



---

# Noodzaak voor genetisch beheer van de Nederlandse trekpaardenpopulatie

Anouk Schurink, Sipke Joost Hiemstra, Kor Oldenbroek, Agnes de Wit, Bart Ducro, Jack Windig

CGN Rapport 41



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Noodzaak voor genetisch beheer van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie

Anouk Schurink<sup>1,2</sup>, Sipke Joost Hiemstra<sup>1</sup>, Kor Oldenbroek<sup>1</sup>, Agnes de Wit<sup>1,2</sup>, Bart Ducro<sup>2</sup>, Jack Windig<sup>1,2</sup>

1 Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN)

2 Animal Breeding and Genomics, Wageningen University & Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door CGN, in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), in het kader van WOT-03 Genetische Bronnen (projectnummer WOT-03-003-056)

Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN), Wageningen University & Research  
Wageningen, december 2018

---

CGN rapport 41

Samenvatting – Het Nederlandse Trekpaard is een zeldzaam Nederlands paardenras. Voor de instandhouding van zeldzame rassen is het van groot belang om de populatiegrootte en de toename in inteelt en verwantschap in de populatie te monitoren. Uit het doorlichten van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie bleek dat inteelt (en eventuele bijbehorende gevolgen) beter moeten worden beheerst door het stamboek (KVTH) én met medewerking van fokkers. In de meest recente generatie (2010-2017) werden minder veulens geboren dan in de generatie ervoor, er werden verhoudingsgewijs ook minder Trekpaarden ingezet voor de fokkerij terwijl de verwantschap tussen de paarden aanzienlijk toenam. De berekende inteelttoename bevindt zich ruim boven de door de FAO gestelde norm van maximaal 0,5% per generatie. Door aangepast genetisch beheer is het mogelijk de inteelttoename drastisch terug te dringen.

Op basis van de analyse en de simulaties is een aantal adviezen is geformuleerd die kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename:

- De verwantschap van de dekhengsten en hengsten uit de genenbank met de huidige populatie publiceren. Dit zou aan de hand van stoplichtkleuren kunnen gebeuren om de waarde van een hengst met oog op genetische diversiteit te visualiseren. Daarnaast zal publicatie van verwantschap naar verwachting bijdragen aan de bewustwording bij fokkers;
- Het stimuleren van gebruik van dekhengsten en hengsten uit de genenbank met een lage verwantschap om meer genetische diversiteit in de populatie te brengen. Én, het gebruik van hengsten met een hoge verwantschap tot de populatie afraden;
- Het meer gelijkmatig inzetten van dekhengsten, zodat niet een beperkt aantal dekhengsten een groot deel van de fokmerries dekt;
- Inteeltberekeningen uitvoeren voor de individuele merriehouder: bij de paringskeuze wordt het inteeltpercentage van fictieve nakomelingen berekend, waarbij de merrie fictief wordt gepaard met elke beschikbare dekhengst. Een dekhengst met lagere verwantschap tot de merrie resulteert in een nakomeling met een lagere inteeltpercentage;
- Bij de beslissing om een hengst te selecteren de gemiddelde verwantschap tot de populatie meenemen in de afweging, dat is positief discrimineren;
- Het uitbreiden van de genenbank collectie voor het Nederlands Trekpaard, bij voorkeur met hengsten met een lage verwantschap met de populatie, om genetische diversiteit veilig te stellen;
- Het geven van voorlichting over inteelt en de mogelijke gevolgen ervan om bewustwording te vergroten;
- Meer uitwisseling van paarden met de Belgische Trekpaardenpopulatie zou kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename. Om de waarde hiervan te kunnen vaststellen, is vervolgonderzoek nodig waarin beide populaties worden meegenomen;
- Het vergroten van de fokpopulatie door meer mensen te interesseren voor de fokkerij en daarmee het aantal geboren veulens (die op latere leeftijd worden ingezet in de fokkerij) per jaar te verhogen.

Summary - The Dutch Draught horse is a rare Dutch horse breed. To conserve rare breeds, it is of great importance to monitor population size and increase in inbreeding and kinship in a population. When screening the Dutch Draught horse population, it turned out that inbreeding (and potential consequences) should be controlled by the studbook (KVTH) with participation of breeders. During the most recent generation (2010-2017) fewer foals were born annually compared to the generation before. Also, the percentage of foals that is used in breeding at a later age decreased steadily. At the same time there is a considerable increase in the kinship between horses that are used in breeding. The increase in inbreeding passes the FAO threshold of 0.5% per generation. In light of the increase in kinship, we expect that the increase in inbreeding will even be higher in the future. Screening the population clearly showed that genetic management is needed to be able to better control inbreeding (and potential accompanying consequences). It is possible to drastically reduce the inbreeding increase through genetic management.

---

Based on the analysis and simulations several advices were formulated that could contribute to a better control of inbreeding:

- Publish the average kinship of stallions (*in situ* and from the gene bank collection) with the current population, based on traffic light colours;
- Stimulate the use of stallions (*in situ* and from the gene bank collection) with limited kinship and more evenly use of stallions in the population. And discourage the use of stallions with a high kinship to the population;
- More balanced use of stallions, preventing that a few stallions cover a large part of the mares;
- Inbreeding calculation for the individual mare owner: when choosing a stallion to mate to their mare, calculate the inbreeding percentage of a fictional offspring;
- Consider the average kinship when selecting stallions at inspections, that is positive discrimination;
- Increase the gene bank collection for the Dutch Draught horse, preferably with stallions with limited kinship to the population;
- Inform about inbreeding and its potential consequences to increase awareness;
- More exchange from horses from the Belgian Draught horse population could contribute to a better control of inbreeding. Its value should still be established, so more research is needed in which both populations are considered;
- Increase the size of the breeding population by interesting more people to breeding and with that increase the number of foals born annually (and used in breeding at a later age).

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://doi.org/10.18174/465037> of op [www.wur.nl/cgn](http://www.wur.nl/cgn) onder CGN rapporten.

© 2018 Centre for Genetic Resources, the Netherlands (CGN), Wageningen University & Research  
E [cgn@wur.nl](mailto:cgn@wur.nl)

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

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



De certificering volgens ISO 9001 onderstreept ons kwaliteitsniveau.

---

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>11</b>
	1.1 Het Nederlandse Trekpaard	11
	1.1.1 Geschiedenis	11
	1.1.2 Gebruik	12
	1.1.3 Rasbeschrijving	12
	1.2 Inteelt en verwantschap	13
	1.3 Genenbank collectie (status 2017)	13
	1.4 Doelstellingen	13
<b>2</b>	<b>Materiaal en methodes</b>	<b>14</b>
	2.1 Beschikbaar gestelde gegevens	14
	2.2 Kwaliteitscontrole en data editing	14
	2.3 Uitgevoerde analyses	14
<b>3</b>	<b>Doorlichten populatie</b>	<b>15</b>
	3.1 Beschrijving beschikbaar gestelde gegevens	15
	3.1.1 Geslacht	15
	3.1.2 Stamboom	15
	3.1.3 Stamboom compleetheid	15
	3.2 Populatiegrootte en inzet als fokdier	17
	3.3 Generatie interval	19
	3.4 Inteeltpercentage, verwantschap en -toename	19
<b>4</b>	<b>Advies genetisch beheer</b>	<b>21</b>
	4.1 Simulaties	21
	4.1.1 Resultaten simulaties	21
	4.2 Advies	22
<b>5</b>	<b>Advies aanvulling genenbank</b>	<b>23</b>
	5.1 Kandidaat dekhengsten voor aanvulling genenbank	23
	5.2 Verwantschap tussen (fok)populatie en kandidaat dekhengsten voor aanvulling genenbank	23
	5.2.1 Verwantschap tussen groepen binnen het Nederlands Trekpaard	23
	5.2.2 Verwantschap tussen individuele hengsten en de huidige (fok)populatie	24
	5.3 Geselecteerde dekhengsten voor aanvulling genenbank	25
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>27</b>
	6.1 Aanleiding, doelstelling en analyses	27
	6.2 Het doorlichten van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie	27
	6.3 Advies genetisch beheer	28
	6.4 Advies aanvulling genenbank collectie Nederlands Trekpaard	29
	<b>Literatuur</b>	<b>30</b>
	<b>Bijlage 1 Genenbank collectie Nederlands Trekpaard (status 2017)</b>	<b>31</b>

---

<b>Bijlage 2</b>	<b>Verwantschap tussen de huidige (fok)populatie en kandidaat dekhengsten voor aanvulling van de genenbank collectie</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Verwantschap tussen de huidige (fok)populatie en hengsten waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Verwantschap tussen hengsten waarvan eind 2017 reeds sperma is veiliggesteld in de genenbank</b>	<b>37</b>



---

# Woord vooraf

Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) geeft op aanvraag technische ondersteuning aan rasverenigingen en stamboeken over het behoud van genetische diversiteit en duurzame ontwikkeling van landbouwhuisdierrassen. Daarbij ligt de nadruk op de ontwikkeling en evaluatie van fokstrategieën, waarbij enerzijds de genetische diversiteit van het ras behouden wordt en anderzijds het ras ook beter benut kan worden. Het veiligstellen van materiaal in de genenbank draagt tevens bij aan het conserveren van deze rassen. Het CGN bepaalt in overleg met rasorganisaties welke dieren in de genenbank opgeslagen moeten worden en welke dieren uit de genenbank opnieuw ingezet worden om de genetische diversiteit van de levende populatie te verbreden. Deze keuzes worden gemaakt op basis van afstammingsgegevens, maar zo mogelijk worden ook DNA analyses hiervoor gebruikt.



---

# Samenvatting

Het Nederlandse Trekpaard is een zeldzaam Nederlands paardenras. Voor de instandhouding van zeldzame rassen is het van groot belang om de populatiegrootte en de toename in inteelt en verwantschap in de populatie te monitoren. Daarom is de Nederlandse Trekpaardenpopulatie doorgelicht op basis van afstammingsgegevens om te onderzoeken hoe de huidige populatie er voor staat qua grootte, inteelt en verwantschap, is er een advies geformuleerd met betrekking tot het genetisch beheer van deze populatie en zijn genetisch interessante Trekpaardhengsten geïdentificeerd voor aanvulling van de genenbank collectie. Het doorlichten van de populatie van in totaal 25.671 Trekpaarden (dood en levend) liet zien dat er een duidelijke afname is in het aantal veulens dat jaarlijks geboren wordt. Waar in de periode van 1996-2009 nog gemiddeld 655 veulens per jaar werden geboren, daalde het aantal veulens per geboortjaar in de periode van 2010-2016 gestaag naar 320 in 2016. Daarnaast daalt het percentage veulens dat op latere leeftijd wordt ingezet in de fokkerij ook gestaag. Twee generaties geleden werd nog circa 50% van de merrieveulens en 10% van de hengstveulens op latere leeftijd ingezet in de fokkerij. In de huidige generatie zijn deze percentages gereduceerd tot circa 20% voor de merrieveulens en 3% voor de hengstveulens. Tegelijkertijd is er een aanzienlijke stijging in de verwantschap tussen de paarden die worden ingezet voor de fokkerij. De gemiddelde verwantschap steeg met 0,5% in de periode van 1987-1997, met 0,7% in 1997-2007 en met ruim 1,3% in de periode 2007-2017. Met de berekende inteelttoename reeds boven de door FAO gestelde norm van 0,5% per generatie (inteelttoename bedroeg 1,3% in de periode van 2007-2017), is de voorspelling dat de inteelttoename in de toekomst nog verder zal stijgen. Het doorlichten van de populatie liet duidelijk de noodzaak zien voor genetisch beheer van de populatie om inteelt (en eventuele bijbehorende gevolgen) beter te beheersen. Door aangepast genetisch beheer is het mogelijk de inteelttoename drastisch terug te dringen. Alle gesimuleerde maatregelen hebben een positief effect op het terug dringen van inteelttoenames, maar sturen op verwantschap is het meest effectief.

Concreet geformuleerde adviezen op basis van de analyse en de simulaties, die kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename, zijn:

- De verwantschap van de dekhengsten en hengsten uit de genenbank met de huidige populatie publiceren. Dit zou aan de hand van stoplichtkleuren kunnen gebeuren om de waarde van een hengst met oog op genetische diversiteit te visualiseren. Daarnaast zal publicatie van verwantschap naar verwachting bijdragen aan de bewustwording bij fokkers;
- Het stimuleren van gebruik van dekhengsten en hengsten uit de genenbank met een lage verwantschap om meer genetische diversiteit in de populatie te brengen. Én, het gebruik van hengsten met een hoge verwantschap tot de populatie afraden;
- Het meer gelijkmatig inzetten van dekhengsten, zodat niet een beperkt aantal dekhengsten een groot deel van de fokmerries dekt;
- Inteeltberekeningen uitvoeren voor de individuele merriehouder: bij de paringskeuze wordt het inteeltpercentage van fictieve nakomelingen berekend, waarbij de merrie fictief wordt gepaard met elke beschikbare dekhengst. Een dekhengst met lagere verwantschap tot de merrie resulteert in een nakomeling met een lagere inteeltpercentage;
- Bij de beslissing om een hengst te selecteren de gemiddelde verwantschap tot de populatie meenemen in de afweging, dat is positief discrimineren;
- Het uitbreiden van de genenbank collectie voor het Nederlands Trekpaard, bij voorkeur met hengsten met een lage verwantschap met de populatie, om genetische diversiteit veilig te stellen;
- Het geven van voorlichting over inteelt en de mogelijke gevolgen ervan om bewustwording te vergroten;
- Meer uitwisseling van paarden met de Belgische Trekpaardenpopulatie zou kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename. Om de waarde hiervan te kunnen vaststellen, is vervolgonderzoek nodig waarin beide populaties worden meegenomen;

- 
- Het vergroten van de fokpopulatie door meer mensen te interesseren voor de fokkerij en daarmee het aantal geboren veulens (die op latere leeftijd worden ingezet in de fokkerij) per jaar te verhogen.

