vaal en Baggerbont is er onvoldoende materiaal beschikbaar voor elk van de scenario's. Voor wat betreft het gebruik van embryo's: voor het scenario Risicovol zijn al 94 embryo's per ras benodigd en dit wordt voor geen van de runderrassen behaald (**Tabel 15**).

Tabel 15 Overzicht per runderras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's, inclusief scenario's met gebruik van embryo's en sperma.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)	Alle embryo-scenario's
Brandrood rund	X	X	✓	X
Fries-Hollands vee (zwartbont) ¹	✓	✓	✓	X
Roodbont Fries vee ²	✓	✓	✓	X
Groninger Blaarkop	✓	✓	✓	X
Heidekoe	X	X	X	X
Holstein zwartbont	✓	✓	✓	X
Holstein roodbont ²	✓	✓	✓	X
Lakenvelder	X+	✓	✓	X
MRIJ (Maas-Rijn-IJssel)	✓	✓	✓	X
Verbeterd Roodbont	X	✓	✓	X
Witrik, Vaal en Baggerbont	X	X	X	X

¹ Fries-Hollands zwartbont en fundamentfoklijn gecombineerd; ² Dieren van specifieke kleurslagen/variëteiten binnen het ras; + Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

Zoals eerder aangegeven, is het ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. **Figuur 7** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende runderrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. Zoals te zien is het aantal benodigde doses hoger per donor wanneer er minder donoren zijn. In **Tabel 15** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.



Figuur 7 Weergave van voor welke runderrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.2 Varkens

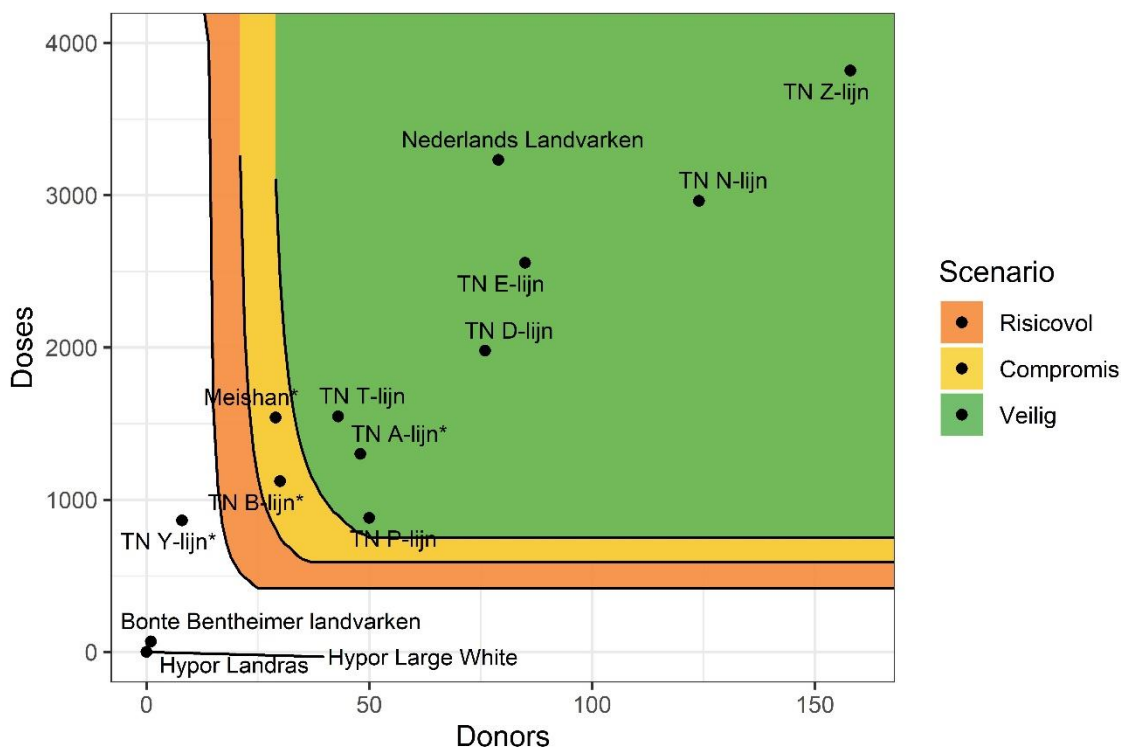
Voor het scenario Veilig zijn in totaal 750 spermadoses nodig, van 50 mannelijke donoren. Zoals in **Tabel 16** terug te zien is, worden deze aantallen gehaald voor Nederlands Landvarken en Topigs Norsvin-lijnen D, E, P, N en Z. Voor het scenario Compromis zijn er in totaal 590 doses sperma nodig, van 37 mannelijke dieren. Deze aantallen worden, naast de rassen die al voldoende hadden voor scenario Veilig, gehaald voor de Topigs Norsvin A-lijn en T-lijn. Voor het scenario Risicovol zijn er 420 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. In aanvulling op de rassen die al voldoende hadden voor Compromis en Veilig, is er voldoende materiaal beschikbaar voor Meishan en de Topigs Norsvin B-lijn. Voor het Bonte Bentheimer landvarken, Hypor Landras, Hypor Large White en de Topigs Norsvin Y-lijn is er onvoldoende materiaal beschikbaar voor elk van de scenario's.

Tabel 16 Overzicht per varkensras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Bonte Bentheimer landvarken	X	X	X
Hypor Landras	X	X	X
Hypor Large White	X	X	X
Meishan*	X	X+	✓
Nederlands Landvarken	✓	✓	✓
Topigs Norsvin A-lijn* (Large White)	X+	✓	✓
Topigs Norsvin B-lijn*	X	X+	✓
Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)	✓	✓	✓
Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)	✓	✓	✓
Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)	✓	✓	✓
Topigs Norsvin P-lijn (TN Select, TN Top Select, Piétrain)	✓	✓	✓
Topigs Norsvin T-lijn	X+	✓	✓
Topigs Norsvin Y-lijn*	X	X	X
Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)	✓	✓	✓

* Lijnen of rassen niet meer beschikbaar; + Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een bepaald scenario te behalen. **Figuur 8** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende varkensrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. In **Tabel 16** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.



Figuur 8 Weergave van voor welke varkensrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.3 Geiten

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 2.610 spermadoses nodig, van 50 mannelijke donoren. Zoals in **Tabel 17** terug te zien is, worden deze aantallen gehaald voor geen van de geitenrassen. Voor het scenario Compromis, waarvoor er 2.040 doses van 37 mannelijke donoren nodig zijn, is er ook voor geen van de geitenrassen voldoende materiaal beschikbaar in de genenbank. Voor het scenario Risicovol zijn 1.500 doses sperma nodig, van 25 mannelijke donoren. Van de Nederlandse Landgeit is hiervoor voldoende materiaal aanwezig.

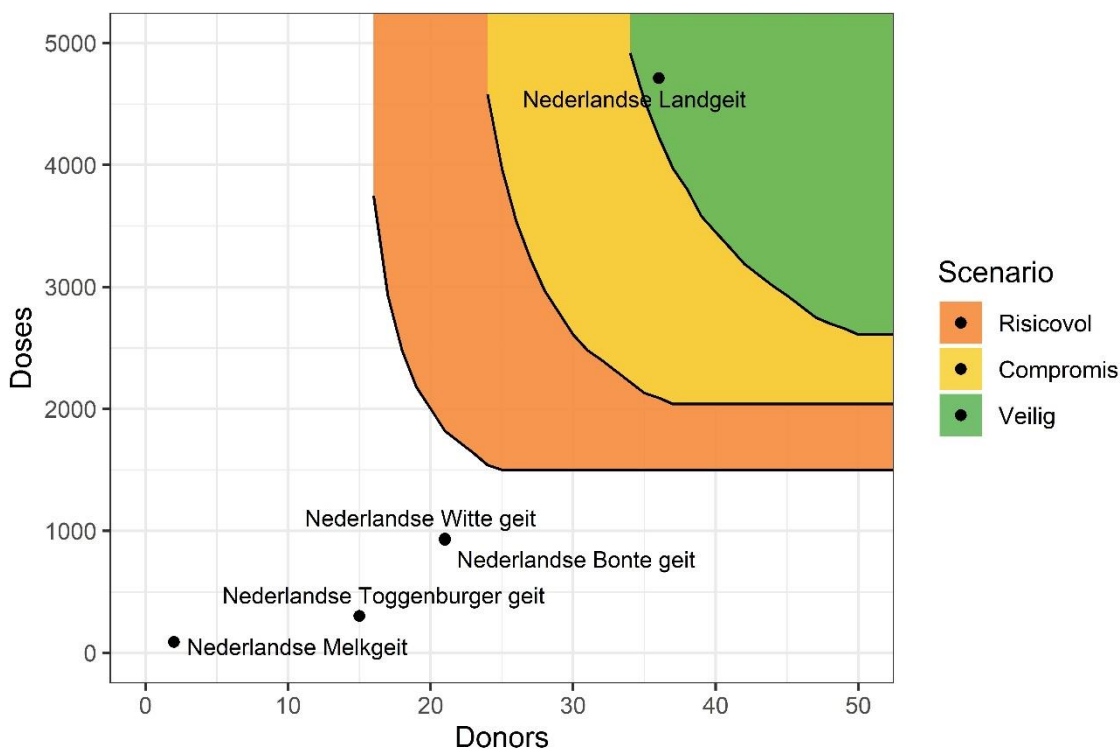
Tabel 17 Overzicht per geitenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Nederlandse Melkgeit	X	X	X
Nederlandse Bonte geit	X	X	X
Nederlandse Landgeit	X+	X+	✓
Nederlandse Witte geit	X	X	X
Nederlandse Toggenburger geit	X	X	X

+ Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren, met meer doses, wordt gewerkt.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen.

Figuur 9 geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende geitenrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. In **Tabel 17** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.



