



Advies voor genetisch beheer van de Bonte Bentheimer populatie in Nederland

Jack Windig en Rita Hoving



CGN Rapport 28

Advies voor genetisch beheer van de Bonte Bentheimer populatie in Nederland

Jack Windig en Rita Hoving

Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen
Wageningen UR (University & Research centre)
Augustus 2013

CGN Rapport 28

© 2013 Lelystad, CGN/Stichting DLO

Alle rechten voorbehouden. Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

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

Foto omslag verkregen van N.J. Meersma- Antonis van de Vereniging Het Nederlandse Bonte Bentheimer Landvarken

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door het Ministerie van Economische Zaken (WOT-03-436-048).

ISSN 1570 - 8616

Centrum voor Genetische Bronnen Nederland

Het Centrum voor Genetische Bronnen, Nederland (CGN) voert namens de Nederlandse overheid wettelijke onderzoekstaken (WOT) uit die verband houden met de genetische diversiteit en identiteit van soorten die van belang zijn voor de landbouw en bosbouw. Het CGN is een onafhankelijke onderzoekseenheid binnen de Stichting DLO die de overheid ondersteunt bij de uitvoering van wet- en regelgeving. De cluster dierlijke genetische bronnen van CGN richt zich op behoud en bevordering van duurzaam gebruik van genetische diversiteit in landbouwhuisdieren.

Adres : Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad
: Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Tel. : 0320 23 82 51
E-mail : cgn@wur.nl
Internet : www.cgn.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Achtergrondinformatie	5
2.1 Inteelt en verwantschap	5
2.2 Fokdoel en opzet fokprogramma	6
3. De Nederlandse populatie	7
3.1 Geregistreerde dieren	7
3.2 Huidige inteelt en verwantschap	7
3.3 Te verwachten inteelttoename	8
3.3.1 Geen gebruik KI beer of dieren van buiten populatie	8
3.3.2 Gebruik KI beer	9
3.3.3 KI beer uit Nederlandse populatie	10
3.3.4 KI beer van buiten de Nederlandse populatie	12
4. Conclusies en advies	13
5. Literatuur	15

Samenvatting

De Bonte Bentheimer heeft in Nederland een kleine populatieomvang. In kleine rassen kan inteelt voor grote problemen zorgen en dus is een goed fokbeleid nodig om een te sterke inteelttoename te voorkomen. In Nederland bestaat de populatie uit ongeveer 10-15 fokberen en 40-50 fokzeugen. Dit is niet voldoende om de inteelttoename laag genoeg te houden. Als alleen met deze dieren gefokt wordt komt de inteelttoename uit op bijna 2% per generatie, terwijl gestreefd moet worden naar een inteelttoename van onder 0,5% per generatie. Inzet van een KI-beer, beschikbaar voor de hele populatie, kan een stimulans voor de fokkerij zijn, maar bij veel gebruik ook leiden tot veel verwantschap en een te hoge inteelttoename. Computersimulaties laten zien dat bij gebruik van een verwante KI-beer uit de eigen populatie voor 4 jaar of langer en zonder restricties, de inteelttoename tot rond de 5% oploopt. Als echter een relatief onverwante KI beer gebruikt wordt voor maximaal 2 jaar dan kan de inteelttoename beperkt worden tot rond de 0,3%. Het advies is om bij het selecteren van een beer voor de KI, er voor te zorgen dat deze zo min mogelijk verwant is aan de huidige populatie. Dit kan door deze uit Duitsland te halen, uit de groep van niet geregistreerde dieren in Nederland, of door een beer uit de Nederlandse populatie te kiezen met weinig of geen verwanten in de huidige populatie.

1. Inleiding

De Bonte Bentheimer is een varkensras waarvan in Nederland een kleine populatie wordt gehouden. Bij kleine populaties is er een groot risico op een te hoge inteelt en daarmee samenhangende erfelijke aandoeningen. Om dit risico zo laag mogelijk te houden is een goed beheer noodzakelijk. In dit onderzoek is de Nederlandse populatie geanalyseerd en gekeken wat de verwachte inteelttoename op de lange termijn is bij verschillend beleid. Met name is, op verzoek van het stamboek, gekeken naar de inzet van een KI-beer; welke beren komen hiervoor in aanmerking en hoeveel nakomelingen zou deze beer mogen voortbrengen met het oog op inteelt. In totaal staan er 302 dieren (inclusief voorouders) in het stamboek.