---

# 1 Introductie

Het CGN ondersteunt en adviseert stamboeken en rasorganisaties, zoals het KVTH, om landbouwhuisdierrassen op een gezonde manier in stand te houden. Prachtige oude rassen in Nederland, zoals het Trekpaard, die het waard zijn om te behouden voor de toekomst omdat ze deel uit maken van ons Nederlandse culturele erfgoed. Vaak zijn dit ook zeldzame rassen omdat er nog maar een beperkt aantal dieren van zijn, wat risico's met zich meebrengt op het gebied van inteelt en uiteindelijk uitsterven van een ras. Door een te sterke inteelttoename is het aannemelijk dat de negatieve gevolgen van inteelt zichtbaar worden in een populatie; de kans op het ontstaan van erfelijke gebreken is verhoogd, inteeltdepressie kan optreden waardoor de algehele vitaliteit en vruchtbaarheid van paarden verminderd, en op langere termijn bepaalde kenmerken verloren kunnen gaan. Om de stamboeken en rasorganisaties zo goed mogelijk te ondersteunen en adviseren, worden ontwikkelingen op het gebied van fokkerij in een ras van tijd tot tijd gemonitord en materiaal van interessante dieren veiliggesteld in de genenbank. Aangezien het al een tijdje geleden is geweest dat de Nederlandse Trekpaardenpopulatie is doorgelicht, heeft het CGN in 2018 uitgebreid populatie genetisch onderzoek uitgevoerd om vast te stellen hoe de huidige populatie er genetisch gezien voor staat.

Hoofdstuk 1 geeft een beschrijving van het Nederlandse Trekpaard. Daarnaast wordt kort ingegaan op onderzoek naar inteelt en verwantschap wat voorheen reeds is uitgevoerd voor het Nederlandse Trekpaard en stilgestaan bij de huidige genenbank collectie voor dit paardenras. Daaruit voortvloeiend worden de doelstellingen van het huidige onderzoek beschreven.

## 1.1 Het Nederlandse Trekpaard

De in deze sectie gegeven geschiedenis, gebruik en rasbeschrijving van het Nederlandse Trekpaard is voor dit rapport geheel belangeloos geschreven door Jos Peerlings, één van de auteurs van het boek "Het trekpaard" (Peerlings *et al.*, 2007). Een nog meer uitgebreide omschrijving van het Nederlands Trekpaard en zijn ontstaan is te vinden in dit boek en in het CGN rapport 17 (de Weerd en Oldenbroek, 2010).

### 1.1.1 Geschiedenis

Eind 19e eeuw nam de industrialisatie en de daarmee gepaard gaande trek naar steden en professionalisering van de landbouw een grote vlucht. Daarmee ontstond een grote vraag naar trekkracht. Uit de destijds aanwezige koudbloed paarden werd in België de basis gelegd voor wat nu het Belgische Trekpaard is. Een gespecialiseerd Trekpaard dat al snel heel populair en veelgevraagd werd. Veel Belgische Trekpaarden vonden eind 19e en begin 20e eeuw hun weg richting eerst de provincie Zeeland en later geheel Nederland. Vandaar de benamingen Zeeuws Trekpaard en "Belg". Tegenwoordig vormen het Belgische en Nederlandse Trekpaard één ras waarbinnen onderling volop fokdieren worden uitgewisseld.

In de jaren voor, in en direct na de Tweede Wereldoorlog was het Nederlandse Trekpaard het belangrijkste paardenras in Nederland. Met het verder opkomen van de mechanisatie, vanaf de jaren zestig vorige eeuw, is het aantal Trekpaarden fors afgenomen. Het gebruik als werkpaard in landbouw, bosbouw en industrie is nagenoeg historie. Wat tegelijkertijd het Nederlandse Trekpaard een belangrijk cultureel erfgoed maakt. In de huidige tijd worden Trekpaarden gebruikt voor keuringen en tentoonstellingen, als rijdier en aangespannen voor recreatieve doeleinden. Het imposante voorkomen en vriendelijke karakter maken van het Trekpaard een publiekstrekker.

### 1.1.2 Gebruik

Het Trekpaard is van oorsprong gefokt voor het stappend trekken van zware lasten en verrichten van werkzaamheden op het land. Met de komst van de mechanisatie werden de Trekpaarden lichter en werd een ruime stap en vlotte draf gevraagd voor gebruik bij zware transporten over de weg. Anno nu gebruiken nog slechts enkele boeren hun Trekpaard voor het verrichten van werkzaamheden op het land. Recreatief zijn er nog wel onderlinge ploegwedstrijden. Helaas laten steeds minder natuurorganisaties omgezaagde bomen uit de bossen slepen via paardenkracht. Er zijn nog enkele bomenslepers, met name ook in België en Duitsland, die werken met Trekpaarden. In enkele gevallen worden ze ingezet voor de paardenmelkerij.

Een deel van de eigenaren van stamboekpaarden neemt deel aan keuringen en tentoonstellingen. Naast de verplichte stamboekkeuringen wordt ook de onderlinge competitie aangegaan met als inzet de kopposities. Met shows en presentaties worden zoveel mogelijk bezoekers getrokken.

Heel populair zijn de ringsteekwedstrijden, die met name in Zeeland worden gehouden. Daarvoor worden overwegend Trekpaarden gebruikt. Een andere folkloristische activiteit in Zeeland is het Strao rijden waarbij in februari paarden en ruiters versierd de zee ingaan.

In toenemende mate worden Trekpaarden gebruikt als rijpaard, mede vanwege hun prettige en rustige karakter. Ook het aangespannen rijden kent een groeiende populariteit. Vaak zijn er op evenementen demonstraties met Trekpaarden. In alle gevallen kunnen Trekpaarden, door hun indrukwekkende omvang en rustige karakter rekenen op veel publieke belangstelling.



**Figuur 1.1** Nederlandse Trekpaarden aan het werk op 't land. Foto: Myrthe Maurice-van Eijndhoven.

### 1.1.3 Rasbeschrijving

Het Nederlandse Trekpaard is een zwaar koudbloedras met een rustig vriendelijk karakter en grote bereidheid om te werken. Als zodanig was en is het gewaardeerd als werkpaard maar ook voor gebruik in recreatie.

Het hoofd is verhoudingsgewijs klein, mooi gevormd. De ogen zijn groot, de oren kort en spits. De hals is kort en goed gespierd. De schoft is de plek waar de schouderbladen samen komen en waar ook de schofthoogte wordt gemeten. De schoft is lang en breed, en met een brede borstkas. De schouders zijn lang en liggen schuin naar achteren. De rug is kort, recht, breed en goed gespierd. De rug gaat in één lijn over via de gespierde lendenen in het kruis.

---

Het kruis is lang en breed en iets hellend. Van achteren gezien is het kruis gespierd en gespleten. De broek is fors gespierd met van achteren gezien brede, bolvormige broekspieren. De schenkel is rondom breed, zwaar gespierd en voldoende lang. De staart was veelal gecoupeerd maar routinematig couperen is tegenwoordig niet meer toegestaan. De voorborst moet voldoende breed zijn en gespierd. De lange gewelfde ribben zorgen voor voldoende inhoud van de borstkas en daarmee ruimte voor hart en longen. De buik is rond met veel volume. De schofthoogte bij Trekpaarden varieert bij hengsten tussen 1,60 en 1,75 meter. Bij volwassen merries varieert de schofthoogte tussen 1,55 en 1,70 meter.

## 1.2 Inteelt en verwantschap

In 2009 is reeds eerder een onderzoek uitgevoerd naar inteelt en verwantschap in de Nederlandse en Belgische Trekpaardenpopulaties (García *et al.*, 2009). De belangrijkste bevindingen van de analyse van de stambomen van deze Trekpaarden waren dat het gemiddelde inteeltpercentage van de meest recente generatie 5% was (op basis van 5 generaties) en de inteelttoename van de meest recente generatie 0,5% bedroeg en daarmee net lag op de richtlijn van de FAO (FAO, 2013). De auteurs concludeerden dat behoud van genetische diversiteit aandacht verdient binnen het fokprogramma van de KVTH maar dat er nog geen sprake was van een kritieke situatie. Het advies was om binnen het fokprogramma de genetische contributie van een klein aantal hengsten in te perken.

Onderdeel van het levend bewaren van zeldzame rassen *in situ* is het van tijd tot tijd monitoren van ontwikkelingen binnen een ras. In afstemming met het KVTH, in het licht van de door García *et al.* (2009) berekende inteelttoename en de verstreken jaren, is de Nederlandse Trekpaardenpopulatie in 2018 wederom doorgelicht.

## 1.3 Genenbank collectie (status 2017)

Eind 2017 was sperma van 28 verschillende dekhengsten opgeslagen in de genenbank (Bijlage 1). Het aantal doses sperma per hengst en de kwaliteit van het sperma varieert wel veel (Bijlage 1; een inseminatiedoses bevat een bepaalde gestandaardiseerde hoeveelheid levende zaadcellen waarmee in theorie een bevruchting mogelijk zou moeten zijn; door verschil in spermakwaliteit tussen hengsten zal van een hengst met slechte spermakwaliteit meer sperma opgeslagen moeten worden dan van een hengst met goede spermakwaliteit).

Voor elk zeldzaam Nederlands ras heeft de genenbank zich ten doel gesteld om een zogeheten core collectie op te bouwen. Dit houdt in dat, voor elk zeldzaam Nederlands paardenras, van 50 zo min mogelijk gerelateerde hengsten minimaal 50 inseminatiedoses worden veiliggesteld in de genenbank. Met deze core collectie zou een ras weer gereconstrueerd kunnen worden wanneer het *in situ* is verdwenen. Op basis van de huidige genenbank collectie Trekpaard kan geconcludeerd worden dat voor dit ras nog geen core collectie is behaald.

## 1.4 Doelstellingen

Het in dit rapport beschreven onderzoek omvat een drietal doelstellingen:

1. Het doorlichten van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie op basis van afstammingsgegevens om te onderzoeken hoe de huidige populatie er voor staat [qua aantallen, (toename in) inteelt en verwantschap tussen paarden];
2. Op basis van de resultaten onder 1. en simulaties van mogelijke aanpassingen in het fokprogramma, een advies geven over het genetisch beheer van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie;
3. Het identificeren van genetisch interessante Trekpaardhengsten op basis van afstammingsgegevens voor aanvulling van de genenbank collectie.

---

## 2 Materiaal en methodes

De beschikbaar gestelde afstammingsgegevens van alle Trekpaarden geregistreerd door de Koninklijke Vereniging "Het Nederlandse Trekpaard en De Haflinger" werden geanalyseerd en diverse scenario's met betrekking tot genetische beheer gesimuleerd om de in paragraaf 1.4 beschreven doelstellingen te realiseren.

### 2.1 Beschikbaar gestelde gegevens

De beschikbaar gestelde gegevens bevatte alle door het KVTH in het digitale systeem geregistreerde Trekpaarden. Beschikbare informatie per paard was: vader, moeder, geslacht, naam en geboortedatum. Deze gegevens werden aangeleverd voor in totaal 25.998 Trekpaarden.

### 2.2 Kwaliteitscontrole en data editing

Gegevens van 25.998 Trekpaarden werden aangeleverd vanuit de digitale database. Deze paarden vertegenwoordigen hoogstwaarschijnlijk de (complete) recente generaties met daarbij al hun voorouders (zie ook 3.2 Populatiegrootte en inzet als fokdier). Uiteindelijk werden gegevens van 327 Trekpaarden verwijderd omdat hun stamboom compleet onbekend was en ze geen nakomeling(en) voort hebben gebracht. Gedurende de analyses werden dus gegevens van 25.671 Trekpaarden gebruikt.

Een aantal paarden werd als zowel vader als moeder aangemerkt in de stambomen. Het correcte geslacht werd in afstemming met het KVTH vastgesteld. Onterecht toegewezen ouderschap werd gecorrigeerd door voor het betreffende paard de ouder op onbekend te zetten.

Daarnaast diende het geboortjaar van een aantal paarden gecorrigeerd te worden aangezien het geboortjaar van nakomeling(en) voor die van hun ouder(s) was. Wederom werd dit uitgevoerd in afstemming met het KVTH.

Geboortjaar van ruim 6.500 paarden was niet geregistreerd. Om trends zo goed mogelijk te kunnen weergeven (bijv. inteeltpercentage per geboortjaar en daarmee inteelttoename), is voor zo veel mogelijk paarden geprobeerd een zo goed mogelijke schatting te maken van het geboortjaar. Daarbij is het onbekende geboortjaar van een paard geschat als het gemiddelde geboortjaar van de nakomeling(en) minus het generatie interval (wat 7 jaar bedroeg). Met behulp van deze berekening kon het geboortjaar van circa 3.000 paarden worden geschat en meegenomen in de analyses.