Figuur 9 Weergave van voor welke geitenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.4 Schapen

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 2.610 spermadoses nodig, van 50 mannelijke donoren. Zoals in **Tabel 18** terug te zien is, worden deze aantallen gehaald voor het Drents Heideschaap en het Fries melkschaap. Voor het scenario Compromis, waarvoor 2.040 doses van 37 mannelijke donoren nodig zijn, is er, naast de

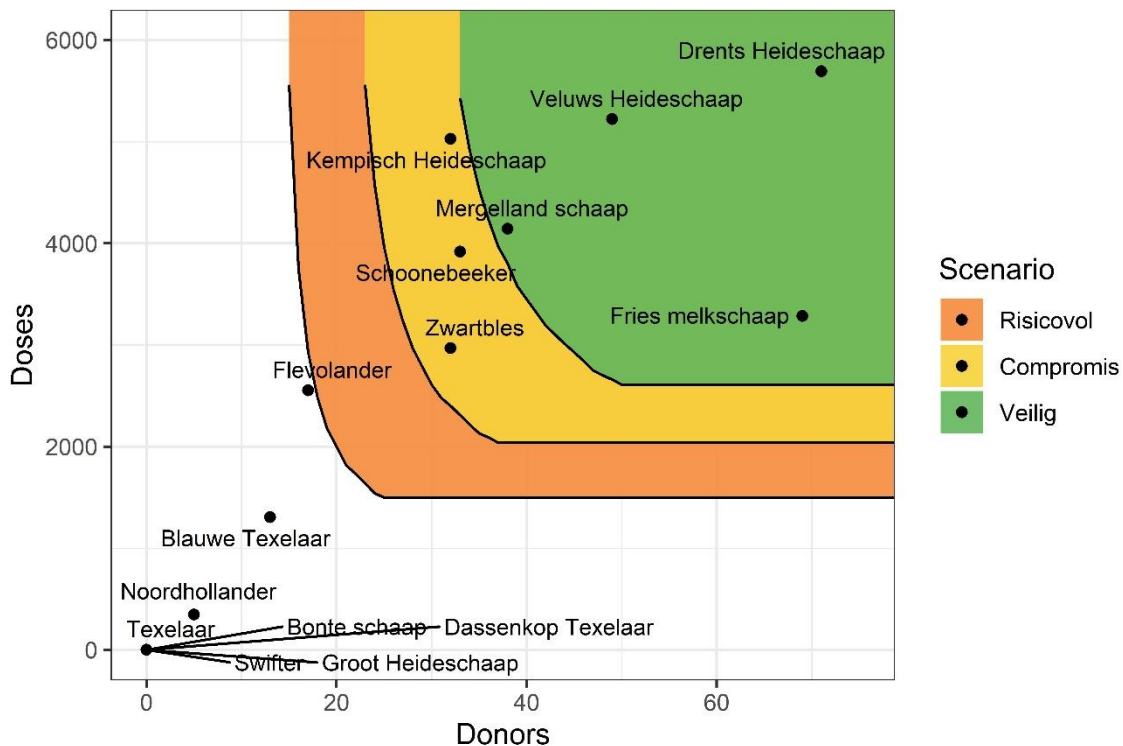
eerder genoemde rassen, ook voldoende materiaal beschikbaar voor het Mergelland schaap en het Veluws Heideschaap. Voor het scenario Risicovol zijn 1.500 doses sperma nodig, van 25 mannelijke donoren. Hiervoor is voldoende materiaal aanwezig voor het Kempisch Heideschaap, de Schoonebeeker en de Zwartbles.

Tabel 18 Overzicht per schapenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Bonte schaap	X	X	X
Drents Heideschaap	✓	✓	✓
Flevolander	X	X	X
Groot Heideschaap	X	X	X
Fries melkschaap ¹	✓	✓	✓
Kempisch Heideschaap	X	X+	✓
Mergelland schaap	X+	✓	✓
Noordhollander	X	X	X
Schoonebeeker	X	X+	✓
Swifter	X	X	X
Texelaar	X	X	X
Blauwe Texelaar ²	X	X	X
Dassenkop Texelaar ²	X	X	X
Veluws Heideschaap	X+	✓	✓
Zwartbles	X	X+	✓

¹ Voorheen Fries en Zeeuw Melkschaap, er zijn momenteel geen levende Zeeuwse melkschape meer; ² Dieren van specifieke kleurslagen/variëteiten binnen het ras; + Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. **Figuur 10** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende schapenrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. In **Tabel 17** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.



Figuur 10 Weergave van voor welke schapenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

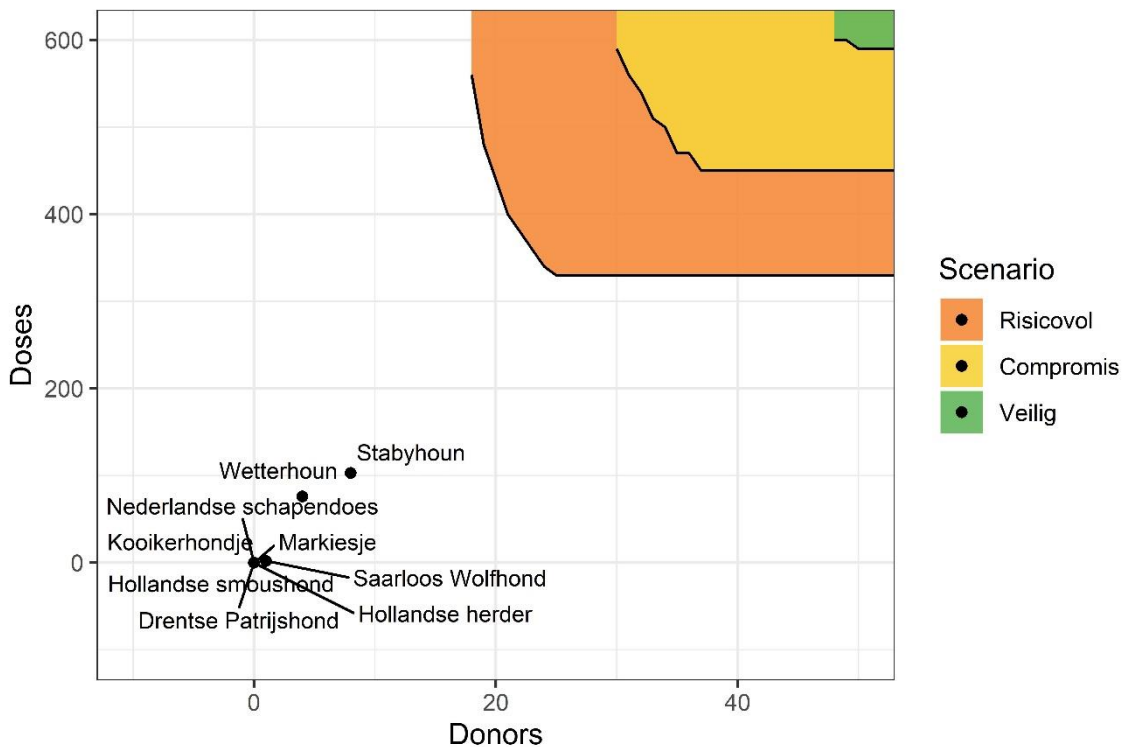
5.5 Honden

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 590 spermadoses nodig, van 50 mannelijke dieren, voor Compromis zijn 450 spermadoses nodig, van 37 mannelijke dieren, en voor Risicovol zijn 330 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. Voor geen van de scenario's is voldoende materiaal beschikbaar (**Tabel 19**).

Tabel 19 Overzicht per hondenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Drentse Patrijshond	X	X	X
Hollandse herder	X	X	X
Hollandse smoushond	X	X	X
Kooikerhondje	X	X	X
Markiesje	X	X	X
Nederlandse schapendoes	X	X	X
Saarloos Wolfhond	X	X	X
Stabyhoun	X	X	X
Wetterhoun	X	X	X

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. Echter, zoals weergegeven in **Figuur 11** zijn er ook dan onvoldoende donoren en doses voor elk van de scenario's.



Figuur 11 Weergave van voor welke hondenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.6 Paarden

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 1.950 spermadoses nodig, van 50 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor geen van de paardenrassen (**Tabel 20**). Voor het scenario Compromis zijn 1.520 spermadoses nodig, van 37 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor het Groninger paard. Voor het scenario

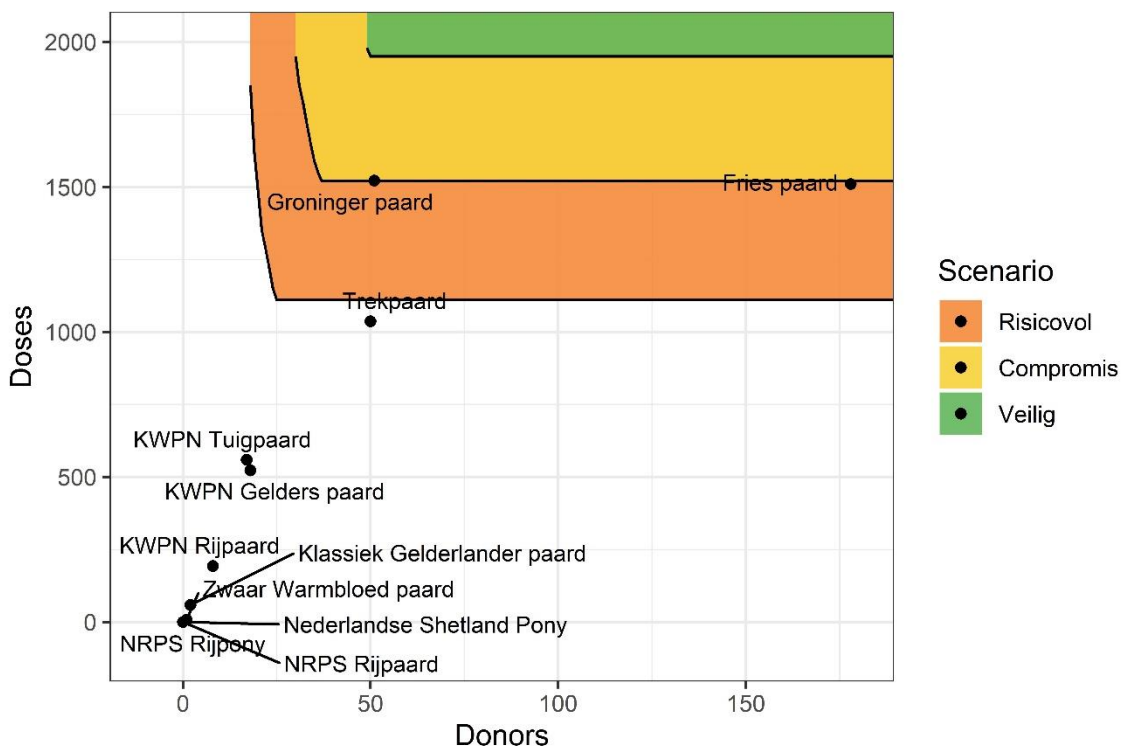
Risicovol zijn 1.110 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. Naast het Groninger paard wordt dit behaald voor het Fries paard.