CGN ondersteunt stamboeken of rasverenigingen van zeldzame rassen via opslag van sperma in de genenbank en middels populatie-analyses en adviezen voor besturen van stamboeken.

2. Achtergrondinformatie

In dit hoofdstuk wordt uitleg gegeven over de fokkerijtheorie.

2.1 Inteelt en verwantschap

Verwantschap

Wanneer je twee stambomen vergelijkt, komen daar soms dezelfde voorouders in voor. De mate van overeenkomst in voorouders bepaalt de verwantschap tussen twee dieren. Wanneer van een ras maar weinig dieren voorkomen of in het verleden voorgekomen zijn, kom je wanneer je een stamboom bekijkt, al snel dezelfde voorouders tegen. Wanneer je in een stamboom teruggaat (en het aantal voorouders per generatie met een factor twee toeneemt) wordt het aantal voorouders al snel groter dan het aantal dieren dat toen van een ras aanwezig was. In een ras met weinig dieren, is de verwantschap tussen de dieren dus al snel groot. Dieren die aan elkaar verwant zijn omdat ze één of meerdere voorouders gemeenschappelijk hebben, hebben ook voor een deel de erfelijke eigenschappen van die voorouders gemeenschappelijk.

Inteelt

Inteelt ontstaat wanneer twee dieren met elkaar gepaard worden die aan elkaar verwant zijn. De mate van inteelt van een dier wordt bepaald door de mate van verwantschap van de ouders: de inteeltcoëfficiënt van een dier is gelijk aan de helft van de verwantschapscoëfficiënt van de ouders. Door inteelt stijgt de homozygotie (= het allel van een gen dat van de vader afkomstig is is identiek aan het allel dat van de moeder afkomstig is), omdat ze van dezelfde voorouder afkomstig zijn. Wanneer dat allelen zijn met een gunstig effect op het functioneren van het dier is dit geen enkel probleem. Maar elk dier draagt ook een aantal allelen met zich mee die in een homozygoot genotype tot erfelijke afwijkingen leiden. Dit laatste is een belangrijke reden om inteelt zoveel mogelijk te voorkomen. Daarnaast vertonen ingeteelde dieren nog al eens verschijnselen van inteeltdepressie: ze zijn bijv. meer vatbaar voor ziekten en zijn minder vruchtbaar.

Toename in inteelt en verwantschap

Wanneer de inteelt in een ras snel toeneemt over generaties, zijn de negatieve gevolgen van inteelt niet weg te werken door selectie. Onderzoek wijst uit dat er zeker een actief fokbeleid om de inteelt terug te dringen nodig is, wanneer de inteelttoename per generatie hoger is dan 1 procent. Als in een ras bij de keuze van de ouders de verwantschap geen rol speelt, is de toename van de inteelt en de verwantschap gelijk aan elkaar. Wanneer er bewust ingeteeld wordt, neemt de inteelt sneller toe dan de verwantschap. Wanneer er bewust zo min mogelijk aan elkaar verwante dieren worden gepaard, is de toename in inteelt lager dan de toename in verwantschap. De toename in verwantschap geeft aan in hoeverre in de komende generaties de inteelttoename te vermijden is.

Risico's van inteelt

Boven de 1 % inteelttoename per generatie loopt een ras de kans uit te sterven: er zijn teveel risico's door inteelt, erfelijke aandoeningen manifesteren zich en er is een opeenstapeling van nadelige effecten te verwachten op vruchtbaarheid, gezondheid en levensduur. Om een ras gezond te houden is het verstandig om ver uit de buurt van 1% te blijven en de inteelttoename te beperken tot 0,5% of lager.

2.2 Fokdoel en opzet fokprogramma

Fokprogramma

Een fokprogramma is gericht op een fokdoel. Het fokdoel beschrijft hoe het ideale varken er voor de fokkers uitziet, en waaraan de varkens moeten voldoen. In een fokprogramma worden die dieren voor de fok geselecteerd die het beste voldoen aan het fokdoel. Hiervoor is nodig dat de kenmerken zoals beschreven in het fokdoel geregistreerd worden bij zoveel mogelijk dieren. Verder is het van belang om als rasvereniging aan te geven hoeveel beren en zeugen er geselecteerd worden voor de fokkerij en een gelijkmatige inzet van beren te bevorderen om te voorkomen dat de verwantschap te sterk gaat toenemen.