### 2.3 Uitgevoerde analyses

Resultaten met betrekking tot onder andere populatiegrootte, inteeltpercentages en toename in inteelt en verwantschap werden verkregen middels het programma *Inteeltmonitor*. Daarnaast werd het programma *CFC* (Sargolzaei *et al.*, 2006) gebruikt om de individuele verwantschap te berekenen tussen (dek)hengsten en ook tussen diverse groepen (dek)hengsten: reeds aanwezig in de genenbank collectie, voormalige (dek)hengsten en huidige actieve (dek)hengsten. Identificatie van genetisch interessante hengsten voor aanvulling van de genenbank collectie gebeurde met het programma *GenCont*, waarmee de combinatie van paarden met de laagste verwantschap en hoogste genetische diversiteit wordt berekend. Diverse scenario's voor mogelijk benodigde aanpassingen in het fokprogramma werden gesimuleerd met behulp van het programma *GenManSim* (Windig & Oldenbroek). Met dit programma wordt de populatie in de computer nagebootst voor meerdere generaties en het verloop van de inteelt bepaald, waarbij verschillende vormen van genetisch beheer gesimuleerd en vergeleken kunnen worden.



# 3 Doorlichten populatie

De beschikbaar gestelde afstammingsgegevens van de bij het KVTH in de digitale database geregistreerde Trekpaarden (25.671 na kwaliteitscontrole en data editing) werden doorgelicht om onder andere te onderzoeken hoe de huidige populatie er voor staat qua omvang, (toename in) inteelt en verwantschap tussen paarden.

## 3.1 Beschrijving beschikbaar gestelde gegevens

### 3.1.1 Geslacht

Net iets meer dan 70% van de bij de KVTH geregistreerde Trekpaarden was merrie, bijna 30% was hengst (Tabel 3.1). Aangezien er bij de geboorte een even grote kans bestaat op een merrie als een hengst, kan er vastgesteld worden dat er bij de KVTH minder hengsten worden geregistreerd.

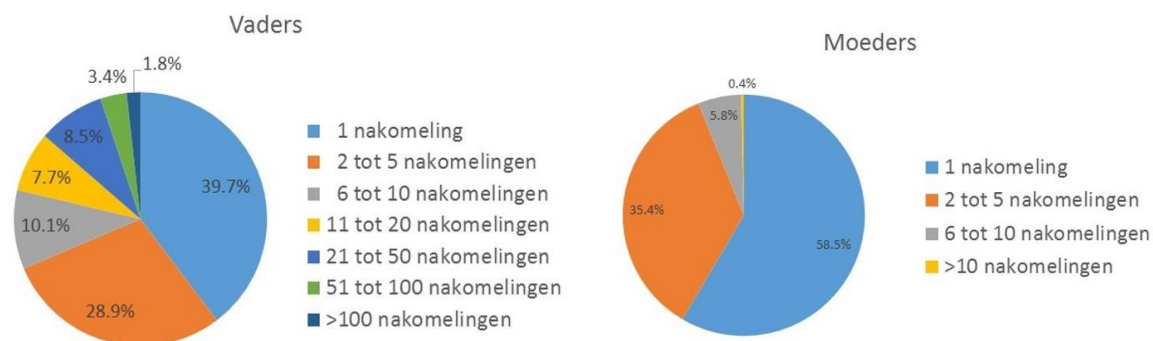
Castratie van hengsten werd beperkt doorgegeven aan de KVTH, aangezien slechts 174 ruinen staan geregistreerd.

**Tabel 3.1** Geslacht van de 25.671 bij de KVTH geregistreerde Trekpaarden.

Geslacht	Aantal	Percentage
Merrie	18.162	70,7%
Hengst	7.335	28,6%
Ruin	174	0,7%

### 3.1.2 Stamboom

De 25.671 bij de KVTH geregistreerde Trekpaarden stamden af van 1.995 vaders en 11.009 moeders. Het merendeel van de vaders (39,7%) en moeders (58,5%) bracht slechts één nakomeling voort (Figuur 3.1). Een vergelijkbare verdeling qua aantal nakomelingen per moeder wordt ook gevonden in andere paardenrassen. Het percentage vaders met een beperkt aantal nakomelingen ( $\leq 5$ ) is aanzienlijk hoog.

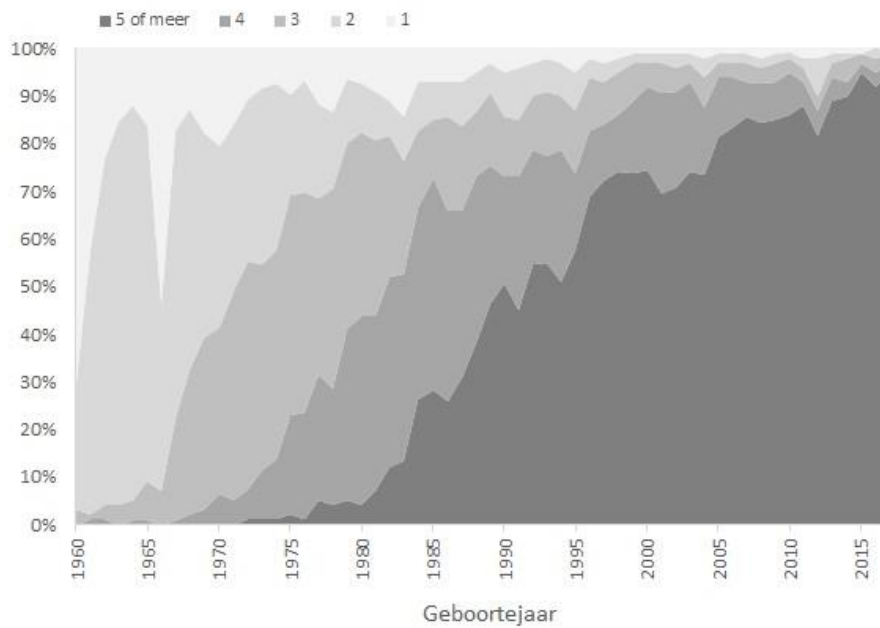


**Figuur 3.1** Percentage vaders (links; totaal aantal vaders is 1.995) en moeders (rechts; totaal aantal moeders is 11.009) met een bepaald aantal nakomelingen.

### 3.1.3 Stamboom compleetheid

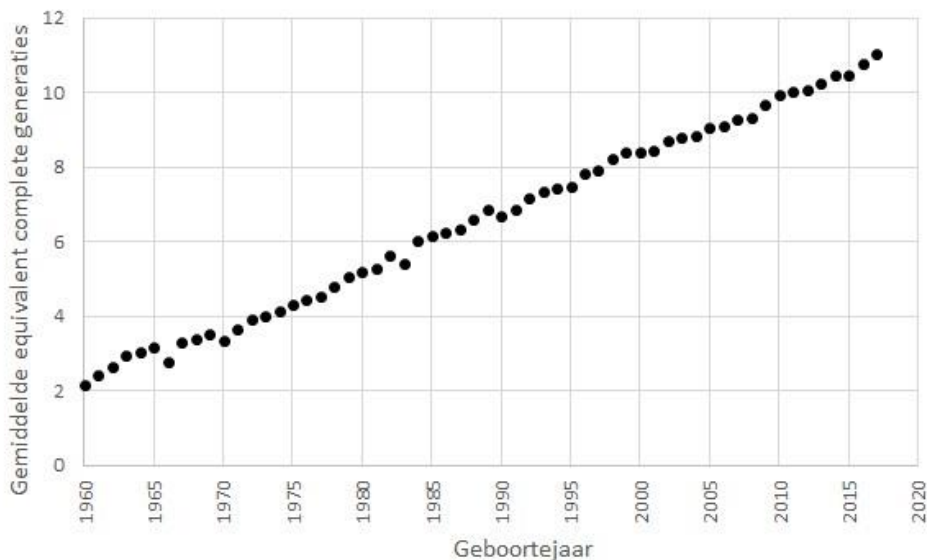
Stamboom compleetheid, het aantal generaties/voorouders in een stamboom dat bekend is, en geschatte inteeltpercentage gaan samen: bij een beperkte diepte van de stamboom zal het inteeltpercentage worden onderschat. Daarom is het van belang om inzicht te hebben in de compleetheid van de stamboom. De compleetheid van de stambomen van de Trekpaarden was ruim voldoende om de berekeningen te kunnen doen.

Voor 93% van de veulens geboren in 2017 waren  $\geq 5$  generaties bekend, in 2010 was dit 86% van de veulens en in 2000 73% van de veulens (Figuur 3.2). Zoals verwacht, zijn meer generaties voorouders bekend van de meer recent geboren paarden.



**Figuur 3.2** Stamboom compleetheid: het aantal voorouderlijke generaties bekend per geboortejaar.

Het aantal generaties aan voorouders dat bekend is in een stamboom, is wat meer gespecificeerd in Figuur 3.3. Gemiddeld genomen waren voor een paard geboren in 2017 elf generaties aan voorouders bekend (Figuur 3.3), in 2010 betrof dit tien generaties terwijl dit er in 1960 twee waren.



**Figuur 3.3** Het gemiddelde equivalent complete generaties per geboortejaar.

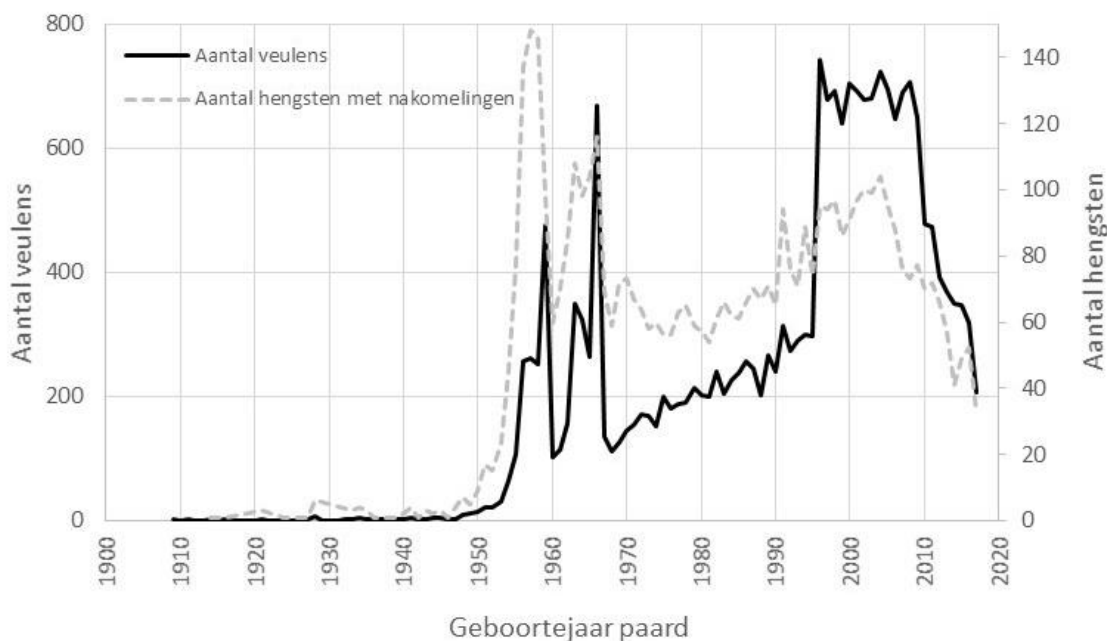
Aan de hand van deze gegevens kunnen we concluderen dat de stamboom compleetheid ruim voldoende is om inzicht te krijgen in het inteeltpercentage en inteelttoename in de Trekpaardenpopulatie.

## 3.2 Populatiegrootte en inzet als fokdier

Het geboortjaar van de 25.671 bij de KVTH geregistreerde Trekpaarden varieerde van 1909 tot 2017 (Figuur 4.4). Een opvallend hoog aantal veulens geboren in 1959 en 1966 werd geobserveerd. Mogelijk dat het geboortjaar van deze veulens (voorouders van de huidige generaties) niet digitaal geregistreerd was en op een willekeurig jaar is gezet. Vanaf 1996 werd een grote stijging geobserveerd in het aantal veulens geboren per jaar. Zeer aannemelijk is dat 1996 de start is van de (digitale) registratie van de stambomen van de Nederlandse Trekpaarden. Hoogstwaarschijnlijk vertegenwoordigen de veulens geboren voor 1996 vooral de voorouders van de huidige generaties.

