

gbb

Instituut voor
Afdeling voor Naamspraak
Kasteel Broekhuizen, Lelystad

Rapport C-307

WAAROM EN HOE ZELDZAME HUISDIERRASSEN BEWAREN?

D. Minkema

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'

IvO

717B35

717 B 35

RAPPORT

NR:

~~916~~ 56

Rijksinstituut voor Nieuw-Nederlandsche
Kennis van de Landbouw, Landbouwkunde

Rapport C-307

WAAROM EN HOE ZELDZAME HUISDIERRASSEN BEWAREN?

D. Minkema

Uitgewerkte tekst van lezing, gehouden op de eerste
donateursdag van de Stichting Zeldzame Huisdierrassen
te Barneveld op 16 oktober 1976.

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord",
Dribergseweg 10d, Zeist. Tel. 03404-17111.

ISN 323936

Waarom en hoe zeldzame huisdierrassen bewaren?¹⁾

Rijksinstituut voor Pluimvee- en
Kamelhuisdieronderzoek, Leersum

Meedogenloze competitie

Vooraf gedurende de laatste 30 jaar hebben moderne fokmethoden een grote toepassing gevonden in de fokkerij van onze landbouwhuisdieren. Er wordt zeer sterk de nadruk gelegd op produktieverhoging. Dit heeft ertoe geleid dat men zich concentreert op enkele hoogproduktieve rassen en stammen. Bij het melkvee zien we een sterke opmars van het zwartbonte veeslag. In de kippen- en varkensfokkerij opereren enkele grote fokkerij-organisaties, die uitgaan van een paar rassen of stammen en die met behulp van vermeerderingsprogramma's een grote invloed hebben op de totale produktietak.

Rassen of stammen, die deze competitie niet kunnen volhouden, vallen onverbiddelijk af. Op deze wijze dreigen sommige rassen of stammen in hun geheel verloren te gaan.

Ook binnen de hoogproduktieve rassen brengen de moderne selectiemethoden met zich mee, dat men zich concentreert op enkele vaderdieren. Dit is vooral duidelijk te zien in de rundveefokkerij, waarbij het met behulp van de toepassing van kunstmatige inseminatie met diepvriessperma gemakkelijk mogelijk is om van één enkele fokstier enkele tienduizenden koeien in een jaar te bevruchten. Deze concentratie op weinig fokdieren leidt onherroepelijk tot verlies van erfelijke variatie binnen rassen.

Waarom rassen in stand houden?

De argumenten om te proberen zeldzame huisdierrassen voor algehele verdwijning te behoeden kunnen velerlei zijn.

- a. culturele redenen. Praktisch alle huisdierrassen zijn produkten van vroegere fokkerskunst. Waarom zouden we wel oude schilderijen en gebouwen bewaren en geen oude huisdierrassen?

¹⁾ Uitgewerkte tekst van lezing, gehouden op de eerste donateursdag van de Stichting Zeldzame Huisdierrassen te Barneveld op 16 oktober 1976.

- b. historische redenen. Sommige oude huisdierrassen staan dicht bij de oorspronkelijke wilde vormen en leveren interessant materiaal voor de bestudering van de geschiedenis der domesticatie (= het tot huisdier maken van wilde vormen). Ze kunnen ons samen met archeologisch vondsten iets vertellen over de vroegere veeteelt- en landbouwmethoden.
- c. wetenschappelijk redenen. Oude landrassen zijn vaak in sterke mate aangepast aan moeilijke omstandigheden. In een aantal gevallen vertonen ze een betere weerstand tegen bepaalde ziekten dan onze moderne produktierassen. Voor de bestudering van de biologische achtergrond van deze weerstand- of aanpassingsmechanismen kunnen oude huisdierrassen van grote waarde zijn.
- d. praktijk-economische redenen. Het in stand houden van zeldzame huisdierrassen houdt tevens in het bewaren van zoveel mogelijk erfelijke variatie. Daarvan kan men in de fokkerij profijt hebben als in de toekomst de omstandigheden of de menselijke behoeften zich wijzigen. Deze veranderingen zijn vaak niet te voorspellen. Denk bijvoorbeeld maar aan de snel wisselende mode in het bontgebruik en de weerslag die dit weer heeft op de fokkerij van kleurslagen van nertsen. Ook de menselijke voeding en smaak kunnen veranderen.