Tabel 20 Overzicht per paardenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Fries paard	X	X	✓
KWPN Gelders paard	X	X	X
Groninger paard	X	✓	✓
Klassiek Gelderlander paard	X	X	X
KWPN Rijpaard ¹	X	X	X
NRPS Rijpaard	X	X	X
NRPS Rijpony	X	X	X
Nederlandse Shetland Pony	X	X	X
Trekpaard	X	X	X
KWPN Tuigpaard	X	X	X
Zwaar Warmbloed paard ²	X	X	X

¹ KWPN rijpaard of KWPN springpaard genoemd in de genenbank; ² Nederlands Warmbloed genoemd in de genenbank.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. **Figuur 12** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende paardenrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. Dit beeld wijkt echter niet af van het beeld in **Tabel 20**.



Figuur 12 Weergave van voor welke paardenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.7 Kippen

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 770 of 870 (commercieel ras versus lokaal ras) spermadoses benodigd, van 50 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor geen van de kippenrassen (**Tabel 21**). Voor het

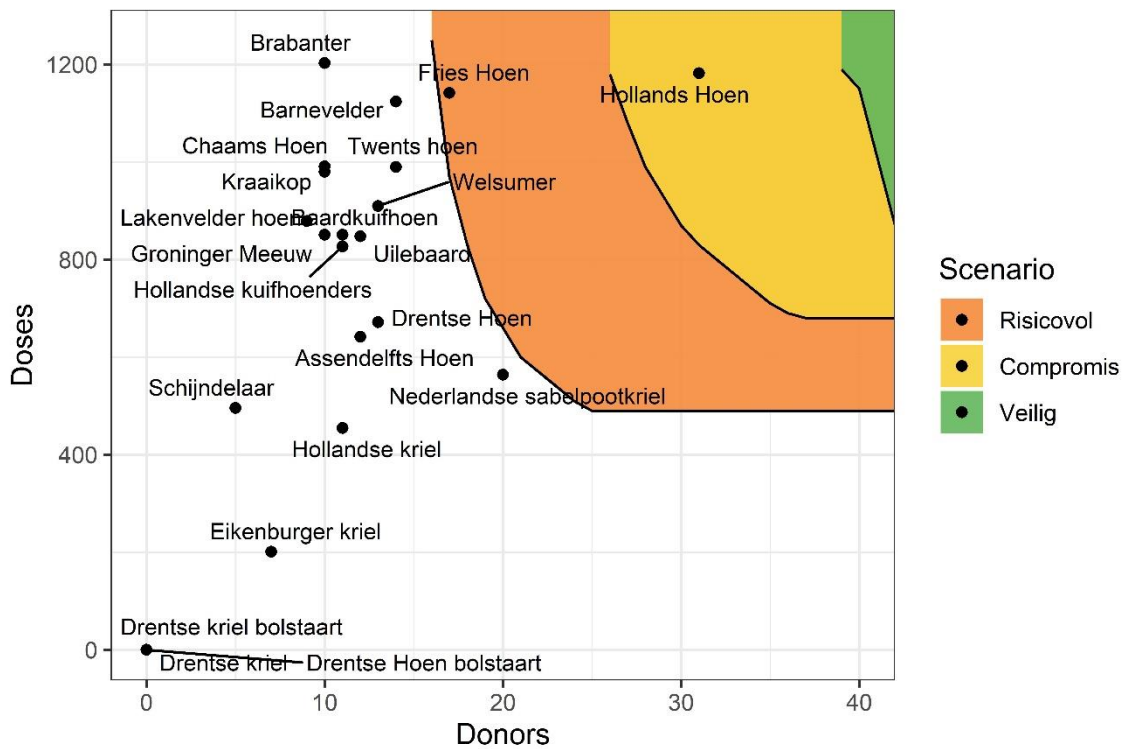
scenario Compromis zijn 590 of 680 spermadoses nodig, van 37 mannelijke dieren. Voor het scenario Risicovol zijn 430 of 490 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. Voor dit laatste scenario is voldoende materiaal beschikbaar van de Hollands Hoen.

Tabel 21 Overzicht per kippenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Lokaal of commercieel	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Assendelfts Hoen ¹	Lokaal	X	X	X
Baardkuifhoen ¹	Lokaal	X	X	X
Barnevelder ¹	Lokaal	X	X	X
Brabanter ¹	Lokaal	X	X	X
Chaams Hoen	Lokaal	X	X	X
Drentse Hoen	Lokaal	X	X	X
Drentse Hoen bolstaart	Lokaal	X	X	X
Drentse kriel	Lokaal	X	X	X
Drentse kriel bolstaart	Lokaal	X	X	X
Eikenburger kriel ²	Lokaal	X	X	X
Fries Hoen ¹	Lokaal	X	X	X+
Groninger Meeuw ¹	Lokaal	X	X	X
Hollands Hoen ¹	Lokaal	X	X+	✓
Hollandse kriel	Lokaal	X	X	X
Hollandse kuifhoenders ¹	Lokaal	X	X	X
Kraaikop ¹	Lokaal	X	X	X
Lakenvelder hoen ¹	Lokaal	X	X	X
Leghorn (Nederlands type) ¹	Commercieel	X	X	X
Nederlandse sabelpootkriel	Lokaal	X	X	X
Noord-Hollandse Blauwe ¹	Lokaal	X	X	X
Schijndelaar	Lokaal	X	X	X
Twents hoen ¹	Lokaal	X	X	X
Uilebaard ¹	Lokaal	X	X	X
Welsumer ¹	Lokaal	X	X	X
ISA/HG Rhode Island Red	Commercieel	X	X	X
ISA/HG Rhode Island White	Commercieel	X	X	X
ISA/HG barred Plymouth Rock	Commercieel	X	X	X
ISA/HG Australorp	Commercieel	X	X	X
ISA/HG New Hampshire	Commercieel	X	X	X
ISA/HG White Leghorn	Commercieel	X	X	X
ISA/HG Sussex	Commercieel	X	X	X

¹ In genenbank (momenteel) geen onderscheid tussen kriel of niet, dus inclusief kriel; ² Wit en zwart gecombineerd; + Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. **Figuur 13** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende lokale kippenrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. In **Tabel 21** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt. Voor de commerciële rassen (Leghorn en de ISA/HG lijnen) is er van geen van de rassen materiaal beschikbaar.



Figuur 13 Weergave van voor welke lokale kippenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.8 Ganzen

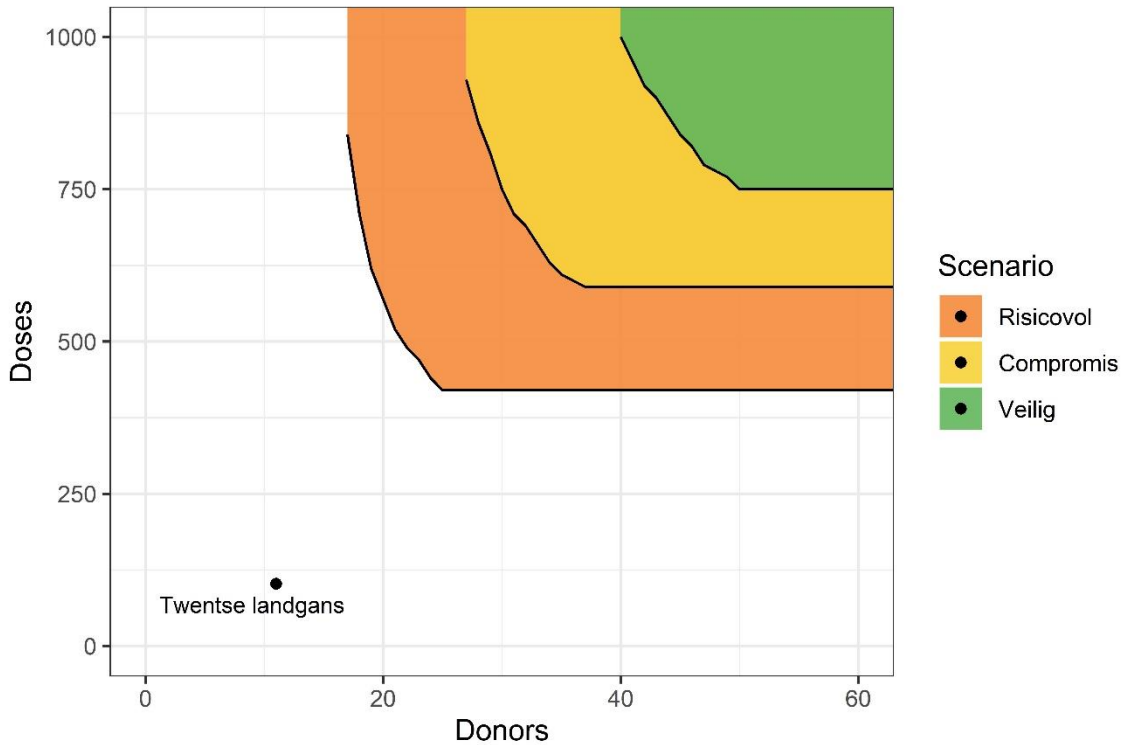
Voor het scenario Veilig zijn in totaal 750 spermadoses benodigd, van 50 mannelijke dieren. Dit aantal wordt niet behaald voor de Twentse landgans (**Tabel 22**). Ook voor het scenario Compromis (590 doses van 37 dieren) en het scenario Risicovol (420 doses van 25 dieren) is er onvoldoende materiaal beschikbaar.