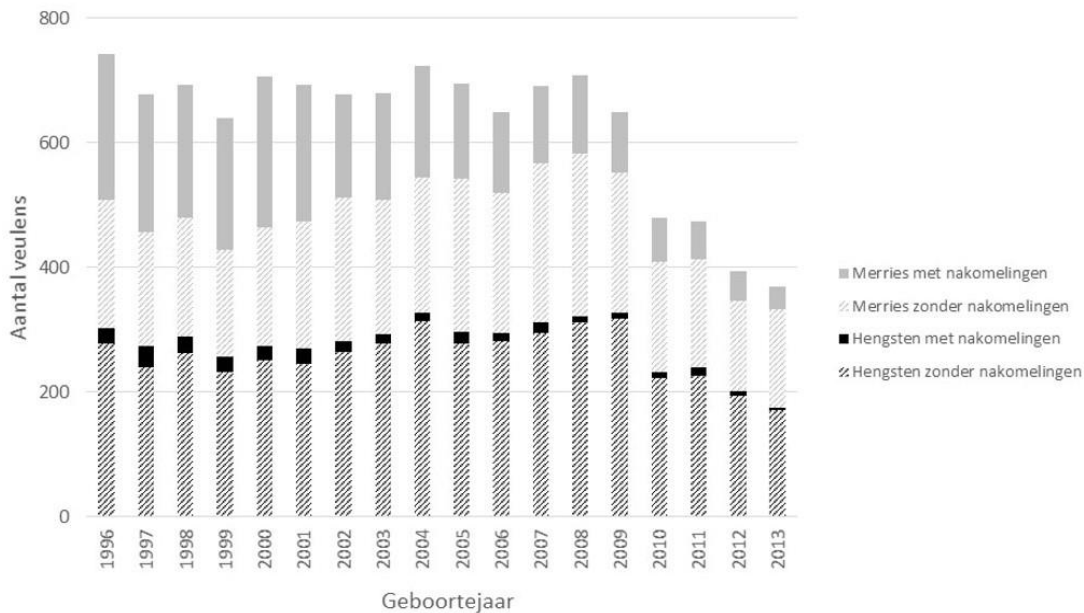
Zorgwekkend is de daling in het aantal veulens per geboortjaar van gemiddeld 655 voor de periode 1996-2009 tot gemiddeld 390 voor de periode 2010-2016. Daarbij daalt het jaarlijks aantal geboren veulens dat wordt geregistreerd gestaag van 479 in 2010 tot 320 in 2016 (Figuur 3.4; registratie van veulens geboren in 2017 was ten tijde van ontvangst gegevens nog niet afgerond).

Ook wordt een daling geobserveerd in het aantal hengsten dat veulens voortbrengt per geboortjaar. In bijvoorbeeld 2010 werden 479 veulens geboren die afstamden van 70 hengsten, terwijl in 2016 nog maar 52 hengsten verantwoordelijk waren voor de in dat jaar geboren veulens (320).



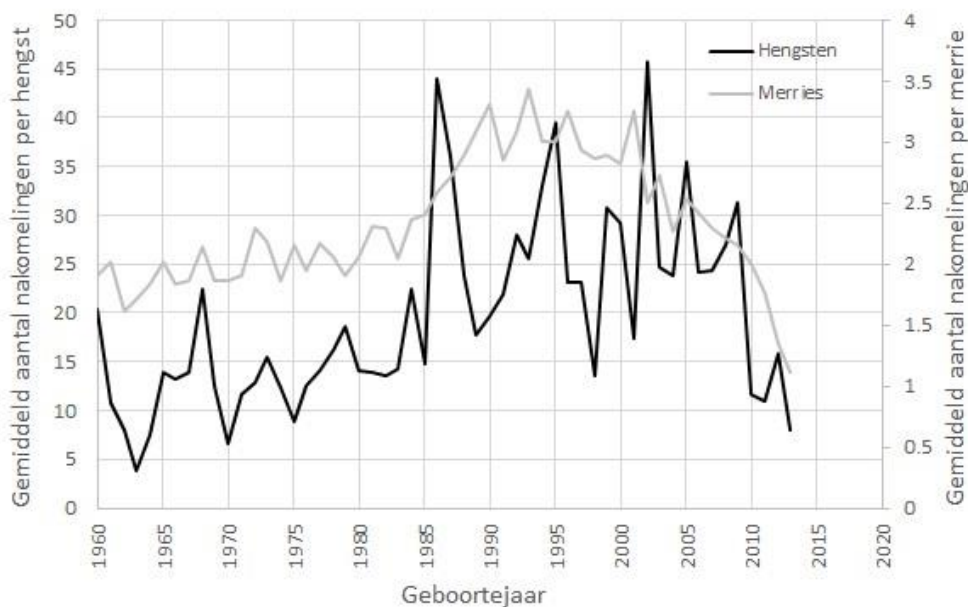
**Figuur 3.4** Het aantal veulens en hengsten met nakomelingen per geboortjaar.

Het aantal en percentage merrieveulens dat op latere leeftijd wordt ingezet als fokmerrie (en dus nakomelingen voortbrengt) daalde gestaag van circa 50% in 1996 tot circa 20% in 2013 (Figuur 3.5). Voor hengsten daalde dit percentage van circa 10% in 1996 naar circa 3% in 2013.



**Figuur 3.5** Het aantal veulens (uitgesplitst naar geslacht) per geboortjaar dat op latere leeftijd wel of geen nakomelingen voortbracht.

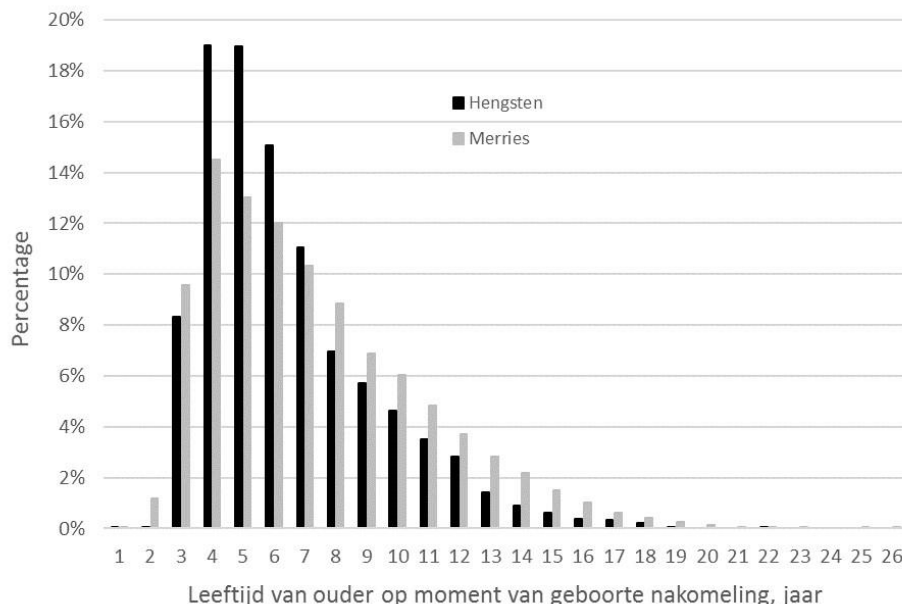
Het gemiddelde aantal nakomelingen dat per hengst wordt geboren, bedroeg 30. Voor merries lag dit aantal rond 3 nakomelingen gedurende de negentiger jaren (Figuur 3.6). Maar, het gemiddelde aantal nakomelingen per merrie en hengst nam af gedurende de meer recente jaren (Figuur 3.6). Dit heeft zeker te maken met de leeftijd van de paarden: meer recent geboren paarden kunnen/zullen in de toekomst nog actief ingezet worden in de fokkerij en daarmee nakomelingen voortbrengen. Daarnaast worden de sterke fluctuaties per geboortjaar bij de hengsten waarschijnlijk veroorzaakt door populaire en daardoor veel dekkende hengsten.



**Figuur 3.6** Het gemiddelde aantal nakomelingen per hengst en merrie afgezet naar geboortjaar van het betreffende paard.

### 3.3 Generatie interval

Het generatie interval, de gemiddelde leeftijd waarop ouders hun nakomelingen krijgen, bepaalt de snelheid van genetische vooruitgang door selectie in een populatie. De verdeling van de leeftijd van een ouder op het moment dat een nakomeling geboren wordt (Figuur 3.7), laat zien dat de hengsten meer op jongere leeftijd (4 tot 7 jaar) worden ingezet ten opzichte van de merries. Het berekende generatie interval aan vaders' zijde was inderdaad ietwat korter (6,9 jaar) dan die aan moeders' zijde (7,7 jaar). Het gemiddelde generatie interval in de populatie bedroeg 7,31 jaar, en is redelijk stabiel over de jaren heen (resultaten staan hier niet weergegeven).



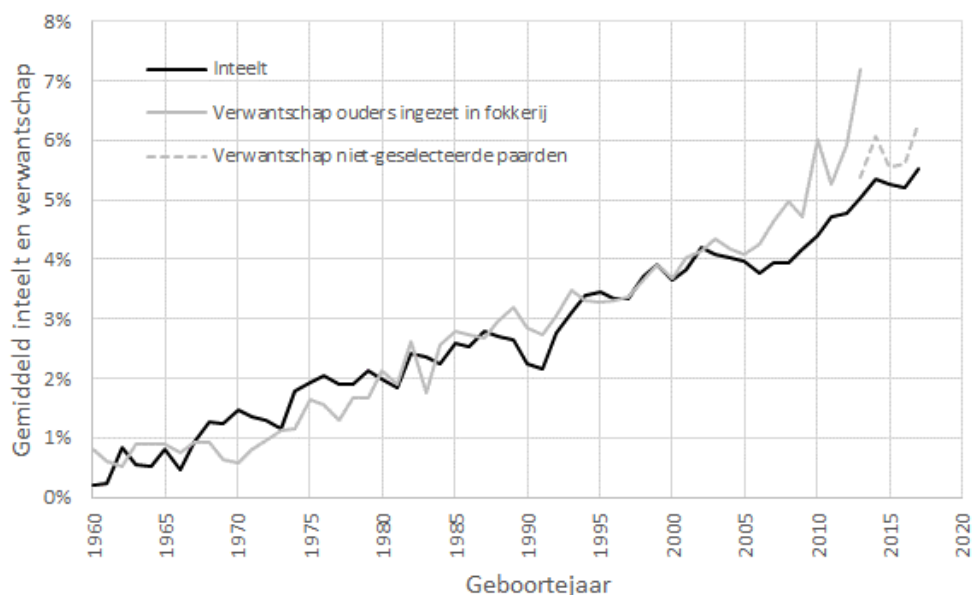
**Figuur 3.7** Verdeling van de leeftijd van een ouder op het moment dat een nakomeling geboren wordt opgesplitst naar geslacht (alleen daadwerkelijke geboortejaren meegenomen, niet de geschatte geboortejaren).

Ten opzichte van andere paardenpopulaties is het generatie interval in Trekpaarden kort, aangezien gemiddeld vaak een generatie interval van 10 jaar gevonden wordt.

### 3.4 Inteeltpercentage, verwantschap en -toename

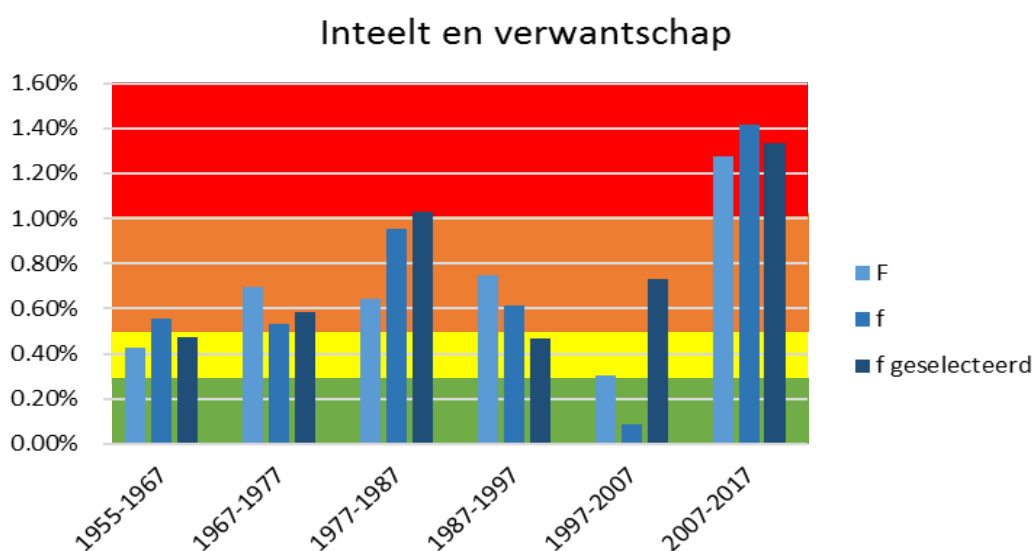
De toename in inteeltpercentage per generatie ( $\Delta F$ ) bedroeg 0,63% (Figuur 3.8) en overschrijdt daarmee de door de FAO gestelde norm van 0,5% per generatie (FAO, 2013).  $\Delta F$  is berekend met inachtneming van de gemiddelde inteeltpercentages vanaf geboortjaar 1960. Vanaf dit jaar werd een dermate aantal paarden per jaar geboren om een zinnig gemiddelde te kunnen berekenen. Een beperkt aantal paarden geboren in een specifiek jaar, vaak geobserveerd in de beginjaren van een populatie, kunnen leiden tot een vertekend beeld van  $\Delta F$ .

De verwantschap tussen ouders is een voorspelling van de inteelt het jaar erop. De toename in gemiddelde verwantschap tussen de ouders die ingezet zijn in de fokkerij, laat gedurende de meest recente jaren een duidelijk ongewenste stijging zien en voorspelt daarmee een verdere toename in inteelt (Figuur 3.8). De toename in verwantschap is zowel tussen de dekhengsten onderling als ook tussen de fokmerries onderling (dus niet alleen veroorzaakt door een toenemende verwantschap tussen de hengsten).



**Figuur 3.8** Het gemiddelde inteeltniveau, verwantschap tussen ouders die zijn ingezet in de fokkerij en verwantschap tussen niet-geselecteerde paarden (in procenten) per geboortjaar.