Er zijn meerdere recente voorbeelden van wijzigingen in de produktieomstandigheden in de veehouderij. Bij het rundvee wordt de grupstal steeds meer vervangen door de ligboxenstal, waarin de dieren zich vrij kunnen bewegen. Om het elkaar stoten en verwonden te verhinderen worden de runderen in deze ligboxenstallen op kunstmatige wijze onthoofd. In sommige veerassen zit echter nog de factor hoornloosheid en men zou deze factor bijvoorbeeld in de moderne rassen kunnen inkruisen om een natuurlijke hoornloosheid te verkrijgen.

In de schapehouderij is een duidelijk streven naar intensievere produktiesystemen te bespeuren, waarbij men tracht om oaien driemaal in 2 jaar te laten werpen. Hierbij is het noodzakelijk dat oaien ook buiten het normale seizoen (herfst) vruchtbaar zijn. Deze eigenschap is bij ons Texelse schaap nauwelijks aanwezig, maar wel in sommige andere rassen. Bovendien tracht men met toepassing van kruisingssystemen meer lammeren per worp te krijgen. Hiervoor wordt thans veel gebruik gemaakt van het Finse landschaap, een erg vruchtbaar ras, waarbij worpen met 3, 4 of 5 lammeren eerder regel dan uitzondering zijn. Dit schaperas ging op een bepaald moment in Finland sterk in aantal achteruit. Mayala (1970)

bericht een teruggang van 1 miljoen stuks in 1950 tot 150.000 stuks in 1967. Na die tijd is het om bovengenoemde redenen weer sterk in de belangstelling gekomen.

In de moderne slachtkippenfokkerij (broilers) benut men thans algemeen het Cornish ras, een oud Engels vechthoen, dat vóór de laatste wereldoorlog nog als sportras voorkwam, maar nadien weer ontdekt is door commerciële Amerikaanse fokkerij-organisaties.

Aardappelkwekers maken al jaren gebruik van wilde en primitieve Solanumsoorten uit Zuid-Amerika en México, die een grote mate van resistentie tegen bepaalde virusziekten vertonen. De natuurlijke ziekteresistentie van sommige veerassen kan ook in de moderne veehouderij in de toekomst mogelijk benut worden. Te denken valt o.a. aan het Fayoumi-hoen uit Egypte, dat een grote mate van resistentie tegen leukose bezit. In West-Afrika komt het N'Dama rund voor, dat een grote natuurlijke weerstand heeft tegen trypanosomiasis een parasitaire ziekte die veroorzaakt wordt door trypanosomen welke door de tsetsevlieg worden overgebracht. Bij de produktieverbetering van het vee in de tropen door middel van kruising met Westerse rassen kan men vaak met voordeel gebruik maken van de natuurlijke resistentie tegen ziekten van locale rassen. Ook de tolerantie tegen hoge temperaturen, zonnestraling en droogte van locale rassen zal men maar al te dikwijls nodig blijken te hebben.

Met de nog steeds toenemende wereldbevolking en het daardoor schaarser worden van voedsel, zal dierlijk eiwit waarschijnlijk in toenemende mate geproduceerd moeten worden met ruwvezelrijke gewassen, die niet geschikt zijn voor directe menselijke consumptie. Mogelijk bestaan er tussen de diverse rassen van onze herkauwers erfelijke verschillen in het vermogen om ruwvoer te benutten die in de toekomst van belang kunnen zijn voor de fokkerij. In Groot-Brittannië komt het North Ronaldsay of Orkney schaap voor, dat de eigenschap bezit om van zeewier te leven.