Tabel 22 Overzicht per ganzenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Twentse landgans	X	X	X

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen.

Figuur 14 toont echter dat dit voor de Twentse landgans niet resulteert in een haalbaar scenario.



Figuur 14 Weergave van of er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt voor de Twentse landgans.

5.9 Eenden

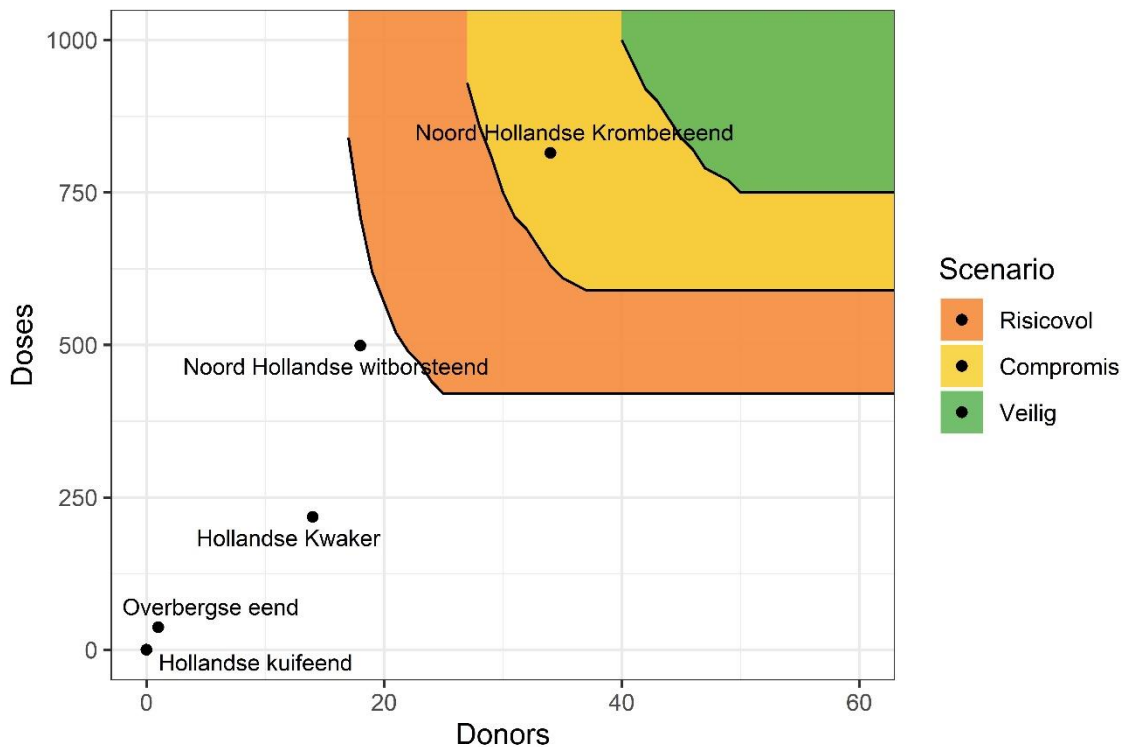
Voor het scenario Veilig zijn in totaal 750 spermadoses benodigd, van 50 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor geen van de eendenrassen (**Tabel 23**). Voor het scenario Compromis zijn 590 spermadoses nodig, van 37 mannelijke dieren. Dit aantal wordt ook voor geen van de eendenrassen behaald. Voor het scenario Risicovol zijn 420 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. Hiervoor is voldoende materiaal beschikbaar voor de Noord Hollandse Krombekeend, maar niet voor de overige eendenrassen.

Tabel 23 Overzicht per eendenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Hollandse kuifeend (incl. dwerg)	X	X	X
Hollandse Kwaker	X	X	X
Noord Hollandse Krombekeend	X	X+	✓
Noord Hollandse witborsteend	X	X	X
Overbergse eend	X	X	X

+ Voldoende wanneer er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. **Figuur 15** geeft de huidige stand van zaken voor de verschillende eendenrassen weer wanneer ook andere aantallen mannelijke donoren in acht worden genomen. In **Tabel 23** is met een plusteken aangegeven voor welke rassen er wel voldoende materiaal is als er met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.



Figuur 15 Weergave van voor welke eendenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

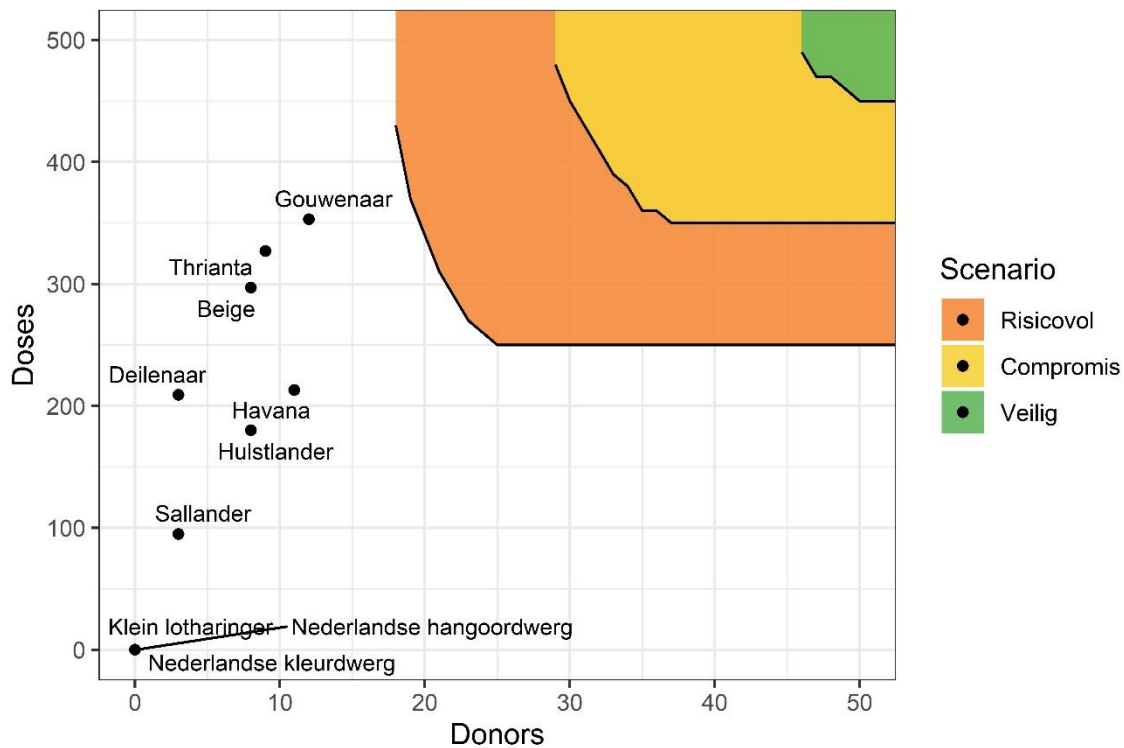
5.10 Konijnen

Voor het scenario Veilig zijn in totaal 450 spermadoses benodigd, van 50 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor geen van de konijnenrassen in de genenbank (**Tabel 24**). Voor het scenario Compromis zijn 350 spermadoses nodig, van 37 mannelijke dieren. Dit aantal wordt behaald voor geen van de konijnenrassen in de genenbank. Voor het scenario Risicovol zijn 250 doses sperma nodig, van 25 mannelijke dieren. Ook dit wordt behaald voor geen van de konijnenrassen in de genenbank.

Tabel 24 Overzicht per konijnenras of er voldoende materiaal (doses en donoren) aanwezig is voor de verschillende scenario's.

Ras	Scenario Veilig (sperma)	Scenario Compromis (sperma)	Scenario Risicovol (sperma)
Beige	X	X	X
Deilenaar	X	X	X
Gouwenaar	X	X	X
Havana	X	X	X
Hulstlander	X	X	X
Klein lotharinger	X	X	X
Nederlandse hangoordweg	X	X	X
Nederlandse kleurdweg	X	X	X
Sallander	X	X	X
Thrianta	X	X	X

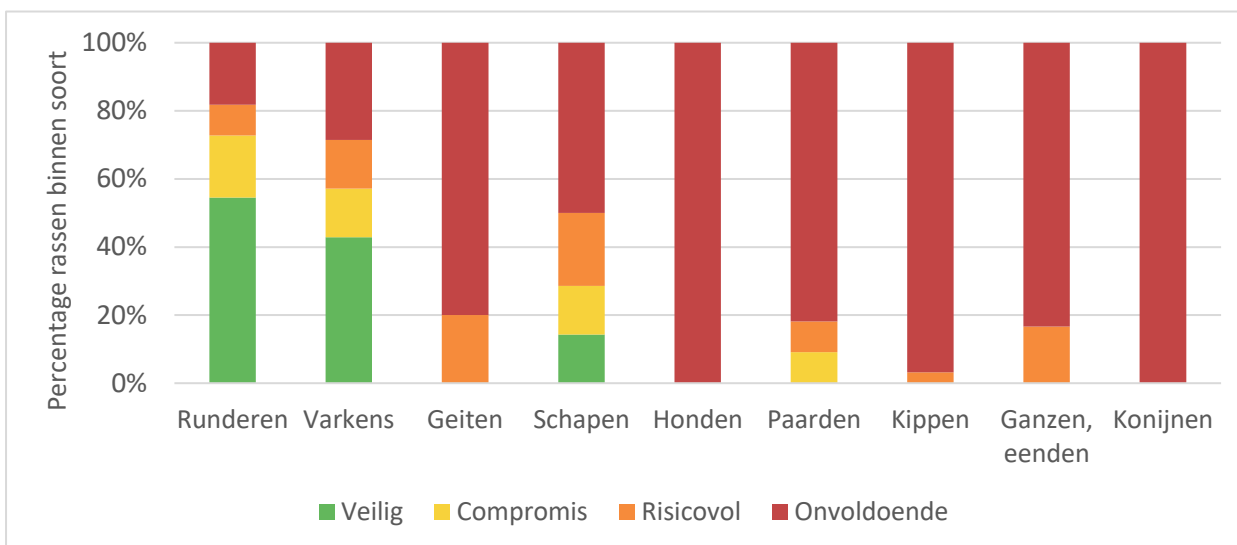
Het is ook mogelijk om met minder mannelijke donoren, maar meer doses, toch een scenario te behalen. Echter, zoals in **Figuur 16** te zien is, is er dan nog steeds onvoldoende materiaal voor een reconstructie voor elk van de konijnenrassen.