De toename in inteelt en verwantschap tussen ouders is meer gespecificeerd in Figuur 3.9. Tot in de jaren 90 was de inteelttoename vrij constant rond de 0,6-0,7% per generatie. Tussen 1997 en 2007 was de inteelt- en verwantschapstoename in de hele populatie laag, maar lag de verwantschapstoename van paarden die als ouder ingezet zijn vrij hoog (0,7%). Dit duidt er op dat paarden die voor de fokkerij gebruikt zijn vaak verwanten zijn, dus veelal uit dezelfde families komen, of dezelfde hengst als (voor)vader hebben. Gedurende de laatste periode van tien jaar (2007-2017) was de toename in inteelt ( $\Delta F$ ) en verwantschap ( $\Delta f$ ) meer dan  $>1\%$  en ligt daarmee ruim boven de aanvaarde norm van 0,5% per generatie. Daarmee is het aannemelijk dat de negatieve gevolgen van inteelt optreden zoals een verhoogde kans op het ontstaan van erfelijke gebreken, inteeltdepressie als in verminderde vitaliteit en vruchtbaarheid, en op langere termijn het verloren gaan van bepaalde kenmerken.



**Figuur 3.9** De toename in inteelt ( $F$ ) en verwantschap ( $f$ ) in procent per generatie bepaald voor alle paarden en toename in verwantschap voor paarden geselecteerd als ouder ( $f$  geselecteerd) voor periodes van tien jaar. Achtergrond: inschatting van het risico op genetische gebreken en inteeltdepressie van groen (veilig) tot rood (onaanvaardbaar hoog).

## 4 Advies genetisch beheer

Op basis van de resultaten gevonden naar aanleiding van het doorlichten van de populatie op basis van afstammingsgegevens en simulaties van mogelijke aanpassingen in het fokprogramma, is er een advies gegeven over het genetisch beheer van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie gericht op het beperken van de toename in inteelt (en daarmee behoud van genetische diversiteit *in situ*). De resultaten van deze simulaties en het bijbehorende advies wordt in dit hoofdstuk beschreven.

### 4.1 Simulaties

De populatie Trekpaarden is in de computer nagebootst met behulp van het programma *GenManSim* (Windig & Oldenbroek) op basis van de populatiegegevens zoals geanalyseerd in hoofdstuk 3. Deze basisgegevens staan vermeld in Tabel 4.1. Paren, geboorte van veulens en vervanging van fokdieren door veulens vindt elk jaar plaats, afhankelijk van het fokbeleid. Er is steeds 50 jaar fokkerij gesimuleerd. Het programma houdt de inteelt en verwantschap van de paarden bij en berekent de inteelttoename. Simulaties zijn per scenario 25 maal herhaald omdat door toeval (bijv. of er een mannelijk dan wel vrouwelijk veulen geboren wordt heeft steeds een kans van 50%) de inteelt hoger of lager kan uitvallen. De volgende scenario's zijn gesimuleerd:

- 1) Huidige populatie en fokbeleid zonder beperkingen;
- 2) Beperking van het aantal veulens per dekhengst tot maximaal 20 per 2 jaar;
- 3) Beperking van het aantal veulens per dekhengst tot maximaal 10 per 2 jaar;
- 4) Inteelt minimaliseren. Voor elke merrie de minst verwante hengst zoeken zodat de veulens de laagst mogelijke inteelt zullen hebben;
- 5) Verwantschap beperken. Van ieder fokdier wordt de gemiddelde verwantschap met alle andere levende fokdieren berekend. Paarden met een hoger dan gemiddelde verwantschap worden uitgesloten van de fokkerij. Op deze manier worden paarden die al veel gebruikt zijn in de fokkerij, of met nauwe verwanten die veel gebruikt zijn, uitgesloten. Paarden uit nieuwe of weinig gebruikte 'bloedlijnen' krijgen daardoor een kans in de fokkerij.

**Tabel 4.1** Populatiegegevens gebruikt voor de simulatie van de Trekpaardenpopulatie.

Populatiegegevens								
Aantal dekhengsten	56							
Aantal fokmerries	600							
Aantal veulens/jaar	300							
Leeftijdverdeling, jaar	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Fokmerries	8%	38%	24%	13%	9%	3%	2%	2%
Dekhengsten	11%	26%	22%	16%	11%	7%	4%	2%
Aantal tophengsten	4							
Aandeel tophengsten	33%							
Minimum leeftijd fokmerrie	3 jaar							

#### 4.1.1 Resultaten simulaties

Als de huidige populatie gesimuleerd wordt dan komt de inteelttoename met 0,95% per generatie net onder de 1% uit. Dat is iets lager dan de werkelijk geobserveerde populatie. Dit kan komen doordat in de simulaties niet is meegenomen dat populaire dekhengsten meer dan gemiddeld aan elkaar verwant kunnen zijn (uit dezelfde familie(s) komen). Dit zal echter geen invloed hebben op de simulaties waarin beleid op inteelt wordt gesimuleerd.

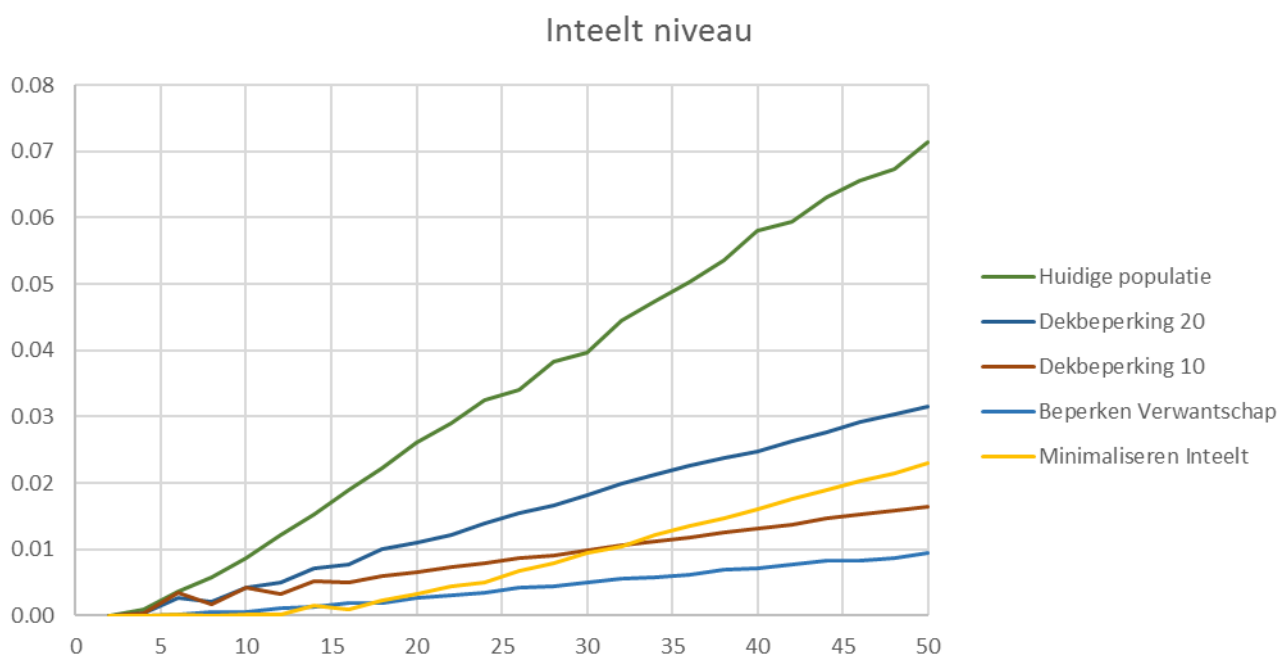
Wanneer genetisch beheer wordt uitgevoerd, neemt de inteelttoename aanzienlijk af. Hoeveel hangt af van het beleid. Het meest effectief is het beperken van de verwantschap in de populatie. Hiermee neemt de inteelt af tot ruim onder een kwart procent per generatie (Tabel 4.2).

**Tabel 4.2** Inteelttoename voor verschillend beleid bepaald met computersimulaties.

Scenario	Inteelttoename	Minimum	Maximum
Huidige populatie	0,95%	0,90%	0,99%
Dekbeperking 20	0,35%	0,33%	0,37%
Dekbeperking 10	0,18%	0,17%	0,20%
Minimaliseren inteelt	0,25%	0,24%	0,27%
Beperken verwantschap	0,13%	0,11%	0,14%

Minimaliseren van de inteelt is in eerste instantie het meest effectief (Figuur 4.1). Maar, na rond de 18 jaar neemt de inteelt dan weer sneller toe. Dat komt omdat aanvankelijk voor iedere merrie niet of weinig verwante hengsten kunnen worden gevonden, maar op een gegeven moment zijn de weinig verwante hengsten allemaal gebruikt en loopt de inteelt weer sneller op. Wordt de inteelttoename over de laatste 25 jaar berekend, dan komt die op 0,40% uit per generatie.

Dekbeperkingen hebben ook een groot effect, maar wel minder dan het beperken van de verwantschap. Het effect van dekbeperkingen is vooral sterk omdat in de huidige populatie een beperkt aantal dekhengsten (4) een groot aandeel hebben in de volgende generatie (33% van alle fokmerries dekt). Met een dekbeperking wordt dit voorkomen.



**Figuur 4.1** De toename in inteelt bij verschillend beleid in de komende 50 jaar, bepaald met computersimulaties.

## 4.2 Advies

De simulaties laten zien dat door genetisch beheer het mogelijk is de inteelttoename in de Nederlandse Trekpaardenpopulatie drastisch terug te dringen. In de huidige populatie is de inteelttoename te hoog. Er dient dus beleid gericht op het terug dringen van de inteelttoename gevoerd te worden. Alle gesimuleerde maatregelen hebben een positief effect op het terugdringen van inteelt, maar sturen op verwantschap is het meest effectief.



---

## 5 Advies aanvulling genenbank

Eind 2017 was sperma van 28 verschillende dekhengsten opgeslagen in de genenbank. Middels onderzoek aan afstammingsgegevens zijn genetisch interessante Trekpaardhengsten geïdentificeerd die kandidaat zijn voor aanvulling van de genenbank collectie voor het Nederlandse Trekpaard.

### 5.1 Kandidaat dekhengsten voor aanvulling genenbank

Kandidaat dekhengsten voor aanvulling van de genenbank werden geïdentificeerd met behulp van de dataset toegezonden door het KVTH. In de dataset werd aangegeven welke hengsten actief waren in het dekseizoen van 2017. Hengsten die voorheen actief waren in dekdienst maar in 2017 niet zijn ingezet, konden ook worden geïdentificeerd. Volgens de dataset zouden deze hengsten nog in leven zijn, wat ook aannemelijk is aan de hand van de leeftijd van deze hengsten. In 2017 waren 30 hengsten actief en voorheen 37 hengsten (exclusief de dekhengsten waarvan al sperma is veiliggesteld in de genenbank). Deze 67 hengsten zijn kandidaten voor aanvulling van de genenbank met nieuwe hengsten.

Daarnaast was het aantal doses (en kwaliteit) sperma van een aantal hengsten waarvan reeds materiaal in de genenbank is veiliggesteld, soms beperkt. Aanvulling van het aantal doses sperma van deze hengsten behoorde ook tot de mogelijkheden voor uitbreiding van de genenbank collectie voor Trekpaarden.

### 5.2 Verwantschap tussen (fok)populatie en kandidaat dekhengsten voor aanvulling genenbank

De verwantschap tussen de huidige (fok)populatie en kandidaat dekhengsten voor aanvulling van de genenbank collectie voor het Nederlands Trekpaard werd vastgesteld om te kijken hoe gerelateerd de verschillende groepen en individuen zijn. Op deze manier werden hengsten geïdentificeerd die interessant zijn voor aanvulling van de collectie en/of waarvoor gebruik in de dekdienst gestimuleerd kan worden in verband met een gemiddeld lagere genetische verwantschap met de (fok)populatie. Een lagere verwantschap tussen de ouders houdt in dat het inteeltpercentage van de nakomeling ook lager is, want *het inteeltpercentage van de nakomeling =  $\frac{1}{2}$  x de verwantschap tussen de ouders*. En, hengsten met een lager dan gemiddelde verwantschap met de huidige (fok)populatie zijn waardevol met het oog op bloedspreiding.

#### 5.2.1 Verwantschap tussen groepen binnen het Nederlands Trekpaard

De gemiddelde verwantschap (average numerator relationships) binnen en tussen verschillende groepen werd berekend om inzicht te krijgen in de mate van verwantschap binnen en tussen deze groepen (zie Tabel 3.1). De populatie werd opgedeeld in de volgende vijf groepen:

- de potentiële (fok)merriepopulatie bestaande uit merries geboren in 2014, 2015, 2016 en 2017 (jonge merries nog zonder nakomeling, maar potentieel fokmerrie) en merries geboren tussen 2006 en 2013 met minimaal één nakomeling (de meest recente generatie fokmerries; FOKMERRIE);
- hengsten waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank (GENENBANK);
- dekhengsten die ingezet zijn gedurende de dekdienst van 2017 (DEKHENGST2017);
- dekhengsten die voorheen actief waren (en als het goed is, nog in leven; DEKHENGST);
- alle overige Trekpaarden (TP).

De hengsten waarvan reeds sperma in de genenbank is opgeslagen, hebben gemiddeld genomen de laagste verwantschap met de fokmerriepopulatie, dekhengsten uit 2017 en voorgaande jaren en tevens de rest van de Trekpaardenpopulatie (zie Tabel 5.1). Deze hengsten zijn dus het minst

gerelateerd aan de in leven zijnde (*in situ*) populatie. Inzet van deze hengsten zou potentieel kunnen bijdragen aan het in stand houden, of mogelijk het verbreden van de genetische diversiteit binnen de populatie, of anders gezegd bijdragen aan bloedspreiding.