De recente oliecrisis heeft ons geleerd welke moeilijkheden de landbouw te wachten staan als de fossiele brandstof uitgeput raakt. Mogelijk moet men dan weer een beroep doen op paarde-trekkracht. Het is daarom raadzaam om het zwaardere trekpaard voor verdwijning te behoeden. In Nederland neemt het aantal dekkingen van het Trekpaard, voor zover geregistreerd door de Kon. Ver. Het Nederlandse Trekpaard, zeer snel af, nl. 6883 in 1964, 3229 in 1969 en 1556 in 1974. Hier is in de toekomst waakzaamheid geboden.

Wat doen?

De Stichting Zeldzame Huisdierrassen stelt zich tot doel om de oude Nederlandse rassen, die nu of in de nabije toekomst met uitsterven bedreigd worden, in stand te houden. Allereerst wil de Stichting nagaan wat er nog aanwezig is, dus welke fokkers zijn er nog van een bepaald ras, hoeveel dieren bezitten zij, hoeveel mannelijke en hoeveel vrouwelijke dieren, wat is de leeftijdsopbouw van het veebestand en welk fokprogramma wordt er gevolgd. Op deze wijze zal blijken waar het meest dringend hulp geboden moet worden. Vervolgens zal nagegaan worden op welke wijze zo'n bedreigd ras in stand gehouden kan worden. De Stichting wil in de eerste plaats adviserend en bemiddelend optreden, maar als het nodig is desnoods zelf dieren gaan aankopen en beheren.

In Engeland opereert sinds 1973 met hetzelfde doel de "Rare Breeds Survival Trust" en in Frankrijk is de Societé d'Ethnozootechnie op dit terrein actief.

Diepvriezen van sperma en embryo's

Er zijn diverse mogelijkheden om bedreigde rassen in stand te houden. Als men alleen geïnteresseerd is in een conservering van erfelijke eigenschappen kan men denken aan het diepvriezen van sperma of embryo's. Bij sommige diersoorten, met name bij runderen, is het mogelijk om sperma in vloeibare stikstof (dat is bij -196° Celsius) vele jaren te bewaren. Deze techniek vindt thans algemeen toepassing bij de kunstmatige inseminatie van runderen. Via het opslaan van sperma kan men bepaalde eigenschappen bewaren, bijvoorbeeld de factor voor Lakenvelder of Witrik afkleuring bij runderen. Men kan niet het ras in zijn geheel bewaren, alhoewel het via herhaalde terugkruising mogelijk moet zijn om het oorspronkelijke ras weer dicht te benaderen. Sinds 1971 is men er in geslaagd om ook embryo's van zoogdieren gedurende langere tijd (in ieder geval een aantal maanden) in vloeibare stikstof te bewaren, waaruit later na transplantatie in een vrouwelijk dier normale jongen geboren zijn. Eerst is dit gebeurd met muizen, vervolgens met ratten en konijnen. In 1973 is in de Ver. Staten het eerste "diepvrieskalf" geboren en in 1976 is dat ook in Nederland gelukt. Bij schapen is het intussen ook mogelijk gebleken, bij varkens is het evenwel nog niet gelukt.

De methode van sperma- of embryo-conservering heeft het nadeel, dat men niet de dieren zelf in levende lijve kan aanschouwen, een groot gemis voor diegenen die een directe interesse in dieren hebben en die de eigenschappen van deze dieren willen bestuderen.

Sportfokkers

Mijn voorkeur gaat er dan ook naar uit om allereerst te proberen om fokgroepen van de rassen zelf in stand te houden en daarnaast eventueel als risicodekking tevens sperma en/of embryo's te conserveren als dit technisch mogelijk is voor de betreffende diersoort.