Figuur 16 Weergave van voor welke konijnenrassen er voldoende materiaal beschikbaar is voor de verschillende scenario's wanneer er (eventueel) met minder mannelijke donoren wordt gewerkt.

5.11 Samenvatting: status kerncollecties Nederlandse rassen per diersoort

Binnen alle diersoorten zijn er enkele of meerdere rassen waarvan er nog onvoldoende sperma van verschillende individuen opgeslagen is in de huidige genenbankcollectie met het oog op het kunnen terugfokken van een ras (scenario's met alleen sperma). **Figuur 17** laat zien van welk percentage van de rassen (per diersoort) voldoende of onvoldoende materiaal aanwezig is.



Figuur 17 *Overzicht van de percentages Nederlandse rassen binnen een soort met respectievelijk onvoldoende materiaal of voldoende materiaal voor de drie verschillende reconstructiescenario's.*

Belangrijke factoren die meespelen bij het verzamelen van sperma zijn de beschikbare protocollen per diersoort, het gebruik van diepgevroren sperma voor inseminatie, beschikbaarheid van mannelijke dieren, enthousiasme van de houders en veelal de (beperkingen door) wet- en regelgeving. En dan misschien nog wel het belangrijkste onderdeel is het contact tussen CGN en de fokkerijorganisaties. Zonder kennis over het belang van de genenbank en een continue verzameling van materiaal zijn fokkerijorganisaties minder snel geneigd samen te werken. Het CGN is zich zeer bewust van de noodzaak om hier meer zichtbaarheid voor te creëren en investeert in de relaties met de fokkerijorganisaties om langdurige samenwerkingen op te zetten en te continueren.

6 Discussie: prioriteiten voor aanvulling genenbankcollecties

In dit onderzoek is een overzicht gegeven van de genenbankcollectie van Nederlandse landbouwhuisdierrassen en de omvang van de huidige collectie per diersoort en ras (hoofdstuk 2), vergeleken met de benodigde aantallen doses en donoren om, mocht een ras uitsterven, een ras weer terug te kunnen fokken, de kerncollectie (hoofdstuk 4). De benodigde aantallen doses om een ras terug te kunnen fokken zijn berekend op basis van specifieke uitgangspunten per diersoort (hoofdstuk 3). Deze uitgangspunten zijn vastgesteld op basis van literatuur en adviezen van experts. De praktijksituatie kan uiteraard afwijken van de op literatuur en experts gebaseerde gemiddelde waardes per diersoort. Om voldoende zekerheid te hebben dat een ras daadwerkelijk kan worden terug gefokt én over voldoende variatie beschikt, wordt geadviseerd om behalve de berekende minimale grootte van de kerncollectie ook in de toekomst continu materiaal op te blijven slaan om veranderende diversiteit uit de levende populaties ook te vertegenwoordigen in de genenbankcollectie. Dit geldt zowel voor de zeldzame rassen als de grote populaties commerciële rassen.

Echter zal er ook prioriteit moeten worden gelegd op de uitbreiding van de genenbankcollectie en het realiseren van kerncollecties voor verschillende diersoorten. In dit hoofdstuk wordt per diersoort het ontstaan van de huidige collectie en de technische beperkingen en mogelijkheden besproken. Op basis van informatie over de huidige status van de kerncollecties per ras en kennis over beschikbare methoden en protocollen voor het invriezen van sperma, embryo's en ander materiaal dat geschikt is voor reproductie, en inschattingen op basis van interesse uit de praktijk, worden prioriteiten vastgesteld voor het werkprogramma van het CGN (hoofdstuk 7).

6.1 Runderen

Rund is de diersoort waarvoor relatief veel genetisch materiaal is opgeslagen, vergeleken met andere diersoorten. Voor vrijwel alle Nederlandse runderrassen is een groot aantal unieke donoren (stieren) vertegenwoordigd in de genenbank en het totale aantal spermadoses is voor veel runderrassen voldoende om een ras terug te kunnen fokken. Bovendien zijn voor een aantal rassen ook (enkele) embryo's opgeslagen. Zes van de elf runderrassen hebben voldoende materiaal in de genenbank voor het meest veilige scenario (bijna 60%). Voor sommige rassen zijn verschillende subpopulaties meegenomen als aparte rassen. Een voorbeeld is het Roodbont Fries vee, officieel onderdeel van het fokprogramma van de Fries-Hollandse populatie (veelal gezien als alleen de zwartbonte). Gezien de historie en het belang van de Roodbont Friese populatie wordt deze wel als 'eigen' ras meegenomen in deze discussie.

Het is niet vreemd dat er voor rund al veel genetisch materiaal aanwezig is. De eerste dieren waarvan sperma in de genenbank is opgeslagen zijn stieren die waren geboren rond 1960 (**Figuur 3**). Een tweede reden dat deze collectie zo groot is, is de continue toestroom van de zogenoemde 'snapshots' vanuit de commerciële KI-organisaties. Een 'snapshot' is het materiaal dat wordt opgeslagen van elke stier die commercieel beschikbaar komt via één van de spermawincentra in Nederland, hiervan worden er 25-400 doses opgeslagen in de genenbank. Het aantal doses varieert, met een kleinere snapshot voor grote rassen als de Holstein Friesian, en een groter aantal doses per ras voor zeldzame maar oorspronkelijke rassen zoals bijvoorbeeld het Fries-Hollands vee en het Brandrode rund die historisch een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van de rundveehouderij in Nederland. Bij deze rassen is de genenbank ook direct van belang voor de huidige fokkerij. Het CGN heeft bovendien zelf de mogelijkheid (middels een uitzonderingspositie in de veterinaire regelgeving) om op locatie, bij de veehouder, sperma te vangen en dit toe te voegen aan de genenbankcollectie. Omdat er voor de zeldzame rassen vaak minder KI-stieren beschikbaar zijn, is dit materiaal niet alleen relevant voor de lange termijn, maar wordt hier ook meer gebruik van gemaakt in de huidige fokkerij. Wel is het voor het vinden van de juiste stieren en geïnteresseerde eigenaren, evenals voor

het maken van goede afspraken, essentieel om een goede relatie te onderhouden met desbetreffende rasorganisaties en stamboekbesturen.

Voor rund zal het toevoegen van 'snapshots' van spermadoses van nieuwe KI-stieren worden voortgezet middels goede afspraken met de KI-organisaties. Voor een aantal van de oorspronkelijke Nederlandse zeldzame rassen en kleurslagen, met name het Brandrode rund, de Lakenvelder, de Heidekoe en de kleurslagen Witrik, Vaal en Baggerbont, zal het CGN daarnaast een actieve houding aannemen ten aanzien van potentiële genenbank-kandidaten en zo nodig zelf sperma winnen op bedrijfsniveau. Het CGN zal dit ook zodanig benadrukken in haar contacten en tijdens overleggen met desbetreffende rasorganisaties. Dit is in lijn met de uitkomsten van de kerncollectie-analyse waaruit naar voren is gekomen dat er voor deze rassen nog onvoldoende materiaal is.

Daarnaast komt er bij diersoort rund steeds meer kennis en ervaring op het gebied van cryoconservering (invriezen) van embryo's en eicellen. Om ook de genetische diversiteit van de vrouwelijke kant beter veilig te stellen, zal het CGN hier prioriteit aan geven en waar mogelijk met de rasorganisaties van de oorspronkelijke Nederlandse, zeldzame rassen actie op worden ondernomen. Embryo's van de overige runderrassen in Nederland zullen, indien aangeboden en overgedragen aan het CGN, ook veilig gesteld worden in de genenbank.

6.2 Varkens

Varken is, in relatie tot de andere diersoorten in de genenbank, de diersoort met het op één na hoogste percentage rassen waarvoor voldoende materiaal is opgeslagen. In het meest risicovolle scenario is dit voor 9 van de 13 rassen het geval (70%). Voor 5 van de 13 Nederlandse varkensrassen (40%) is er voldoende materiaal voor het veilige scenario. De genenbankcollectie voor varken betreft vooral sperma van de (nu niet meer aanwezige) rassen of lijnen van commerciële varkensfokkerijorganisaties in Nederland. Twee uitzonderingen hierop zijn de Bonte Bentheimer en het Nederlands landvarken, dit zijn momenteel de meest zeldzame rassen met nog enkele fokkers die zich vertegenwoordigen via desbetreffende rasorganisatie.

Het Bonte Bentheimer landvarken en het Nederlands landvarken staan op de rand van uitsterven, met beide nog minder dan 100 fokzeugen in de stamboeken ingeschreven (anno 2023). Waar er voor het Nederlands landvarken voldoende materiaal is opgeslagen voor alle drie de scenario's, is er van de Bonte Bentheimer sperma van maar één beer sperma beschikbaar. Gezien de hoge veterinaire eisen in de varkenshouderij, is het bijna niet mogelijk om beren uit te wisselen tussen bedrijven, of beren vanaf een kleinschalige (hobby)houderij op een KI-station te stationeren om sperma te vangen voor de genenbank of voor 'gewone' KI. Daarnaast zijn de hoge kosten die bij varkens-KI komen kijken niet in verhouding tot het aantal doses dat daadwerkelijk in de praktijk kan worden gebruikt bij een dergelijk klein ras.