**Tabel 5.1** Gemiddelde verwantschap binnen en tussen de gedefinieerde groepen. De gemiddelde verwantschap kan variëren van 0 tot 1, waarbij 0 aangeeft dat paarden ongerelateerd zijn (richting donkergroen) en 1 dat paarden volledig gerelateerd zijn (richting rood).

	FOKMERRIE	GENENBANK	DEKHENGST2017	DEKHENGST	TP
FOKMERRIE	0,104	0,096	0,109	0,101	0,055
GENENBANK		0,114	0,098	0,093	0,050
DEKHENGST2017			0,146	0,104	0,055
DEKHENGST				0,127	0,056
TP					0,035

FOKMERRIE = de potentiële fokmerrie populatie bestaande uit merries geboren in 2014, 2015, 2016 en 2017 en merries geboren tussen 2006 en 2013 met minimaal één nakomeling; GENENBANK = hengsten waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank; DEKHENGST2017 = dekhengsten die ingezet zijn gedurende de dekdienst van 2017; DEKHENGST = dekhengsten die voorheen actief waren (en als het goed is, nog in leven); TP = alle overige Trekpaarden.

De gemiddelde verwantschap tussen de in 2017 aangeboden dekhengsten is het hoogst (0,146). Dit houdt in dat gemiddeld genomen deze hengsten meer aan elkaar gerelateerd zijn dan bijvoorbeeld de dekhengsten die voorheen in de dekdienst werden ingezet (0,127). Anders gezegd, de beperktere spreiding in bloedvoering tussen de dekhengsten ingezet in 2017 is ongewenst, aangezien het waarschijnlijk zal resulteren in een toekomstige toename in inteelt (in overeenstemming met de resultaten beschreven in paragraaf 3.4 Inteeltpercentage, verwantschap en –toename).

## 5.2.2 Verwantschap tussen individuele hengsten en de huidige (fok)populatie

Omdat de verwantschap tussen de ouders het inteeltpercentage van de nakomeling bepaalt (*het inteeltpercentage van de nakomeling* =  $\frac{1}{2} \times$  de verwantschap tussen de ouders) en de gemiddelde verwantschap van een hengst met de huidige (fok)populatie zijn waarde bepaalt qua bijdrage aan bloedspreiding, is voor elke individuele hengst de verwantschap met de huidige (fok)populatie berekend. Een hengst met een lage verwantschap met de (fok)populatie kan bijdragen aan het beperken van de inteelttoename en daarmee het in stand houden, of mogelijk het verbreden van de genetische diversiteit in de populatie, of anders gezegd bloedspreiding inbrengen. Een hengst met een hoge verwantschap met de (fok)populatie daarentegen niet. Een dergelijk hengst heeft meer voorouder(s) gemeenschappelijk met de huidige (fok)populatie en/of heeft zelf veel nakomelingen die tot de (fok)populatie behoren ten opzichte van een hengst met een lage verwantschap.

Een redelijke variatie werd geobserveerd in de gemiddelde verwantschap van een individuele hengst met de (fok)populatie: van 0,048 (4,8%) tot 0,144 (14,4%; zie Bijlage 2). Een hengst met een lager dan gemiddelde verwantschap met de (fok)populatie en nog een beperkt aantal nakomelingen is interessant om te promoten voor gebruik in de levende populatie (*in situ*), omdat het bloed van deze hengst nog weinig voorkomt in de populatie. Kanttekening hierbij is dat alleen naar de waarde van de hengst qua bloedspreiding wordt gekeken, andere kwaliteiten en fokprestaties zijn hierbij niet meegenomen. Dekhengsten die in 2017 zijn ingezet voor de dekdienst, nog een beperkt aantal nakomelingen hebben, lager dan gemiddeld verwant zijn aan de (fok)populatie en nog beschikbaar zijn in 2018, zijn Unik de Lichereau, Stan van Malderen van Vlaams Brabant, Jazz van de Wilgenhoeve, Leander van de Boterhoeve, Landor van de Boterhoeve, Fonne van de Stock, Sam van de Vinkebossen, Cassanova van de Kannelust en Dorus van de Molenhoeve (zie Bijlage 2). Hengsten die zijn gebruikt in de dekdienst voor 2017, met een lager dan gemiddelde verwantschap en een beperkt aantal nakomelingen zijn helaas niet meer beschikbaar (geëxporteerd of overleden).

Eenzelfde overzicht werd geproduceerd voor de hengsten waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank. De verwantschap tussen deze hengsten en de (fok)populatie varieerde eveneens. De verwantschap tussen Udo van de Zaaidijk en ook Roel van de Lindehof en de huidige (fok)populatie was het groots (respectievelijk 0,153 en 0,156; zie Bijlage 3), terwijl de verwantschap tussen Eugeen van de Veldvoort en ook Texas d’Aywiers en de huidige (fok)populatie het laagst is (respectievelijk

0,029 en 0,048). Inzet van hengsten met een lage verwantschap met de (fok)populatie zou bij kunnen dragen aan het in stand houden of zelfs het verbreden van de genetische diversiteit in de Trekpaardenpopulatie. Lager dan gemiddeld verwant aan de (fok)populatie zijn: Eugeen van de Veldvoort, Texas d’Aywiers, Harry van de Bomlozeput, Twan van de Schaijksehoek, Baron van t Zeegat, Marco van het Koyennehof, Hannes van de Capreton, Gillis van de Heirhoeve, Paul van t Clerckshof, Dylan van Hoeve Ruth, Bart van Wienehof, Igor van den Ossenberg en Robert van t Clerckshof. Weloverwogen inzet van deze hengsten in de huidige populatie zou kunnen bijdragen aan het in stand houden of zelfs het verbreden van de genetische diversiteit in de Trekpaardenpopulatie. Wederom hierbij de kanttekening dat alleen naar de waarde van de hengst wordt gekeken qua bloedspreiding, andere kwaliteiten en fokprestaties zijn hierbij niet meegenomen.

## 5.3 Geselecteerde dekhengsten voor aanvulling genenbank

Bijlage 4 bevat ter informatie de onderlinge verwantschap tussen de hengsten waarvan eind 2017 reeds sperma was veiliggesteld in de genenbank. De genenbank collectie bevat een tweetal vader-zoon combinaties en eveneens twee halfbroers. Met de huidige aantallen (materiaal van 28 hengsten), de aanwezige relaties tussen de hengsten (zie bijlage 4) en ook veelal het beperkte aantal veiliggestelde doses is voor de Trekpaarden nog geen sprake van een core collectie. In 2018 is daarom ingezet op het aanvullen van de genenbank collectie voor de Nederlandse Trekpaarden.

De berekende verwantschap tussen de kandidaat dekhengsten en de (fok)populatie beschreven in paragraaf 5.2 liet zien dat er een grote variatie is in deze verwantschap: hengsten met een duidelijk lager maar ook hoger dan gemiddelde verwantschap werden geïdentificeerd. Hengsten met een lage verwantschap met de (fok)populatie zouden een aanvulling kunnen zijn voor de genenbank collectie. Diverse criteria zoals het reeds voortgebrachte aantal nakomelingen en de verwantschap tussen de kandidaat dekhengsten werden meegenomen door het programma *GenCont* voor de identificatie van dekhengsten waarvan sperma in de genenbank zou moeten worden veiliggesteld.

Omdat het aantal doses van een redelijk deel van de hengsten waarvan reeds sperma is veiliggesteld in de genenbank beperkt is, werden ook deze hengsten (met het aantal doses) meegenomen in de afweging door het programma *GenCont*.

**Tabel 5.2** Geselecteerde hengsten voor uitbreiding genenbank collectie Nederlands Trekpaard.

Naam	Paardcode	Aantal doses in genenbank	Geboortejaar
Fonne van de Stock	P-057093		2008
Unik de Lichereau	P-060789		2009
Condor van de Bouwhoeve	P-059646		2012
Stan van Malderen van Vlaams Brabant	P-063984		2013
Amigo van Sluishoek	P-010078		2004
Tim van de Wilgenhoeve	P-018598		2007
Falco van Waardzicht	P-059912		2012
Bart van Wienehof	P-011271	17,8	2005
Bram van de Ruiting	P-018584	34,7	2007
Gillis van de Heirhoeve	P-008443	4,5	2000
Lars van de Doore Plas	P-064955	3,1	2014
Marius van Luchteren	P-064983	10,1	2014
Paul van t Clerckshof	P-059643	17,2	2008
Robert van t Clerckshof	P-059195	8,1	2007
Tomba van de Kannelust	P-020952	1,5	2009

Bij navraag aan het KVTH bleek dat 9 van de 28 hengsten waarvan reeds materiaal in de genenbank is veiliggesteld, nog beschikbaar zouden zijn. Van de 67 kandidaat hengsten waarvan nog geen materiaal is veiliggesteld, zijn er 23 beschikbaar (in leven en in Nederland aanwezig). In de analyse werden deze 9 plus 23 beschikbare kandidaten meegenomen.

---

Voor de hengsten waarvan reeds materiaal in de genenbank is veiliggesteld, werd verhoudingsgewijs aangegeven hoeveel doses sperma al aanwezig zijn (cprev). Gestelde aanname hierbij is dat we reeds een bepaald percentage van onze core collectie hebben verzameld. Hoe hoger dit percentage, des te minder hengsten er geselecteerd werden: 7 hengsten bij 50%, 8 hengsten bij 40% en 12 hengsten bij 25%. Het merendeel van de geselecteerde hengsten betrof hengsten waarvan reeds (beperkt) materiaal aanwezig is in de genenbank, respectievelijk 6 uit 7 bij 50%, 7 uit 8 bij 40% en 8 uit 12 bij 25%.

Wanneer het reeds aanwezige materiaal in de genenbank geen rol speelde bij de selectie van de kandidaten (cprev = 0 voor alle hengsten), werden 19 hengsten geselecteerd waarvan van 8 reeds (beperkt) materiaal aanwezig is in de genenbank.

Wanneer het maximale aantal hengsten dat wordt geselecteerd op 15 werd gezet in verband met beperkingen op gebied van beschikbare tijd en budget, werden de hengsten gepresenteerd in Tabel 5.2 gekozen voor uitbreiding/aanvulling van de genenbankcollectie voor het Nederlandse Trekpaard; de selectie op basis waarvan eigenaren zijn benaderd.

---

# 6 Conclusies en aanbevelingen

## 6.1 Aanleiding, doelstelling en analyses

Onderdeel van het instandhouden van zeldzame rassen is het van tijd tot tijd monitoren van ontwikkelingen binnen een ras, omdat de beperkte grootte risico's met zich meebrengt op het gebied van inteelt. Aan de hand van de bevindingen van het monitoren geeft het CGN advies aan stamboeken en rasorganisaties om een ras op een gezonde manier in stand te houden. In afstemming met het KVTH, in het licht van de door García *et al.* (2009) berekende inteelttoename van 0,5% per generatie en de sindsdien verstreken jaren, is de Nederlandse Trekpaardenpopulatie in 2018 wederom doorgelicht.

Doelstelling van het onderzoek was:

1. Het doorlichten van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie om te onderzoeken hoe de huidige populatie er voor staat qua grootte, inteelt en verwantschap;
2. Een advies geven over het genetisch beheer van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie;
3. Het identificeren van genetisch interessante Trekpaardhengsten voor aanvulling van de genenbank collectie.

Afstammingsgegevens van 25.671 Trekpaarden (de door het KVTH in het digitale systeem geregistreerde paarden) werden geanalyseerd met behulp van diverse specifieke software programma's om de beoogde doelstelling te behalen.

## 6.2 Het doorlichten van de Nederlandse Trekpaardenpopulatie

Een duidelijke afname in het aantal veulens dat wordt geboren per jaar werd geobserveerd. Van 649 veulens in 2009 (en voorgaande jaren), naar 320 in 2016. Daarbij daalt het percentage veulens dat op latere leeftijd wordt ingezet als dekhengst of fokmerrie in de fokkerij ook gestaag. In 1996 bedroeg dit nog circa 50% van de merrieveulens en 10% van de hengstveulens, maar daalde naar respectievelijk circa 20% en 3% in 2013. Een daling werd eveneens geobserveerd in het aantal dekhengsten dat zorgt voor veulens in een jaar, waar in bijv. 2017 nog 70 hengsten verantwoordelijk waren voor de geboren veulens, waren dit er in 2016 nog maar 52.

Het generatie interval, de gemiddelde leeftijd van de ouders waarop nakomelingen worden geboren die bijdragen aan de volgende generatie, is beduidend lager dan in andere paardenrassen. Gemiddeld genomen bedraagt een generatie interval 10 jaar, waar dit slechts 7,3 jaar bedroeg in de Nederlandse Trekpaardenpopulatie. Dekhengsten worden vooral op jonge leeftijd ingezet, waarbij driekwart van de vaders 7 jaar of jonger is. Een verklaring kan niet direct gevonden worden. Mogelijk zijn er problemen met levensduur in de Trekpaardenpopulatie?

Vanaf 2009 is een (ongewenste) stijgende trend te zien met betrekking tot de verwantschap tussen de paarden die ingezet worden voor de fokkerij: de beschikbare dekhengsten en fokmerries zijn sterker aan elkaar gerelateerd dan voorheen wat zal resulteren in een (snellere) toename in inteelt. De berekende inteelttoename ligt boven de door de FAO gestelde norm van 0,5% per generatie.