Voor kleine huisdieren als kippen, eenden, duiven, honden, konijnen enz. is het in stand houden van fokgroepen niet zo'n kostbare zaak, omdat de kosten van het houden per dier vrij gering zijn. Hier vervullen de sportfokkers dan ook een zeer belangrijke en onmisbare rol. Wel moet er voldoende communicatie tussen de fokkers zijn, bijvoorbeeld via één of ander blaadje, zodat men weet met wie men fokmateriaal kan uitwisselen om bijvoorbeeld niet in inteelt problemen te geraken. In een aantal gevallen is het helaas nog zo dat de sportfokkers hun materiaal als een exclusief bezit beschouwen en het niet aan derden ter beschikking willen stellen. Indien de fokkers niet reeds een eigen stamboek of club hebben, dan wil de Stichting ook hier graag een bemiddelende rol spelen.

Commerciële fokkers

Bij de grotere landbouwhuisdieren zoals runderen, paarden, schapen en varkens zijn de kosten van het houden veel hoger. In het algemeen zal iemand die bijvoorbeeld Lakenvelders of Witriksen in wat grotere aantallen houdt, er ook zijn bestaan in moeten kunnen vinden. De betreffende veehouders worden dan geplaagd voor de moeilijkheid, dat hun veeslag, omdat het zo beperkt van omvang is, de produktieverbetering met andere rassen, met name met onze zwartbonten of MRIJ-dieren, niet kan volhouden. De laatste maken gebruik van kunstmatige inseminatie en kunnen aldus jonge stieren op betrouwbare wijze aan een nakomelingenonderzoek onderwerpen en op grond hiervan de beste als fokstier intensief inzetten. Zou men bij onze zwartbonten een progressief k.i.-fokbeleid toepassen, en zou men alleen op melkgift selecteren, dan is een erfelijke verbetering van bijna 2 % per jaar haalbaar.

Bij een weinig talrijk veeslag als de Lakenvelders, waarvan er misschien maar een honderdtal dieren meer in Nederland zijn, kan men zich geen nakomelingenonderzoek van stieren veroorloven. Hier moet de vooruitgang uitsluitend bereikt worden via de selectie onder de koeien om de volgende generatie koeien en jonge stieren te fokken. Op deze wijze is erfelijk gezien maximaal maar 0,6 % produktieverhoging per jaar bereikbaar, dus

ongeveer 1/3 van wat via een k.i.-programma mogelijk is. Houdt men echter tevens rekening met de kosten van het fokprogramma en dus ook met de rente van geïnvesteerd kapitaal, dan ligt het iets minder ongunstig. Op basis van netto-inkomsten is in een programma zonder nakomelingenonderzoek ongeveer 2/5 deel te verwezenlijken van wat een programma met nakomelingenonderzoek en k.i. zou opleveren. Het is desalniettemin begrijpelijk dat de meeste veehouders dit offer niet willen brengen.

Beheer natuurterreinen

Een andere mogelijkheid om de grotere zeldzame huisdierrassen te bewaren vormen dierentuinen, landschapsparken en natuurterreinen of marginale landbouwgronden. In al deze gevallen staat niet het commerciële veehouderijbelang voorop, maar meestal het conserveren van landschappen, al of niet ten behoeve van de recreatie. Het conserveren van landschappen is vaak zeer goed verenigbaar met dat van dieren. Vooral de primitievere landrassen zijn door hun grotere natuurlijke weerstand en hun soberheid vaak bij uitstek geschikt voor begrazing van deze terreinen. Dikwijls is het beheer van deze terreinen nog economischer te maken door dat deel van de kudde dat niet nodig is om de kudde numeriek in stand te houden, te kruisen met hoogproduktieve rassen. Zo kan men bijvoorbeeld van een kudde ooien van heideschapen een deel laten dekken door rammes van een vleesras (b.v. Texelaar) en deze lammeren na het spenen afmesten op goed grasland. Men verenigt aldus op harmonieuze wijze het in stand houden van oude landrassen met modernere produktievormen.