Waar de Meishan al volledig uit de praktijk is verdwenen is er wel nog in beperkte mate sperma aanwezig in de genenbank. Dit materiaal wordt ingezet voor een terugfokplan. Het is voor de lange termijn wel noodzakelijk om van de dieren die vanuit het terugfokplan worden geboren weer materiaal op te slaan om ook in de toekomst nog gebruik te kunnen maken van het ras.

De commerciële varkensfokkerij heeft van grote bijdrage geleverd aan de huidige genenbankcollectie van de commerciële rassen en lijnen. CGN zal de 'snapshots' van de lijnen van Topigs Norsvin blijven opslaan wanneer deze worden aangeboden aan de genenbank. Dit is relevant om de unieke genetische diversiteit van lijnen die in de toekomst worden gestopt of samengevoegd veilig te stellen.

Er ligt een hoge prioriteit op het veilig stellen van genetisch materiaal voor de twee zeldzame Nederlandse varkensrassen, het Bonte Bentheimer landvarken en het Nederlands landvarken. Prioriteit ligt nu bij het verzamelen en invriezen van berensperma, echter zal er eerst een plan van aanpak opgesteld moeten worden en een inventarisatie moeten worden gedaan naar de mogelijkheden om sperma te verzamelen. Daarnaast zal worden ingezet op onderzoek om embryo's en eicellen voor deze rassen te kunnen toevoegen aan de genenbank.

6.3 Geiten

Bij geiten is alleen voor de Nederlandse Landgeit voldoende materiaal beschikbaar voor het scenario Risicovol. Voor de andere scenario's en de overige vier geitenrassen (Nederlandse Melkgeit, Nederlandse Bonte Geit, Nederlandse Witte geit en Nederlandse Toggenburger) is er onvoldoende sperma beschikbaar om de rassen terug te kunnen fokken, mocht dit nodig zijn.

KI bij geiten wordt steeds vaker ingezet en dit biedt kansen om bokken verspreid (door Nederland en over bedrijven heen) in te zetten. De keerzijde is dat het aantal bokken dat beschikbaar is, en ook daadwerkelijk ingezet wordt, beperkt is. Daarom is het belangrijk om de volledige diversiteit die in populaties aanwezig is in elk geval veilig te stellen voor de toekomst, mocht variatie verloren gaan in de loop der tijd. CGN zal samenwerken met de geiten-KI-organisaties om 'snapshots' van bokken op te slaan en zo mogelijk daar ook bokken te plaatsen van andere rassen dan de commerciële KI beschikbaar heeft.

De resultaten geven duidelijk aan dat er actie noodzakelijk is voor met name vier van de Nederlandse geitenrassen. De Nederlandse landgeit moet echter niet over het hoofd gezien worden, aangezien periodieke aanvulling ook belangrijk is in het veilig stellen van genetische diversiteit door de jaren heen. De focus zal voor alle geiten rassen liggen op het verzamelen van sperma. Een verdere inventarisatie over wat nodig is moet resulteren in een plan van aanpak en samenwerking met relevante KI-organisaties en rasorganisaties.

6.4 Schapen

Er zijn 15 Nederlandse schapenrassen, waarvan er, officieel gezien, twee een subpopulatie van de Texelaar zijn, op basis van kleurslag. Voor het veilige scenario is maar voor twee rassen voldoende materiaal verzameld en daarmee de gewenste (minimale) kerncollectie gerealiseerd: het Fries melkschaap en het Drents heideschaap. Voor zeven van de 15 Nederlandse rassen is er voldoende materiaal opgeslagen voor in elk geval het risicovolle scenario (ongeveer 50%). Dit betekent ook dat er voor de andere helft van de Nederlandse rassen onvoldoende (of nog helemaal geen) materiaal is opgeslagen om een ras terug te kunnen fokken.

Voor de Nederlandse schapenrassen is er voor ongeveer de helft op zijn minst een begin van een kerncollectie opgeslagen. Behalve een continuering van de sporadische toevoegingen en (kleinere) rasspecifieke verzamelacties, is er voor een aantal rassen meer prioriteit nodig met een proactieve houding van het CGN. Prioriteit hiervoor ligt bij de meer zeldzame rassen, waaronder de Flevolander, Noord Hollander, Swifter en het Nederlands Bonte schaap, waarvan geen of weinig materiaal is verzameld. Daarnaast is voor doorontwikkeling en optimalisering van de beschikbare inseminatietechnieken een goede samenwerking met schapenhouders een zeer waardevolle toevoeging aan het werk van CGN en de waarde van de genenbank collectie. Dit is omdat, in tegenstelling tot bij een aantal andere diersoorten, kunstmatige inseminatie met (diepgevroren) sperma bij schapen lastiger is om tot een succesvol einde te brengen. Dit komt onder andere door de anatomie van de cervix en kwaliteit van het sperma na ontdooien. Er zijn ook aanwijzingen dat hierin ook weer verschillen kunnen zitten tussen rassen, waardoor bewezen methoden ook nog kunnen verschillen in effectiviteit tussen de Nederlandse schapenrassen. In de toekomst zal ook aandacht worden gegeven aan het opzetten van protocollen voor het opslaan van embryo's en vrouwelijk reproductie materiaal. Dit onderzoek staat echter nog in de kinderschoenen.

6.5 Honden

Voor de diersoort hond heeft het CGN voor 3 van de 9 Nederlandse rassen een minimale hoeveelheid sperma opgeslagen in de genenbank. Hier zijn meerdere mogelijke verklaringen voor. Als eerste is, van de diersoorten die het CGN vertegenwoordigd, de hond de diersoort waarop de minste prioriteit en focus ligt. Daarnaast zijn de kosten in relatie tot het aantal doses relatief hoog in vergelijking met andere diersoorten waarvoor het CGN materiaal verzamelt. Vooral het aantal doses per sprong is zeer laag en er is veel specifieke expertise, materialen en apparatuur nodig. Daarom wordt er door het CGN zelf in principe geen

sperma ingevroren en werkt het CGN hiervoor samen met Cryolab Eersel, experts op het gebied van spermaverzameling en inseminaties bij honden. Via Cryolab zijn er een aantal mogelijkheden om als fokkerijorganisatie of eigenaar van de reu materiaal (al dan niet ingevroren) over te dragen aan het CGN voor opslag in de genenbank.

Een belangrijk punt waar hondeneigenaren en de fokkerijorganisatie tegenaan lopen is het eigenaarschap van het materiaal. Dit kan onder andere komen doordat honden meer als gezelschapsdier worden gehouden dan als productiedier, daarnaast is KI bij honden vrij nieuw en wordt het zeer beperkt ingezet. In Nederlands is KI bij honden in Nederland zelfs bij wet verboden. Ondanks de uitzondering om KI in te zetten ten behoeve van het behoud van een ras, staan dierenartsen hier niet altijd voor open. Ook zijn er bij veel hondenrassen strikte dekbeperkingen en rasstandaarden waar de reu aan moet voldoen om te mogen dekken, hierdoor kan het voor eigenaren als een grote stap voelen om het materiaal over te dragen aan het CGN.

Een mooie ontwikkeling is dat een aantal van de fokkerijorganisaties zelf een genenbank opbouwen. Het belang van behoud van variatie wordt hiermee vergroot onder de hondeneigenaren en mogelijk wordt daarmee ook een positievere houding bevordert ten opzichte van overdracht van materiaal aan de genenbank. Het CGN zal een proactieve houding houden in het 'promoten' van de mogelijkheden via Cryolab Eersel in toekomstige overleggen met betreffende fokkerijorganisaties en het periodieke hondenplatformoverleg.

6.6 Paarden

Van de in totaal 11 Nederlandse paardenrassen is er voldoende materiaal voor het scenario compromis van het Groninger paard en voldoende materiaal voor het scenario risicovol voor het Fries paard. Voor de andere 9 rassen is er onvoldoende materiaal voor elk van de scenario's.

Een belangrijk punt wat bij paarden speelt zijn de hoge kosten per (kunstmatige) inseminatie in de praktijk. Een dekking met een goedgekeurde KWPN hengst ligt gemiddeld boven de € 1.000,- in vergelijking met gemiddelde prijs van een rietje Holstein sperma onder de € 50,-. Hierdoor loopt een eigenaar een groot inkomen mis wanneer deze het materiaal overdraagt aan het CGN. Dit weerhoudt veel hengstenhouders om hieraan mee te werken.

Al enkele jaren heeft het CGN een zeer waardevolle afspraak met het Friese paardenstamboek. Elk jaar als de hengsten naar de paardenkliniek in Wolvega gaan voor veterinaire onderzoek en spermakwaliteit mag het CGN het sperma invriezen wat overblijft na de onderzoeken. Deze afspraak is een zeer waardevolle manier om sperma op te slaan van een grote gevarieerde groep hengsten. Dit is de reden dat er voor het Friese paard een grote hoeveelheid donoren is, elk met enkele doses sperma. Er wordt gekeken of deze afspraken ook met andere fokkerijorganisaties gemaakt kunnen worden.

Op dit moment zijn er meerdere opties voor het verzamelen van sperma bij paarden voor de genenbank, de meer standaard methoden zoals spermawinning op bedrijfsniveau of bij een erkend spermawincentrum en daarnaast ook epididymaal sperma winning. Bij de epididymaal methode worden de ballen van een net gecastreerde hengst naar het CGN gebracht. Het CGN kan sperma uit de bijballen halen en dit invriezen. Ook zijn er voor paard veel ontwikkelingen op het gebied van eicellen, embryo's en verschillende inseminatietechnieken.