De geobserveerde sterke toename in inteelt en verwantschap in de meest recente generatie, het steeds kleiner worden van de populatie én fokpopulatie, en een redelijke invloed van een beperkt aantal populaire dekhengsten in de populatie zijn zeer heldere bevindingen die aangeven dat acties noodzakelijk zijn om het Nederlandse Trekpaard op een gezonde manier in stand te houden.

---

## 6.3 Advies genetisch beheer

De inzet van dekhengsten lager dan gemiddeld verwant aan de (fok)populatie zou kunnen bijdragen aan het inperken van de inteelttoename. Hengsten die dit jaar beschikbaar zijn, lager verwant en met nog een beperkt aantal nakomelingen, zijn: Unik de Lichereau, Stan van Malderen van Vlaams Brabant, Jazz van de Wilgenhoeve, Leander van de Boterhoeve, Landor van de Boterhoeve, Fonne van de Stock, Sam van de Vinkebossen, Cassanova van de Kannelust en Dorus van de Molenhoeve. Kanttekening hierbij is dat alleen naar de waarde van de hengst qua bloedspreiding wordt gekeken, andere kwaliteiten en fokprestaties zijn hierbij niet meegenomen.

Gebruik van sperma dat is veiliggesteld in de genenbank behoort ook tot de mogelijkheden om bloedspreiding in de populatie in te brengen. Hengsten met een lager dan gemiddelde verwantschap met de (fok)populatie, zijn (in volgorde van laag naar gemiddeld verwant): Eugeen van de Veldvoort, Texas d'Aywiers, Harry van de Bomlozeput, Twan van de Schaijksehoek, Baron van t Zeegat, Marco van het Koyennehof, Hannes van de Capreton, Gillis van de Heirhoeve, Paul van t Clerckshof, Dylan van Hoeve Ruth, Bart van Wienehof, Igor van den Ossenberg en Robert van t CLerckshof. Het beschikbare aantal doses is echter soms erg beperkt. Wederom spreken we hier alleen over de waarde die de hengst kan leveren qua bloedspreiding. Andere kwaliteiten en fokprestaties zijn niet meegenomen.

De computersimulaties laten zien dat door genetisch beheer het mogelijk is de inteelttoename in de Nederlandse Trekpaardenpopulatie drastisch terug te dringen. In de huidige populatie is de inteelttoename te hoog. Er dient dus beleid gericht op het terug dringen van de inteelttoename gevoerd te worden. Alle gesimuleerde maatregelen hebben een positief effect op het terug dringen van inteelt, maar sturen op verwantschap is het meest effectief.

Op basis van de analyse en de simulaties is een aantal adviezen is geformuleerd die kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename:

- De verwantschap van de dekhengsten en hengsten uit de genenbank met de huidige populatie publiceren. Dit zou aan de hand van stoplichtkleuren kunnen gebeuren om de waarde van een hengst met oog op genetische diversiteit te visualiseren. Daarnaast zal publicatie van verwantschap naar verwachting bijdragen aan de bewustwording bij fokkers;
- Het stimuleren van gebruik van dekhengsten en hengsten uit de genenbank met een lage verwantschap om meer genetische diversiteit in de populatie te brengen. Én, het gebruik van hengsten met een hoge verwantschap tot de populatie afraden;
- Het meer gelijkmatig inzetten van dekhengsten, zodat niet een beperkt aantal dekhengsten een groot deel van de fokmerries dekt;
- Inteeltberekeningen uitvoeren voor de individuele merriehouder: bij de paringskeuze wordt het inteeltpercentage van fictieve nakomelingen berekend, waarbij de merrie fictief wordt gepaard met elke beschikbare dekhengst. Een dekhengst met lagere verwantschap tot de merrie resulteert in een nakomeling met een lagere inteeltpercentage;
- Bij de beslissing om een hengst te selecteren de gemiddelde verwantschap tot de populatie meenemen in de afweging, dat is positief discrimineren;
- Het uitbreiden van de genenbank collectie voor het Nederlands Trekpaard, bij voorkeur met hengsten met een lage verwantschap met de populatie, om genetische diversiteit veilig te stellen;
- Het geven van voorlichting over inteelt en de mogelijke gevolgen ervan om bewustwording te vergroten;
- Meer uitwisseling van paarden met de Belgische Trekpaardenpopulatie zou kunnen bijdragen aan het terugdringen van de inteelttoename. Om de waarde hiervan te kunnen vaststellen, is vervolgonderzoek nodig waarin beide populaties worden meegenomen;
- Het vergroten van de fokpopulatie door meer mensen te interesseren voor de fokkerij en daarmee het aantal geboren veulens (die op latere leeftijd worden ingezet in de fokkerij) per jaar te verhogen.

---

## 6.4 Advies aanvulling genenbank collectie Nederlands Trekpaard

Eind 2017 was sperma van 28 verschillende dekhengsten veiliggesteld in de genenbank, waarbij het aantal (inseminatie)doses sperma per hengst erg varieert. Voor het Nederlandse Trekpaardenras is nog onvoldoende materiaal opgeslagen in de genenbank om te spreken van een core collectie, een hoeveelheid hengsten én inseminatiedoses waarmee een ras weer gereconstrueerd kan worden in geval het *in situ* verdwenen is.

In totaal 67 dekhengsten werden geïdentificeerd die kandidaat zijn voor aanvulling van de genenbank collectie voor Nederlandse Trekpaarden. Verder was het aantal doses sperma van een aantal hengsten waarvan reeds sperma in de genenbank is veiliggesteld, soms beperkt. Aanvulling van het aantal doses sperma van deze hengsten behoorde ook tot de mogelijkheden voor uitbreiding van de collectie.

Een grote variatie in verwantschap tussen individuele dekhengsten en de (fok)merriepopulatie werd geobserveerd, waarbij dekhengsten met een lage verwantschap een interessante aanvulling van de genenbank collectie zouden kunnen vormen. Het programma *GenCont* selecteerde de volgende hengsten als waardevolle aanvulling van de collectie: Fonne van de Stock, Unik de Lichereau, Condor van de Bouwhoeve, Stan van Malderen van Vlaams Brabant, Amigo van Sluishoek, Falco van Waardzicht, Bart van Wienenhof (reeds materiaal in de genenbank), Bram van de Ruiting (reeds materiaal in de genenbank), Gillis van de Heirhoeve (reeds materiaal in de genenbank), Lars van de Doore Plas (reeds materiaal in de genenbank), Marius van Luchteren (reeds materiaal in de genenbank), Paul van t Clerckshof (reeds materiaal in de genenbank) en Tomba van de Kannelust (reeds materiaal in de genenbank). In 2018 zijn de eigenaren van deze hengsten benaderd met de vraag of ze sperma van hun hengst(en) willen afstaan en daarmee veiligstellen in de genenbank.

---

# Literatuur

- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. *In vivo* conservation of animal genetic resources. FAO animal production and health guidelines nr. 14, Rome, ISSN 1810-0708.
- García, I.P.L., B.J. Ducro, M. Maurice-van Eijndhoven and S. Janssens. 2009. Estimating genetic diversity from pedigree analysis of the Dutch and Belgian populations of draught horses. Thesis Animal Breeding and Genetics, Animal Breeding and Genomics Centre, Wageningen University.
- Peerlings, J., T. van der Weerden and W. van Hoof. 2007. Het Trekpaard. ISBN 9789087400002, Roodbont | Agricultural Publishers, Zutphen.
- Sargolzaei, M., H. Iwaisaki and J.J. Colleau. 2006. CFC: a tool for monitoring genetic diversity. Proceedings of the 8<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 13-18 August 2006, Belo Horizonte, Brazil, Communication 27-28 (CD-ROM).
- SZH. 2018. <http://szh.nl/paarden/nederlands-Trekpaard/>, rasbeschrijving, geschiedenis en gebruik van het Nederlandse Trekpaard, website bezocht op 25-4-2018.
- de Weerd, M. en J.K. Oldenbroek. 2010. Het paard in Nederland. CGN rapport 17, <http://edepot.wur.nl/143551>
- Windig, J.J. en J.K. Oldenbroek. GenManSim, te downloaden via <http://www.genebankdata.cgn.wur.nl/GenManSim/GenManSim.html>



# Bijlage 1 Genenbank collectie Nederlands Trekpaard (status 2017)

De met identieke kleur gemarkeerde paarden vertegenwoordigen gedeelde (voor)ouders tussen de diverse dekhengsten waarvan materiaal is veiliggesteld in de genenbank.

Naam hengst	Identificatie genenbank	Geboortedatum	Aantal doses	Paardcode	Vader	Vader's vader	Moeder	Moeder's vader
Alex van t Goed ter Kaeksmete	2007/688	25-07-2007	3,0	P-059299	P-008659	P-005699	P-019900	P-005699
Baron van t Zeegat	S.257080.S	31-03-2002	16,0	P-007591	P-006848	P-005661	P-005584	P-004806
Bart van Wienenhof	528-005000-260034	13-04-2005	17,8	P-011271	P-005445	P-001369	P-003082	P-001306
Bram van de Ruiting	2009/2018	02-07-2007	34,7	P-018584	P-007591	P-006848	P-007202	P-000433
Dowan van Vrikhoven	528005000263459	21-07-2010	1,4	P-056684	P-011271	P-005445	P-006983	P-001099
Dylan van Hoeve Ruth	528005000263919	30-05-2011	2,0	P-058771	P-058770	P-058769	P-007118	P-005597
Eugeen van de Veldvoort	K.2916	30-04-1994	27,8	P-005732	P-004823	P-001323	P-005733	P-001323
Favoriet J van de Ruif	S.255124.K	09-05-1998	2,9	P-003369	P-001357	P-001754	P-001466	P-001279
Flor van t Cleihof	2009/454	28-04-2009	24,4	P-060569	P-018032	P-005699	P-060568	P-008659
Florian van t Rietenhof	2000/470	27-04-2000	20,7	P-009435	P-001553	P-001355	P-009436	P-001325
Gillis van de Heirhoeve	2000/74	26-04-2000	4,5	P-008443	P-006264	P-004297	P-008444	P-002097
Hannes van de Capreton	S.258851.S	23-03-2003	11,7	P-008697	P-000902	P-001407	P-003126	P-001336
Harry van de Bomlozeput	2004/804	11-03-2004	13,2	P-010888	P-007252	P-001553	P-007403	P-002657
Igor van den Ossenber	528005000263386	24-06-2010	1,6	P-056470	P-011091	P-008593	P-009942	P-004424
Lars van de Doore Plas	056006T20140456 B.S.	02-06-2014	3,1	P-064955	P-020477	P-001370	P-008561	P-009229
Lutteur van Wooldink	528-005000-262157	30-05-2008	11,6	P-019561	P-014950	P-008659	P-002477	P-001325
Marco van het Koyennehof	2007/698	05-06-2007	4,2	P-057279	P-019578	P-000172	P-057278	P-008232
Marius van Luchteren	056006T20140634 B.S.	01-03-2014	10,1	P-064983	P-020477	P-001370	P-064982	P-008659
Oscar van Wiene	S 255456 K	16-05-1999	56,4	P-004920	P-000602	P-001463	P-003709	P-001754
Otto van Brandevoort	K.2859	06-06-1989	51,6	P-001434	P-001288	P-001302	P-001273	P-001279
Paul van t Clerckshof	2008/346	20-04-2008	17,2	P-059643	P-057565	P-008413	P-059194	P-007252
Robert van t Clerckshof	2007/446	29-04-2007	8,1	P-059195	P-006952	P-001336	P-059194	P-007252
Roel van de Lindehoef	528-005000-260632	03-04-2006	15 tot 20	P-012835	P-001204	P-001270	P-008787	P-007342
Texas d'Aywiers	2008/154	15-07-2008	2,8	P-061912	P-005670	P-000149	P-061914	onbekend
Tomba van de Kannelust	528-005000-262896	29-05-2009	1,5	P-020952	P-012331	P-005699	P-007194	P-000433
Twan van de Schaijksehoek	528-005000260148	10-05-2005	17,2	P-011384	P-005762	P-006642	P-006051	P-003479
Udo van de Zaaidijk	528-0050002-62426	02-01-2009	5,8	P-020248	P-001370	P-001357	P-010823	P-010824
Zephir van Waardzicht	K.2902	02-04-1995	67,8	P-001475	P-001754	P-001272	P-001476	P-001383

## Bijlage 2 Verwantschap tussen de huidige (fok)populatie en kandidaat dekhengsten voor aanvulling van de genenbank collectie

Lichtblauw gemarkeerde hengsten zijn beschikbaar voor de dekdienst in 2017, hebben nog een beperkt aantal nakomelingen en zijn lager dan gemiddeld verwant aan de huidige (fok)populatie. Promotie van gebruik van deze hengsten zou kunnen bijdragen aan het inperken van de inteelttoenamen.

De hengsten zijn gesorteerd van minst (groen) tot meest (rood) verwant met de huidige (fok)populatie.