Aandachtspunten fokdoel

Met een fokdoel staat of valt een fokprogramma. Het fokdoel dient niet alleen over zaken als uiterlijk of productie te gaan, maar ook over zaken als gedrag en gezondheid. Een te nauw fokdoel kan voor problemen zorgen. Als er bijvoorbeeld geen aandacht is voor gezondheid en levensvatbaarheid in het fokdoel, kan het dierenwelzijn lijden onder de fokkerij. Een goed fokdoel is in overeenstemming met het gebruiksdoel. Worden varkens bijvoorbeeld vooral hobbymatig buiten gehouden dan dient het fokdoel anders te zijn als varkens voor de productie binnen worden gehouden. Verder is van belang dat de kenmerken in het fokdoel betrouwbaar gemeten kunnen worden en dat deze kenmerken in voldoende mate erfelijke verschillen tonen.

Registreren en selecteren

Wanneer het fokdoel is vastgesteld kan een fokprogramma in gang worden gezet. Een eerste vereiste is dat de kenmerken in het fokdoel worden gemeten, en vastgelegd. De waarde van de selectiecriteria dient bekend te zijn bij de fokkers op het moment van selectie. Verder is het van belang dat de fokkers ook achteraf kunnen zien wat hun keuze van fokdieren heeft gehad voor de verschillende kenmerken, zodat ze kunnen zien of ze de juiste keuze hebben gemaakt. Het verdient aanbeveling om het aantal selectiecriteria niet te groot te maken, en in een fokprogramma alleen die criteria op te nemen die er echt toe doen. Anders is de vooruitgang per kenmerk gering.

Risico op inteelt door selectie

Het risico bestaat dat door een fokprogramma de inteelt te sterk toeneemt. Allereerst is van belang om genoeg dieren te gebruiken in de fokkerij. Als echter door te strenge selectie slechts dieren uit één of enkele families worden geselecteerd dan kan dit nog leiden tot te veel inteelt. Door bijvoorbeeld het aantal nakomelingen per beer die later in de fokkerij gebruikt gaan worden te beperken kan de inteelttoename worden beperkt. Er bestaan geavanceerde computerprogramma's die precies kunnen uitrekenen hoeveel welke dieren gebruikt moeten worden om zoveel mogelijk vooruitgang in het fokdoel te verwezenlijken terwijl de inteelttoename beperkt blijft. Voorwaarde is wel dat alle verwantschappen en kenmerken zijn vastgelegd aan grote groepen dieren.

3. De Nederlandse populatie

3.1 Geregistreerde dieren

In Nederland worden de Bonte Bentheimers geregistreerd door het stamboek in Zooeasy. De fokpopulatie bestaat uit 10-15 fokberen en 40-50 fokzeugen. Per geboortjaar worden er tussen de 30 en 45 varkens geregistreerd (Figuur 1). Niet alle Nederlandse dieren worden geregistreerd, en daarnaast is er een grotere populatie in Duitsland. Dit betekent dat er altijd minder verwante dieren kunnen worden geïmporteerd van buiten de geregistreerde populatie, en op die manier de verwantschap en inteelt kunnen worden verminderd. Van de wel geregistreerde populatie zijn de afstammingsgegevens bijgehouden en van de dieren in 2012 geboren zijn 4 tot 6 generaties voorouders bekend.



Figuur 1. Aantal varkens geregistreerd per geboortjaar in het stamboek.

3.2 Huidige inteelt en verwantschap

De huidige dieren in het stamboek zijn niet of nauwelijks ingeteeld, gegeven de 4 tot 6 generaties voorouders die bekend zijn. Van de 39 in 2012 en 2013 geboren dieren zijn er 4 met een inteeltcoëfficiënt van 1.56% ($=1/64$); alle overige dieren zijn niet ingeteeld. De verwantschap is wel hoger. Een klein aantal voorouders ligt aan de basis van de huidige dieren (Tabel 1) en hierdoor zijn de meeste dieren aan elkaar verwant. Zes beren zijn vader van meer dan 50% van de dieren geregistreerd in het stamboek. De gemiddelde verwantschapsgraad van de dieren die in 2012 en 2013 zijn geboren is 14.1%, wat betekent dat de verwachte inteelt van hun nakomelingen 7.1% is. Voorwaarde is wel dat elk dier evenveel wordt ingezet.