Een aantal van de Nederlandse paardenrassen staat onder druk, met zeer kleine populaties en indicaties van inteeltproblematiek en weinig opgeslagen materiaal in de genenbank. Dit geldt onder andere voor het Nederlandse Trekpaard, KWPN Tuigpaard, KWPN Gelders paard, Klassiek Gelderlander paard, Zwaar warmbloed paard en Groninger paard. Het CGN zal per ras in gesprek gaan met desbetreffende fokkerijorganisaties over mogelijke samenwerkingen.

6.7 Kippen

Voor kippen is er van één ras, het Hollands Hoen, voldoende materiaal beschikbaar voor het scenario Risicovol. Voor de andere 30 rassen is er onvoldoende materiaal beschikbaar voor elk van de scenario's. Bestaande protocollen voor het invriezen en succesvol gebruiken van hanensperma van commerciële kippenrassen zijn in het verleden niet optimaal gebleken voor de (kleinere) Nederlandse kippenrassen. Binnen CGN zijn er onderzoeksprojecten gestart waarin de ontwikkeling van deze protocollen voor Nederlandse rassen meegenomen worden. Daarnaast wordt er ook een onderzoek opgezet naar het gebruik van PGCs (Primordiale Geslachts Cellen). Dit zijn embryonale stamcellen die zich kunnen ontwikkelen tot geslachtscellen en kunnen worden opgeslagen in de genenbank. Tegelijkertijd wordt er gekeken naar een campagne voor het verzamelen van materiaal van Nederlandse kippenrassen dat kan worden toegevoegd aan de genenbank.

6.8 Eenden en Ganzen

Voor eenden is er slechts van één ras (Noord Hollandse krombekeend) voldoende materiaal opgeslagen, en ook alleen voor het scenario Risicovol. Voor de Hollandse kwaker, Noord Hollandse Witborsteend en Overbergse eend is er onvoldoende materiaal beschikbaar voor elk van de scenario's en van de Kuifeend is nog helemaal geen materiaal opgeslagen. De huidige collectie is grotendeels afkomstig van eend-specifieke genenbankprojecten waarbij sperma werd verzameld van de Krombek en Witborsteend (2011 en 2012) en de Kwaker en Overbergse eens (2013).

De Twentse landgans is het enige oorspronkelijke Nederlandse ganzenras. Er is voor dit ras een beperkte hoeveelheid genenbankmateriaal opgeslagen in de vorm van sperma, maar dit is onvoldoende voor elk van de drie scenario's.

In 2022 is op verzoek van de fokkerijorganisatie voor gedomesticeerde watervogels een inseminatieproef op locatie gedaan met Witborst en Krombek eenden en de Twentse landgans. Spermawinning voor één van de eerste twee was gelukt met één kuiken als resultaat, de Twentse genten produceerden geen sperma meer.

Het CGN heeft niet de hoogste prioriteit liggen op de diersoort eend of gans. Echter worden de Nederlandse eenden- en ganzenrassen zeker als waardevol historisch cultureel erfgoed gezien en daarmee zeker niet onbelangrijk gevonden door het CGN. Ook speelt de zeer zeldzame status van deze rassen een belangrijke rol in de urgentie van eventuele genenbankacties. Voordat er wordt overgegaan op een nieuwe verzamelactie, zal het CGN eerst inventariseren naar een mogelijke inseminatieproef met reeds opgeslagen sperma. Daarnaast kan, parallel of daaropvolgend, een nieuwe verzamelactie opgezet worden.

6.9 Konijnen

In 2014 is er een konijn specifiek genenbankproject geweest waarbij er van 7 van de 10 Nederlandse konijnenrassen sperma is gewonnen. Echter voor alle rassen is er onvoldoende materiaal om de rassen terug te kunnen fokken voor alle drie de scenario's. Er ligt vanuit het CGN-werkpakket minder prioriteit op deze diersoort omdat konijnen in Nederland minder belangrijke positie hebben binnen de voedselproductie. Afgelopen decennia zijn er wereldwijd grote ontwikkelingen geweest op het gebied van cryoconservering van genetisch materiaal voor konijnen, zowel voor sperma als embryowinning. Het is daarom belangrijk voor het CGN om een inventarisatie te maken van de huidige verschillende mogelijkheden. In samenwerking met desbetreffende fokkerijorganisaties kan worden gekeken of er voldoende interesse is om gezamenlijk een actie op te starten.

6.10 Duiven

Er is (anno 2022) nog geen duivensperma opgeslagen in de genenbank van het CGN. Het CGN heeft prioriteit gezet op een duiven specifiek genenbankproject. Hiervoor wordt, op locatie in de buurt van Wageningen, een tijdelijk duivensperma-winstation opgezet. Hier zal met een vijftal geselecteerde rassen gestart worden om sperma te winnen en in te vriezen. Aan de hand van het succes zal er worden gekeken naar de gewenste vervolgstappen.

6.11 Bijen

Er is nog geen genetisch materiaal van de enige inheemse honingbij de Zwarte bij opgeslagen in de genenbank. Voor de Zwarte bij is maar op twee locaties in Nederland een raszuivere populatie, op Texel is het overgrote deel van de Nederlandse Zwarte bij te vinden en op Neeltje Jans is een fokstation geïnstalleerd. Gezien bijen vrij leven en al rondvliegend hoog in de lucht paren worden deze vaak gekruist met andere veelvoorkomende, maar niet-inheemse honingbijenrassen. Deze situatie maakt het dat het opslaan van genetisch materiaal voor de raszuivere Zwarte bij als zeer urgent kan worden gezien. Er is binnen het CGN (nog) geringe kennis over bijen en vooral over het succesvol invriezen van genetisch materiaal van bijen. Er wordt onderzocht of samenwerking kan worden opgezet met experts op dit gebied kan leiden tot een praktische actie om de huidige genetische diversiteit in kaart te brengen en sperma te vangen, gezien de status van Zwarte bij.

7 Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport is een overzicht gegeven van de huidige collecties in de genenbank en de theoretisch benodigde groottes van de kerncollecties om, indien nodig, in staat te zijn een ras te reconstrueren. Voor veel diersoorten en rassen is er op dit moment onvoldoende materiaal beschikbaar, zoals samengevat is weergegeven in **Tabel 25**. Voor verscheidene soorten en rassen adviseren wij extra aandacht in de toekomst, om voldoende grote collecties op te bouwen (zie **Tabel 25** en toelichting voor de prioriteiten in hoofdstuk 6). Op deze manier kunnen we ervoor zorgen dat de Nederlandse rassen ook in de toekomst kunnen blijven bestaan. Parallel aan deze ondersteuning door middel van het opbouwen van de kerncollecties geeft het CGN advies aan de stamboeken en rasorganisaties van de Nederlandse landbouwhuisdierrassen over duurzame fokprogramma's. De strategie prioriteiten per diersoort en ras kunnen in de komende jaren verschillen tussen beide deelprojecten, de ex-situ genenbank en in-situ advisering.

Prioriteitsniveau geeft de noodzaak aan om de collectie te vergroten, er is hierbij gekeken naar de komende vijf jaar. Om dit daadwerkelijk uit te kunnen voeren is het CGN afhankelijk van externe factoren (protocollen, wet- en regelgeving, medewerking rasorganisaties) en interne factoren (expertise, capaciteit en budget). Dit is van invloed op het behalen van de gewenste activiteiten die gewenst zijn naar aanleiding van het prioriteitsniveau.

Tabel 25 *Overzicht van de soorten en rassen in de genenbank, met aangegeven welk sperma-gebaseerd scenario haalbaar is met de huidige collectie en wat het prioriteitsniveau is voor verdere verzameling van materiaal in de komende jaren.*

Soort/ras	Haalbaar scenario o.b.v. alleen sperma met huidige collectie en vast aantal mannelijke donoren	Prioriteits- niveau <5 jaar ++ hoge prioriteit + lage prioriteit - geen prioriteit
Runderen		
Brandrood rund	Risicovol	++
Fries-Hollands vee – incl. Roodbont Fries vee	Veilig	-
Groninger Blaarkop	Veilig	-
Heidekoe	Onvoldoende	-
Holstein zwartbont – incl. Holstein roodbont	Veilig	-
Lakenvelder	Compromis	+
Maas-Rijn-IJssel (MRIJ)	Veilig	-
Verbeterd Roodbont	Compromis	+
Witrik, Vaal en Baggerbont (kleurslagen)	Onvoldoende	+
Varkens		
Bonte Bentheimer landvarken	Onvoldoende	++
Hypor Landras	Onvoldoende	-
Hypor Large White	Onvoldoende	-
Meishan*	Risicovol	-
Nederlands Landvarken	Veilig	+
Topigs Norsvin A-lijn* (Large White)	Compromis	-
Topigs Norsvin B-lijn*	Risicovol	-
Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)	Veilig	-
Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)	Veilig	-
Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)	Veilig	-
Topigs Norsvin P-lijn (TN Select, TN Top Select, Piétrain)	Veilig	-
Topigs Norsvin T-lijn	Compromis	-