Naam	Hengst	Vader	Moeder	Dekdienst	Inteeltpercentage	Verwantschap met (fok)populatie	Aantal nakomelingen	Geboortedatum
Codex "te Zande"	P-001304	P-001195	P-001305	Voor 2017	0,21%	0,048	53	25-5-1994
Unik de Lichereau	P-060789	P-060788	P-060787	2017	0,60%	0,050	1	20-5-2009
Johan	P-001407	P-001404	P-001405	Voor 2017	0,18%	0,055	80	25-3-1986
Charmeur van 't Spreuwenhof	P-006852	P-000172	P-005267	Voor 2017	2,08%	0,062	54	14-5-2001
Max des Ballons	P-060580	P-008232	P-060579	Voor 2017	3,05%	0,064	0	24-3-2010
Jord van de Wijzend	P-058206	P-008015	P-011840	Voor 2017	6,15%	0,070	7	1-5-2011
Nero van Berkeldal	P-006872	P-000602	P-000088	Voor 2017	1,60%	0,074	29	5-5-2001
Jonas van Wilshof	P-002497	P-001369	P-002494	Voor 2017	3,45%	0,075	32	17-4-1998
Hepper Dilan	P-058770	P-058769	P-021351	Voor 2017	2,39%	0,076	36	28-7-2007
Falco van de Hogerduinen	P-005731	P-006642	P-000651	Voor 2017	0,90%	0,078	51	23-4-2000
Iwan van Wooldink	P-005762	P-006642	P-002477	Voor 2017	0,95%	0,079	92	5-4-2000
Johan van Hoeve Ruth	P-008760	P-001407	P-003047	Voor 2017	2,54%	0,082	4	18-5-2003
Condor van de Bouwhoeve	P-059646	P-059195	P-019377	2017	6,46%	0,087	36	9-3-2012
Stan van Malderen van Vlaams Brabant	P-063984	P-011750	P-063986	2017	2,51%	0,090	0	23-4-2013
Hepper Midas	P-057508	P-005812	P-057507	2017	2,89%	0,090	45	19-6-2005
Amigo van Sluishoek	P-010078	P-003523	P-006340	2017	3,62%	0,090	26	13-6-2004
Tim van de Wilgenhoeve	P-018598	P-005445	P-005139	2017	3,30%	0,093	39	21-6-2007
Jazz van de Vinkenbossen	P-063745	P-017787	P-020725	2018	4,19%	0,094	0	12-6-2015
Leander van de Boterhoeve	P-062933	P-057994	P-062935	2017	3,19%	0,095	9	10-5-2012
Zeus van Rupelmonde	P-011091	P-008593	P-011092	Voor 2017	3,55%	0,095	87	1-5-2003
Robin van de Heuvel	P-060574	P-057508	P-060573	Voor 2017	2,44%	0,097	11	9-6-2009
Falco van de Waardzicht	P-059912	P-058770	P-017897	2017	2,50%	0,097	34	7-6-2012

Naam						Verwantschap met		Aantal	
	Hengst	Vader	Moeder	Dekdienst	Inteeltpercentage	(fok)populatie	nakomelingen	Geboortedatum	
Landor van de Boterhoeve	P-061735	P-057994	P-061736	2017	3,56%	0,098	17	8-5-2011	
Piket van den Egelenberg	P-061738	P-018032	P-061739	Voor 2017	5,86%	0,098	0	8-4-2011	
Bram van Lieshof	P-058155	P-018584	P-007063	2017	3,47%	0,099	35	30-4-2011	
Willen van Hoeve Ruth	P-011459	P-010708	P-005422	Voor 2017	3,21%	0,100	3	21-5-2005	
Darko van de Koningshoek	P-017787	P-010824	P-017788	2017	3,55%	0,100	29	11-4-2005	
Fonne van de Stock	P-057093	P-005812	P-057161	2017	4,86%	0,100	14	29-2-2008	
Sam van de Vinkebossen	P-062745	P-060574	P-018697	2017	3,99%	0,101	0	16-4-2014	
Baron van "De Witte Hoeve"	P-012413	P-007806	P-007844	Voor 2017	3,64%	0,102	24	24-4-2006	
Cassanova van de Kannelust	P-060542	P-057508	P-007194	2017	4,72%	0,103	3	19-5-2012	
Dorus van de Molenhoeve	P-019189	P-011091	P-006975	Voor 2017	5,25%	0,104	0	14-4-2008	
Max van het Kleindal	P-062433	P-020952	P-010033	2017	4,90%	0,106	0	10-6-2014	
Zephyr van den Hoek	P-004895	P-001475	P-002113	Voor 2017	5,93%	0,106	14	16-3-1999	
Cupido van de Joseph-Hoeve	P-011416	P-000433	P-000915	Voor 2017	5,70%	0,107	37	10-5-2005	
Hector van Waardzicht	P-062223	P-011249	P-056530	2017	4,06%	0,108	0	15-4-2014	
Uniek van de Zaaidijk	P-063445	P-061735	P-020715	2018	5,47%	0,108	0	14-5-2015	
Norris van de Vinkenbossen	P-062747	P-060574	P-061545	2018	8,28%	0,109	0	23-5-2014	
Senateur van Hoeve de Eik	P-057726	P-057723	P-011358	Voor 2017	7,01%	0,109	12	20-4-2011	
Hardi van Pamel	P-010708	P-005699	P-010709	Voor 2017	2,95%	0,109	84	17-6-2001	
Star van Buitenkamp	P-004915	P-001454	P-002772	Voor 2017	5,06%	0,110	22	16-5-1999	
Tonic van Luchteren	P-019964	P-008653	P-019965	Voor 2017	4,30%	0,111	5	21-5-2006	
Gert uit de Biesbosch	P-063183	P-061735	P-011392	2018	4,88%	0,113	0	25-4-2015	
Wisky van de Klaverhoeve	P-011511	P-005762	P-002341	2017	3,55%	0,113	62	2-5-2005	
Pascal van de Lokkant	P-012421	P-001443	P-004882	Voor 2017	5,68%	0,113	11	17-4-2006	
Ratzinger van 't Rijkelfhof	P-018096	P-008653	P-018097	Voor 2017	3,81%	0,114	7	20-3-2005	
Guido van den Houwenberg	P-001653	P-001277	P-001351	Voor 2017	0,01%	0,114	29	11-4-1984	
Amigo van Strijtem van Vlaams Brabant	P-065237	P-065235	P-065236	2018	7,22%	0,115	3	18-4-2012	
Sjors van 't Lisje	P-019255	P-014950	P-002951	Voor 2017	5,09%	0,116	1	29-4-2008	
Tom van 't Broek	P-062140	P-020248	P-011546	2017	2,50%	0,117	0	25-4-2014	
Karel van de Korn	P-022467	P-012835	P-019844	2017	5,75%	0,117	9	10-4-2010	
Mette van 't Rijkelfhof	P-063865	P-020477	P-018738	2017	7,39%	0,118	8	15-5-2013	
Gilles van de Molenput	P-063956	P-020477	P-063955	2017	5,26%	0,119	25	17-5-2013	
Fabian van Luchteren	P-061840	P-013144	P-058441	Voor 2017	5,16%	0,119	0	20-5-2011	
Arthur van Wooldink	P-020950	P-014950	P-002477	2017	2,94%	0,120	26	15-6-2009	
Wilson van de Capreton	P-001473	P-001754	P-001472	Voor 2017	6,78%	0,121	68	18-4-1995	

Naam	Hengst	Vader	Moeder	Dekdienst	Inteeltpercentage	Verwantschap met (fok)populatie	Aantal nakomelingen	Geboortedatum
Pol van het Kruissewegje	P-012783	P-001370	P-001780	Voor 2017	5,15%	0,122	0	28-5-2006
Faro van 't Hof ter Riete	P-018848	P-008653	P-018849	Voor 2017	6,10%	0,122	39	26-4-2004
Gabor van Wooldink	P-059544	P-011249	P-002477	2017	7,04%	0,124	2	19-4-2012
Luuk van Wooldink	P-057899	P-014950	P-018274	Voor 2017	4,84%	0,124	0	4-5-2011
Thor van de Kerkeveldhoeve	P-064880	P-020477	P-061793	2017	6,48%	0,126	0	1-5-2014
Jules van de Vendoorn	P-064970	P-061658	P-064969	2018	9,95%	0,126	0	15-6-2014
Tim van de Lindehoef	P-018159	P-009435	P-002693	Voor 2017	7,15%	0,127	6	12-5-2007
Deja Vu van Waardzicht	P-063550	P-009435	P-008106	2018	4,63%	0,127	0	2-7-2015
Bram van de Bouwhoeve	P-059648	P-012323	P-019163	Voor 2017	5,96%	0,127	0	15-3-2012
Tinus van de Aardenhof	P-018049	P-009435	P-008565	Voor 2017	2,27%	0,129	6	2-5-2007
Gaston van de Bouwhoeve	P-009650	P-001370	P-005793	Voor 2017	2,48%	0,130	21	21-4-2004
Bonarius van 't Zand	P-013144	P-005860	P-006291	2017	8,69%	0,131	57	21-5-2006
Bienvenu van Waardzicht	P-019139	P-009435	P-008106	2017	4,63%	0,132	71	14-3-2008
Jannes van de Kouwehof	P-057821	P-012835	P-007123	2017	5,10%	0,132	48	29-4-2011
Siem van de Dekkershoef	P-059408	P-011249	P-019054	2017	6,51%	0,136	46	4-4-2012
Gamin van de Lindehoef	P-011249	P-009435	P-002693	2017	7,15%	0,137	125	10-4-2005
Louis van de Houtsberg	P-062143	P-012835	P-005689	2017	7,53%	0,137	0	29-4-2014
Sidonius van 't Zand	P-008147	P-001370	P-006060	Voor 2017	8,83%	0,144	67	3-5-2002

## Bijlage 3 Verwantschap tussen de huidige (fok)populatie en hengsten waarvan reeds sperma is opgeslagen in de genenbank

De hengsten staan gesorteerd van minst (groen) tot meest (rood) verwant met de (fok)populatie.

Naam	Hengst	Vader	Moeder	Dekdienst	Inteeltpercentage	Verwantschap met (fok)merriepopulatie	Aantal nakomelingen	Geboortedatum
Eugeen van de Veldvoort	P-005732	P-004823	P-005733	Voor 2017	13,64%	0,029	53	30-04-1994
Texas d'Aywiers	P-061912	P-005670	P-061914	Voor 2017	0%	0,048	0	15-07-2008
Harry van de Bomlozeput	P-010888	P-007252	P-007403	Voor 2017	2,06%	0,051	49	11-03-2004
Twan van de Schaijksehoek	P-011384	P-005762	P-006051	Voor 2017	0,66%	0,058	42	10-05-2005
Baron van t Zeegat	P-007591	P-006848	P-005584	Voor 2017	0,80%	0,061	304	31-03-2002
Marco van het Koyennehof	P-057279	P-019578	P-057278	Voor 2017	3,04%	0,066	35	05-06-2007
Hannes van de Capreton	P-008697	P-000902	P-003126	2017	2,78%	0,067	111	23-03-2003
Gillis van de Heirhoeve	P-008443	P-006264	P-008444	2017	2,91%	0,068	84	26-04-2000
Paul van t Clerckshof	P-059643	P-057565	P-059194	2017	1,23%	0,081	50	20-04-2008
Dylan van Hoeve Ruth	P-058771	P-058770	P-007118	Voor 2017	2,42%	0,083	2	30-05-2011
Bart van Wienehof	P-011271	P-005445	P-003082	2017	2,34%	0,085	211	13-04-2005
Igor van den Ossenber	P-056470	P-011091	P-009942	Voor 2017	4,15%	0,087	19	24-06-2010
Robert van t Clerckshof	P-059195	P-006952	P-059194	2017	1,93%	0,092	111	29-04-2007
Bram van de Ruiting	P-018584	P-007591	P-007202	Onbekend	1,71%	0,096	47	02-07-2007
Oscar van Wiene	P-004920	P-000602	P-003709	Voor 2017	1,25%	0,097	120	16-05-1999
Dowan van Vriikhoven	P-056684	P-011271	P-006983	Voor 2017	2,97%	0,103	44	21-07-2010
Otto van Brandevoort	P-001434	P-001288	P-001273	Voor 2017	0,04%	0,103	181	06-06-1989
Lars van de Doore Plas	P-064955	P-020477	P-008561	2017	3,70%	0,106	0	02-06-2014
Florian van t Rietenhof	P-009435	P-001553	P-009436	2017	3,64%	0,111	209	27-04-2000
Flor van t Cleihof	P-060569	P-018032	P-060568	2017	10,95%	0,115	11	28-04-2009
Zephir van Waardzicht	P-001475	P-001754	P-001476	Onbekend	4,11%	0,118	86	02-04-1995
Marius van Luchteren	P-064983	P-020477	P-064982	2017	4,48%	0,122	0	01-03-2014
Lutteur van Wooldink	P-019561	P-014950	P-002477	2017	2,94%	0,122	71	30-05-2008
Tomba van de Kannelust	P-020952	P-012331	P-007194	2017	7,41%	0,126	39	29-05-2009

Naam	Hengst	Vader	Moeder	Dekdienst	Inteeltpercentage	Verwantschap met (fok)merriepopulatie	Aantal nakomelingen	Geboortedatum
Favoriet J van de Ruif	P-003369	P-001357	P-001466	Voor 2017	8,07%	0,132	17	09-05-1998
Alex van t Goed ter Kaeksmete	P-059299	P-008653	P-019900	Voor 2017	15,74%	0,136	0	25-07-2007
Udo van de Zaaidijk	P-020248	P-001370	P-010823	Voor 2017	5,34%	0,153	163	02-01-2009
Roel van de Lindehoef			P-008787					
	P-012835	P-001204		Voor 2017	6,98%	0,156	200	03-04-2006



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

CGN  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
cgn@wur.nl  
www.wur.nl/cgn

Wageningen University & Research  
CGN rapport 41

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