In de praktijk kan de inteelt harder oplopen als slechts enkele dieren worden ingezet, of minder hard als bijvoorbeeld het paren van meer verwante dieren wordt vermeden. Worden bijvoorbeeld paringen tussen volle boers en zussen uitgesloten dan is de verwachte inteelt van de volgende generatie 4.8%. Een dergelijke inteelttoename is hoog. Het algemene advies is om de inteelttoename niet meer te laten oplopen dan 0.5% per generatie. Dit houdt dus in dat als er geen dieren van buiten de populatie worden gebruikt, dus uitsluitend gefokt wordt met dieren die nu geregistreerd zijn bij het stamboek, de inteelt te hard gaat oplopen.

Tabel 1. Dieren met meer dan 16 nakomelingen in het stamboek. Per dier is het aantal malen aangegeven dat hij vader is van een dier geregistreerd in het stamboek, of dat zij moeder is van een dier geregistreerd in het stamboek.

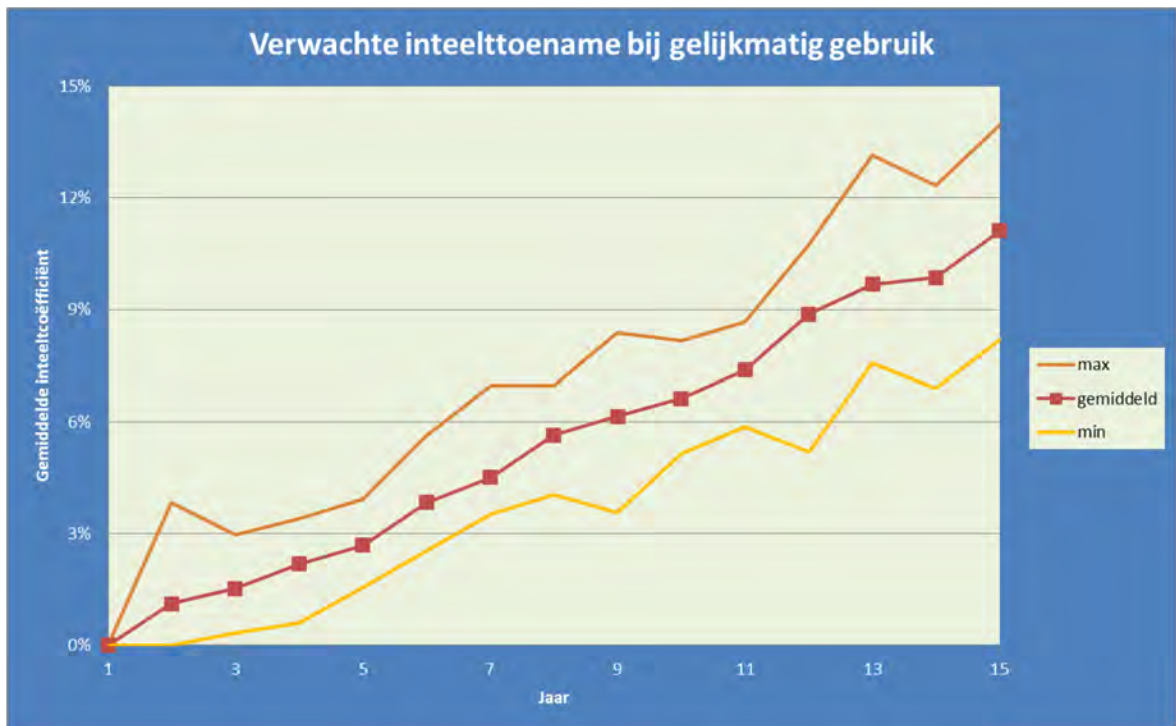
Beren			Zeugen		
Naam	Registratie nummer	Aantal nakomelingen	Naam	Registratie nummer	Aantal nakomelingen
Silo	BB 1199/51	23	Okki	NEZ 1315/17	32
Kuddel	BB 1255/55	43	O-Boti	2246329/010	18
Kentucky	BB 1631	29			
H-Rambo	BB 4060/56	36			
Hans Worst	NEZ 1246/5	27			
Kukki	NL 02045	16			