Soort/ras	Haalbaar scenario o.b.v. alleen sperma met huidige collectie en vast aantal mannelijke donoren	Prioriteitsniveau <5 jaar ++ hoge prioriteit + lage prioriteit - geen prioriteit
Topigs Norsvin Y-lijn*	Onvoldoende	-
Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)	Veilig	-
Geiten		
Nederlandse Melkgeit	Onvoldoende	+
Nederlandse Bonte geit	Onvoldoende	++
Nederlandse Landgeit	Risicovol	+
Nederlandse Witte geit	Onvoldoende	++
Nederlandse Toggenburger geit	Onvoldoende	++
Schapen		
Bonte schaap	Onvoldoende	++
Drents Heideschaap	Veilig	+
Flevolander	Onvoldoende	++
Groot Heideschaap	Onvoldoende	++
Fries melkschaap	Veilig	+
Kempisch Heideschaap	Risicovol	+
Mergelland schaap	Compromis	+
Noord Hollander	Onvoldoende	++
Schoonebeeker	Risicovol	++
Swifter	Onvoldoende	++
Texelaar – Blauwe Texelaar, Dassenkop Texelaar	Onvoldoende	++
Veluws Heideschaap	Compromis	+
Zwartbles	Risicovol	+
Honden		
Drentse Patrijshond	Onvoldoende	-
Hollandse herder	Onvoldoende	-
Hollandse smoushond	Onvoldoende	-
Kooikerhondje	Onvoldoende	-
Markiesje	Onvoldoende	-
Nederlandse schapendoes	Onvoldoende	-
Saarloos Wolfhond	Onvoldoende	-
Stabijhoun	Onvoldoende	-
Wetterhoun	Onvoldoende	-
Paarden		
Fries paard	Risicovol	+
KWPN Gelders paard	Onvoldoende	+
Groninger paard	Compromis	+
Klassiek Gelderlander paard	Onvoldoende	+
KWPN Rijpaard	Onvoldoende	-
NRPS Rijpaard	Onvoldoende	-
NRPS Rijpony	Onvoldoende	-
Nederlandse Shetland Pony	Onvoldoende	-
Trekpaard	Onvoldoende	++
KWPN Tuigpaard	Onvoldoende	+
Zwaar Warmbloed paard	Onvoldoende	+
Kippen		
Assendelfts Hoen	Onvoldoende	+
Baardkuifhoen	Onvoldoende	+
Barnevelder	Onvoldoende	+
Brabanter	Onvoldoende	+

Soort/ras	Haalbaar scenario o.b.v. alleen sperma met huidige collectie en vast aantal mannelijke donoren	Prioriteitsniveau <5 jaar ++ hoge prioriteit + lage prioriteit - geen prioriteit
Chaams Hoen	Onvoldoende	+
Drentse Hoen	Onvoldoende	+
Drentse Hoen bolstaart	Onvoldoende	+
Drentse kriel	Onvoldoende	+
Drentse kriel bolstaart	Onvoldoende	+
Eikenburger kriel	Onvoldoende	+
Fries Hoen	Onvoldoende	+
Groninger Meeuw	Onvoldoende	+
Hollands Hoen	Risicovol	+
Hollandse kriel	Onvoldoende	+
Hollandse kuifhoenders	Onvoldoende	+
Kraaikop	Onvoldoende	+
Lakenvelder hoen	Onvoldoende	+
Leghorn (Nederlands type)	Onvoldoende	+
Nederlandse sabelpootkriel	Onvoldoende	+
Noord-Hollandse Blauwe	Onvoldoende	+
Schijndelaar	Onvoldoende	+
Twents hoen	Onvoldoende	+
Uilebaard	Onvoldoende	+
Welsumer	Onvoldoende	+
ISA/HG Rhode Island Red	Onvoldoende	+
ISA/HG Rhode Island White	Onvoldoende	+
ISA/HG barred Plymouth Rock	Onvoldoende	+
ISA/HG Australorp	Onvoldoende	+
ISA/HG New Hampshire	Onvoldoende	+
ISA/HG White Leghorn	Onvoldoende	+
ISA/HG Sussex	Onvoldoende	+
Ganzen		
Twentse landgans	Onvoldoende	+
Eenden		
Hollandse kuifeend (incl. dwerg)	Onvoldoende	+
Hollandse Kwaker	Onvoldoende	+
Noord Hollandse Krombekeend	Risicovol	+
Noord Hollandse witborsteend	Onvoldoende	+
Overbergse eend	Onvoldoende	+
Konijnen		
Beige	Onvoldoende	-
Deilenaar	Onvoldoende	-
Gouwenaar	Onvoldoende	-
Havana	Onvoldoende	-
Hulstlander	Onvoldoende	-
Klein lotharinger	Onvoldoende	-
Nederlandse hangoordwerg	Onvoldoende	-
Nederlandse kleurdwerg	Onvoldoende	-
Sallander	Onvoldoende	-
Thrianta	Onvoldoende	-
Duiven		
Amsterdamse baardtuimelaar	Onvoldoende	-
Amsterdamse Hoogvlieger	Onvoldoende	-

Soort/ras	Haalbaar scenario o.b.v. alleen sperma met huidige collectie en vast aantal mannelijke donoren	Prioriteitsniveau <5 jaar ++ hoge prioriteit + lage prioriteit - geen prioriteit
Amsterdamse tippler (duif)	Onvoldoende	-
Boerenmeeuw	Onvoldoende	-
Gelderse Slenk	Onvoldoende	-
Groninger Slenk	Onvoldoende	-
Hagenaar	Onvoldoende	-
Hollandse kropper	Onvoldoende	-
Hyacinthduif	Onvoldoende	-
Nederlandse Helmduif	Onvoldoende	-
Nederlandse Hoogvlieger	Onvoldoende	-
Nederlandse Krulveerkropper	Onvoldoende	-
Nederlandse Schoonheidspostduif	Onvoldoende	-
Nonduif	Onvoldoende	-
Oud Hollandse Kapucijn	Onvoldoende	-
Oud Hollandse Tuimelaar	Onvoldoende	-
Oud Hollandse meeuw	Onvoldoende	-
Voorburgse schildkropper	Onvoldoende	-
Zeeuwse dwergkropper	Onvoldoende	-

* Lijnen of rassen niet meer beschikbaar

Literatuur

- AHDB (Agriculture and Horticulture Development Board), 2021. 2020 pig cost of production in selected countries. Beschikbaar via <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/2020-pig-cost-of-production-in-selected-countries> (last accessed on 15 June 2022).
- Bakst, M.R., 2011. Physiology and endocrinology symposium: Role of the oviduct in maintaining sustained fertility in hens. *J. Anim. Sci.*, 89:1323-1329. DOI:10.2527/jas.2010-3663
- Blasco, A., M. Martínez-Álvaro, M.-L. García, N. Ibáñez-Escriche, M.-J. Argente, 2017. Selection for environmental variance of litter size in rabbits. *Genet Sel Evol*, 49:48. DOI:10.1186/s12711-017-0323-4
- Borge, K.S., R. Tønnessen, A. Nødtvedt, A. Indrebø, 2011. Litter size at birth in purebred dogs – a retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology*, 75:911-919. DOI:10.1016/j.theriogenology.2010.10.034
- CGN/SZH Conservatie Planner, 2005. Beschikbaar via: <https://www.wur.nl/nl/show/Conservation-planner-CGN.htm>.
- De Vos, L., 2014. Op de bres voor de Twentse landgans. *Zeldzaam huisdier*, 39(1):18-19. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/311436>
- Donoghue, A.M., G.J. Wishart. 2000. Storage of poultry semen. *Anim. Reprod. Sci.*, 62:213-232. DOI:10.1016/S0378-4320(00)00160-3
- FAO (Food and Agriculture Organizations of the United Nations), 2023. Innovations in cryoconservation of animal genetic resources – Practical guide. *FAO Animal Production and Health Guidelines*, No. 33, Boes, J., Boettcher, P. & Honkatukia, M. (eds), Rome. Beschikbaar via: <https://doi.org/10.4060/cc3078en>.
- Marco-Jiménez, F., M. Baselga, J.S. Vincente, 2018. Successful re-establishment of a rabbit population from embryos vitrified 15 years ago: The importance of biobanks in livestock conservation. *PLoS ONE*, 13(6):e0199234. DOI:10.1371/journal.pone.0199234
- Váradi, É., Á. Drobnyák, B. Végi, K. Liptói, C. Kiss, J. Barna, 2019. Cryopreservation of gander semen in cryovials – comparative study. *Acta Veterinaria Hungarica*, 67(2):246-255. DOI:10.1556/004.2019.026

Bijlage 1 Varkensrassen-classificatie

Tabel B1 geeft een overzicht van de classificatie van varkensrassen in de huidige analyse.

Tabel B1 Overzicht van de classificatie van varkensrassen in de huidige analyse.

Originele lijn	Meegenomen in de analyse als
Belgisch Landvarken	<i>Niet meegenomen</i>
Bentheimer varken	Bonte Bentheimer varken
Cofok Norwegian and Finnish landrace	Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)
Cofok Yorkshire	Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)
Dalland 20-line	Topigs Norsvin A-lijn (Large White)
Dalland 30-line	Topigs Norsvin B-lijn*
Dalland 80-line	Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)
Dalland meishan synthetic	Meishan*
Dumeco D-line	Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)
Dumeco L-line	Nederlands landvarken
Dumeco N-line	Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)
Dumeco S-line	Topigs Norsvin T-lijn
Dumeco W-line	Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)
Duroc	Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)
Duroc s	Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)
Duroc z	Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)
Euribrid	Hypor Landras
Fins landras	Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)
Fomeva Z1-line	Nederlands landvarken
Groot Yorkshire	Hypor Large White
Hypor	Hypor Landras
Hypor Large White (line C)	Hypor Large White
Hypor Rock-Y (line G)	<i>Niet meegenomen*</i>
Meishan line	Meishan*
Nederlands Landras	Nederlands Landvarken
Pietrain	Topigs Norsvin P-lijn (TN Select, TN Top Select, Piétrain)
T lijn	Topigs Norsvin T-lijn
Topigs 080 - E-lijn - 8888	Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)
Topigs A-lijn	Topigs Norsvin A-lijn (Large White)*
Topigs B-lijn	Topigs Norsvin B-lijn*
Topigs L-lijn	<i>Topigs Norsvin L-lijn (Noords landras; niet meegenomen)</i>
Topigs N-lijn	Topigs Norsvin N-lijn (Nederlands landras)
Topigs TN Talent	Topigs Norsvin D-lijn (TN Talent, Duroc)
Topigs TN Tempo	Topigs Norsvin E-lijn (TN Tempo, Large White)
Topigs Y-lijn	Topigs Norsvin Y-lijn*
Topigs Z line (Large White)	Topigs Norsvin Z-lijn (Large White)

* niet meer beschikbare rassen of lijnen.