3.3 Te verwachten inteelttoename

Om te bepalen hoe de inteelt zich zou kunnen ontwikkelen is een populatie van vergelijkbare omvang in de computer gesimuleerd. Uitgegaan is van een fokpopulatie van 50 zeugen en 12 beren, met jaarlijks 40 tomen en een inzet van beren van 1 tot 4 jaar. De populatie is voor de komende 15 jaar gesimuleerd, en de simulatie is 10 maal herhaald om een indruk te krijgen van de mogelijke variatie. De gemiddelde verwantschap en inteelt bij de start is op 0 gesteld, zodat alleen rekening wordt gehouden met het beleid in de toekomst. Omdat dieren nu al meer of minder aan elkaar verwant zijn, kan door het kiezen van dieren voor de fokkerij op grond van hun huidige verwantschap de inteelt nog verder beïnvloed worden.

3.3.1 Geen gebruik KI beer of dieren van buiten populatie

Allereerst is gekeken wat de inteelt zou zijn als er alleen gefokt gaat worden met in Nederland geregistreerde dieren. Uitgegaan is dat alle beren gelijkmatig gebruikt worden, dus elke beer een even grote kans heeft op nakomelingen. In dat geval kan de gemiddelde inteeltcoëfficiënt oplopen tot rond de 10% over 15 jaar (Figuur 2). Omgerekend komt dit neer op een inteelttoename op generatiebasis van gemiddeld 1.9% met een maximum van 2%. Omdat dit ruim boven de norm van 0.5% ligt, houdt dit in dat fokken met alleen de huidige geregistreerde dieren niet duurzaam is. Uitbreiding van de populatie en aanvoer van dieren van buiten de populatie (bijv. uit Duitsland) blijft dus nodig.



Figuur 2. Verwachte inteelt in de toekomst op grond van computersimulaties. Uitgegaan is van gelijkmatig gebruik van beren binnen de Nederlandse populatie zonder aanvoer van buiten de populatie.

3.3.2 Gebruik KI beer

Door het inzetten van een beer in de KI kan een beer van goede kwaliteit bereikbaar worden voor alle fokkers. Een risico is dat als deze beer te veel gebruikt wordt de inteelt te hoog kan oplopen. De volgende punten zijn van belang:

- De KI-beer dient zo min mogelijk verwant te zijn aan de huidige populatie
- Hij dient niet te lang te worden ingezet
- Hij moet ook niet een te groot gedeelte van de populatie te dekken

Van alle beschikbare beren (dus nu geregistreerd in Nederland) is de gemiddelde verwantschap berekend met de dieren geboren in 2012 en 2013 (Tabel 2). Hoe lager deze gemiddelde verwantschap is hoe minder de inteelt zal oplopen als deze beer veel wordt ingezet.

De beer Hidde die nu ingezet wordt in de KI is, tenminste vanuit het oogpunt van inteeltbeheer, een goede keuze. Deze beer is niet verwant aan de dieren geboren in 2012 en 2013. Zijn nakomelingen zullen dus niet ingeteeld zijn. Dieren als H-Rambo en Kukki die al veel ingezet zijn (Tabel 1), maar ook Hulk dienen niet ingezet te worden, omdat deze vaak nauw verwant zijn met veel dieren geboren in 2012 en 2013. Hans Wurst heeft een lage verwantschap met de dieren geboren in 2012 en 2013, ondanks dat hij in het verleden veel is ingezet. Als we naar dieren kijken geboren in 2011 dan is zijn verwantschap echter wel hoog. Mogelijk dat de nakomelingen van deze dieren geboren na 2011 (nog?) niet geregistreerd zijn.

Tabel 2. Gemiddelde verwantschap van de op dit moment beschikbare beren met de dieren geboren in 2012 en 2013.

Naam	Reigistratienummer	Gemiddelde verwantschap 2012 -2013
Hidde	BB 4213/32	0.0%
Stijn	BB 4272/4	1.3%
Hans Wurst	NEZ 1246/5	1.9%
Koen	BB 4301-12	3.6%
Kobus	BB 4301-11	3.6%
S-Eddy	BB 4158/XX	3.8%
Karel	BB 4178/8	4.5%
Koos	BB 4178/11	6.4%
Klaas van de Hornsjilde	6418351/0002	6.8%
Klap	6148351/226	6.8%
Kamiel	6148351/113	6.8%
Kentucky	BB 1631	7.2%
Kees	6130723-008	12.5%
Koos (Vegte)	6130723-007	12.5%
Hamber	6172499-0007	13.8%
Haribo	6172499-0002	13.8%
Kuddel	BB 1255 / 55	16.7%
Huub	6196626	16.8%
Harm	6196660003	17.6%
Kukki	NL02054	18.3%
H-Rambo	BB 4060/56	21.8%
Hulk	2246329-042	22.7%

3.3.3 KI beer uit Nederlandse populatie

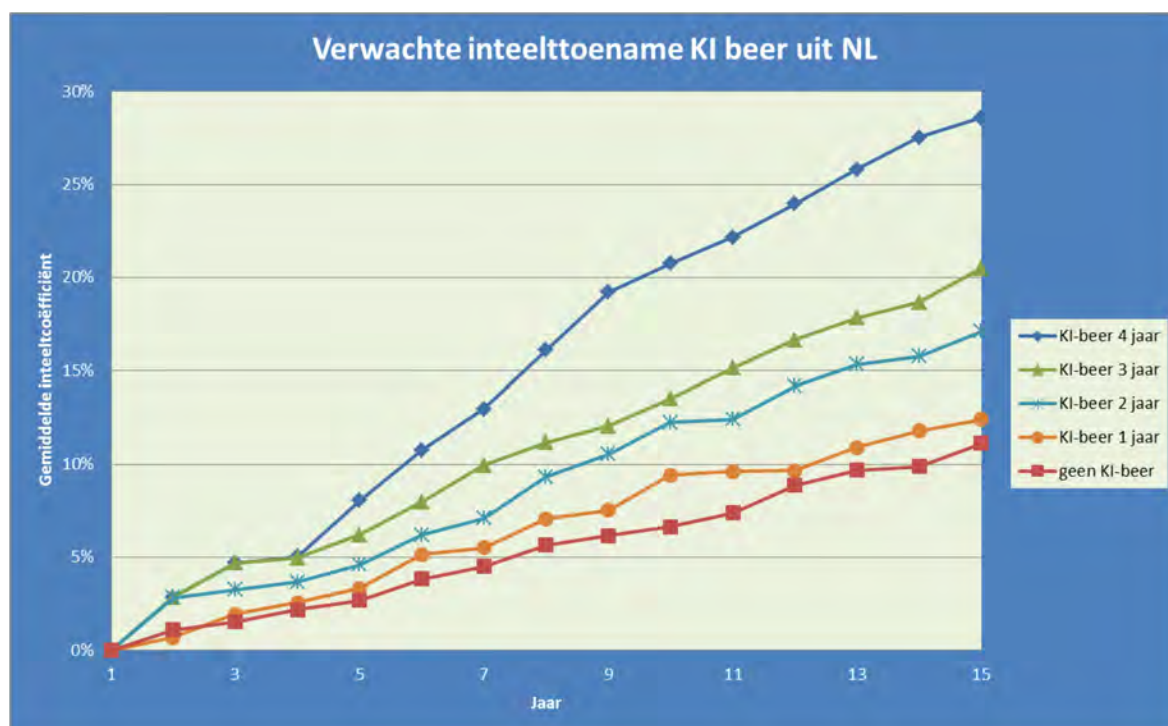
Om te bepalen wat de te verwachte inteelttoename is bij gebruik van een KI beer zijn opnieuw computersimulaties uitgevoerd. Hierbij is van dezelfde opzet uitgegaan als bij de simulaties voor gelijkmatig gebruik, met het verschil dat de KI beer 50% van de dekkingen per jaar verzorgt, en de overige dekkingen gelijkmatig over de andere beren verdeeld zijn. De KI beer wordt na zijn werkzame leven steeds vervangen door een andere KI beer uit de Nederlandse populatie. Dit kan dus weer een zoon van de KI beer zijn, met 50% kans.

Vier verschillende opties wat betreft mate van inzet zijn gesimuleerd. De eerste is dat er geen restricties op het gebruik van de beer zijn, dat wil zeggen elk jaar wordt de beer op 20 zeugen ingezet en de beer kan maximaal 4 jaar in de fokkerij worden gebruikt. Bij de andere drie simulaties zijn het aantal dekkingen van de KI beer beperkt tot respectievelijk 20, 40 en 60 over zijn hele leven, wat neerkomt op 1, 2 en 3 jaar.

Tabel 3. *Verwachte inteelttoename per generatie bij verschillend gebruik van beren.*

Gebruik beren	Inteelttoename / generatie (gemiddeld in populatie)		
	Gemiddeld over simulaties	Minimum	Maximum
Geen KI beer			
Gelijkmatig gebruik	1.9%	1.7%	2.0%
KI beer uit eigen populatie met 50% van de dekkingen			
1 jaar (20 dekkingen)	2.3%	1.9%	2.9%
2 jaar (40 dekkingen)	3.0%	2.8%	3.3%
3 jaar (60 dekkingen)	3.9%	2.9%	5.4%
4 jaar (geen restricties)	5.1%	3.9%	5.8%
Onverwante KI beer van buiten de populatie			
2 jaar (20 dekkingen)	0.5%	0.3%	0.7%
4 jaar (geen restricties)	1.0%	0.5%	1.3%

Bij inzet van een KI-beer uit de eigen populatie loopt de inteelt harder op dan bij gelijkmatig gebruik van alle beren in de populatie (Tabel 3, Figuur 3). Als geen restricties worden opgelegd kan de inteelttoename op generatiebasis oplopen tot 5.8% wat onaanvaardbaar hoog is. Maar ook bij het beperken van de inzet van de KI-beer tot steeds 1 jaar loopt de inteelt met 2.3% per generatie te hoog op. Het is dus van belang om te zorgen dat de KI-beer minder verwant is, en van buiten de populatie aangevoerd kan worden.

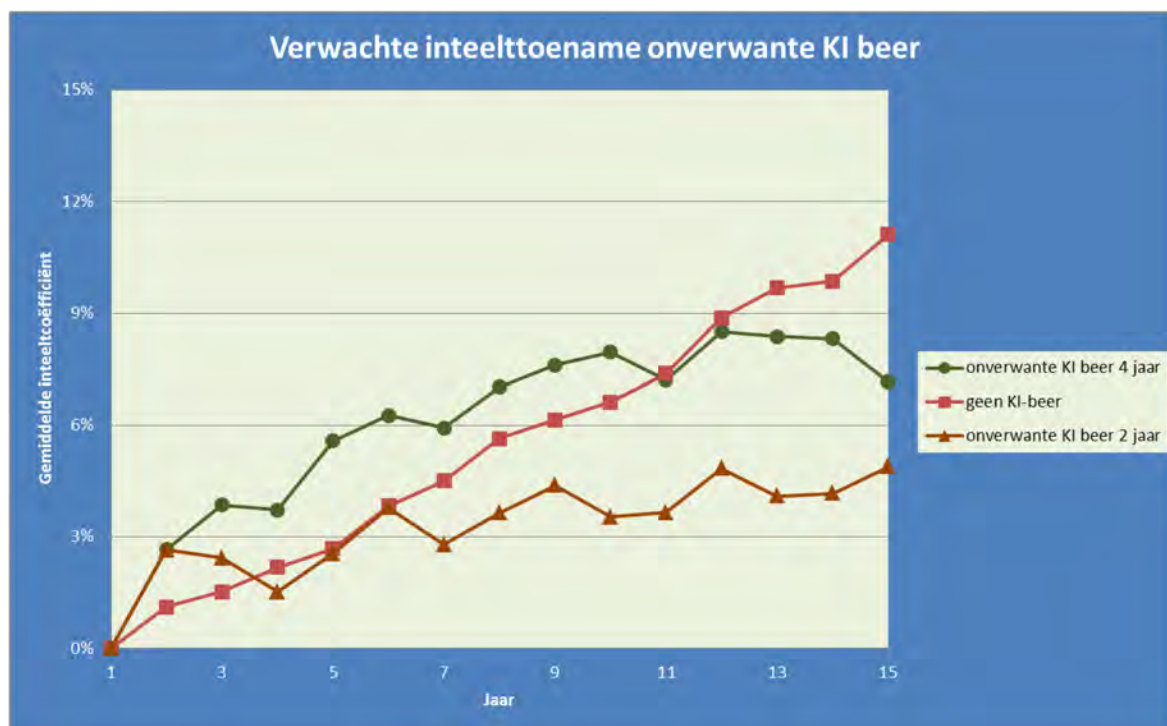


Figuur 3. *Verwachte inteelt in de toekomst op grond van computersimulaties. Uitgegaan is van een KI-beer die 50% van de zeugen dekt en een gelijkmatig gebruik van beren de overige beren binnen de Nederlandse populatie zonder aanvoer van buiten de populatie.*

3.3.4 KI beer van buiten de Nederlandse populatie

De volgende simulaties zijn uitgevoerd met een KI-beer die steeds onverwant is aan de dieren in de Nederlandse populatie. Hierbij wordt er van uitgegaan dat elke keer als een nieuwe beer wordt aangemerkt als KI beer deze geen gemeenschappelijke voorouder heeft met enig ander dier in de populatie (en bijvoorbeeld uit Duitsland is aangevoerd, vergelijkbaar met de beer Hidde).

In dit geval loopt de inteelt en verwantschap nog steeds op, omdat niet alle zeugen door de onverwante KI beer gedekt worden en omdat de zeugen zelf wel aan elkaar verwant zijn (Figuur 4). De inteelttoename is echter wel een stuk minder dan gebruik van KI beren uit de Nederlandse populatie. Als de KI-beer zonder restricties wordt ingezet komt de inteelttoename neer op 1.0% bij beperking tot 2 jaar op 0.5% wat uit het oogpunt van inteeltbeheer aanvaardbaar is.



Figuur 4. Verwachte inteelt in de toekomst op grond van computersimulaties. Uitgegaan is van een onverwante KI-beer die 50% van de zeugen dekt en een gelijkmatig gebruik van beren de overige beren binnen de Nederlandse populatie.

4. Conclusies en advies

De Nederlandse populatie, hier opgevat als de in Zoo-easy geregistreerde dieren, is op zich zelf te klein voor een duurzaam genetisch beheer. Als de fokkerij beperkt wordt tot de in Nederland geregistreerde dieren zal de inteelt te hoog oplopen. Het is dus zaak om de fokdieren te rekruteren uit meer dieren dan de nu in ZooEasy geregistreerde dieren alleen. Aan de ene kant kan dit door meer dieren te registreren, aan de andere kant door dieren uit Duitsland te halen. Voor een analyse van de Duitse populatie zie Kolk e.a. 2006 en Biermann e.a. 2013.

Gebruik van een KI beer kan de inteelt nog verder doen oplopen als deze KI-beer uit de eigen populatie wordt gekozen. Wordt echter een onverwante KI-beer gebruikt dan kan deze juist de inteelttoename beperken. Bij het selecteren van een beer voor de KI, moet er voor gezorgd worden dat deze zo min mogelijk verwant is aan de huidige populatie. Eerste optie is het zoeken van een beer van buiten de nu geregistreerde dieren. Belangrijk is dat er voldoende voorouders (minstens 4 generaties) bekend zijn om een hoge verwantschap met de huidige dieren te kunnen uitsluiten. Als geen beer beschikbaar is van buiten de geregistreerde dieren dan kan een nakomeling van een beer en een zeug met een lage verwantschap met alle andere dieren in het ras worden gekozen (voor beren zie Tabel 2). Door het beperken van de inzet van de KI-beer tot maximaal de helft van de zeugen, voor maximaal 2 jaar, kan de inteelttoename tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht.

5. Literatur

- Cora Kolk Gen. Sundag, Jörn Wrede Und Ottmar Distl
Arch. Tierz., Dummerstorf 49 (2006) 5, 447-461
Aus dem Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Analyse der Populationsstruktur des Bunten Bentheimer Schweins.
- A.D.M. Biermann, E.C.G. Pimentel, M. Tietze, T. Pinent, S. König
Journal of Animal Breeding and Genetics. Online 6 June 2013.
(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbg.12041/abstract>.)
Implementation of genetic evaluation and mating designs for the endangered local pig breed 'Bunte Bentheimer'.