Inteelt

Het grote gevaar van huisdierrassen, die numeriek van geringe omvang zijn, is inteelt. Inteelt brengt in het algemeen een lagere vruchtbaarheid en minder weerstand met zich mee. Bovendien wordt de kans op het uitsplitsen van lethale (doodbrengende) factoren groter. Voor de mens heeft men wel eens berekend dat ieder individu drager is van 3-5 lethale factoren. Bij de dieren ligt het vermoedelijk niet anders. Als een dier drager is van zo'n erfelijk gebrek, dan is het zelf normaal, maar het erft de factor wel over. Wanneer 2 dragers met elkaar gepaard worden, dan is de kans op een abnormale nakomeling 1/4 (als het gebrek tenminste enkelvoudig recessief overerft). De kans op inteelt en dus op zulke paringen is bij kleine fokgroepen groter.

De inteelttoename per generatie (wel aangegeven met ΔF) hangt af van het aantal mannelijke en vrouwelijke fokdieren. De Amerikaanse geneticus Sewall Wright heeft dit in 1931 reeds in een formule uitgedrukt, welke formule later nog wat gemodificeerd is. Het verband kan weergegeven worden met

$$\Delta F = \left(\frac{3}{32M} + \frac{1}{32V} \right) 100$$

waarin ΔF de inteelttoename in procenten per generatie,

M het aantal mannelijke fokdieren en

V het aantal vrouwelijke fokdieren voorstelt.

Meestal is V veel groter dan M. Laten we eens aannemen dat V gelijk is aan 100, dan kunnen we laten zien hoe ΔF afhangt van het aantal M.

M	ΔF (in %)
4	2,36
8	1,20
12	0,81
16	0,62
20	0,50

Uit proeven met dieren is gebleken, dat een inteelttoename per generatie van 0,5 % in het algemeen geen nadelige gevolgen met zich meebrengt. Dat zou dus betekenen, dat men tenminste met 20 mannelijke fokdieren zou moeten werken. Nu is de formule van de inteelttoename echter gebaseerd op willekeurige paring, ook wel paring volgens toeval genoemd. Men houdt daarbij geen rekening met de afstamming der dieren. Als men de afstamming van de dieren kent en tracht om het paren van (nauw) verwante dieren zoveel mogelijk te vermijden, dan is de inteelttoename per generatie ongeveer de helft van wat met bovenstaande formule wordt aangegeven. En dat betekent dat men zou kunnen volstaan met 10 mannelijke fokdieren per generatie.

Vuistregels voor kleine fokgroepen

Voor kleine fokgroepen is het dus van het grootste belang om een goed identificatie- en registratiesysteem op te zetten. De dieren moeten individueel herkend kunnen worden, bijvoorbeeld via het aanbrengen van een tatoeëer-nummer en de afstamming der dieren moet geregistreerd worden. Men moet als het ware een stamboek opzetten.

Een andere noodzaak is, dat het aantal mannelijke fokdieren niet te klein mag zijn, tenminste 10 als de identificatie en registratie goed is. Ieder mannelijk dier moet bij voorkeur dezelfde kansen krijgen, dus met evenveel vrouwelijke dieren gepaard worden. Een kudde oaien moet dus in evenveel fokgroepen ingedeeld worden als er rammen zijn. Bij het paren moet men trachten inteelt zoveel mogelijk te vermijden op grond van de bekende afstamming der dieren. Dat is op langere termijn mogelijk door de mannelijke dieren op een bepaalde wijze over de groepen vrouwelijke fokdieren te laten rouleren¹⁾. Wanneer de dieren in handen zijn van meerdere fokkers, zoals b.v. bij de Lakenvelders, dan is het van het grootste belang dat men elkaar kent en regelmatig (mannelijk) fokmateriaal van elkaar kan betrekken. Een periodiek verschijnend informatiebladje of stencil kan hier nuttige diensten bewijzen.

Een laatste vuistregel die men tenslotte in acht moet nemen is, dat men van iedere vader weer een zoon moet aanhouden. De mannelijke fokdieren voor de volgende generatie worden dus binnen vaders geselecteerd. Men moet dus vermijden dat de nieuwe generatie mannetjes van éénzelfde vader afstamt! Men moet de mannelijke fokdieren ook niet te lang aanhouden, omdat anders later te veel dieren van eenzelfde vader afstammen. Bovendien is het langer aanhouden om de prestaties van de nakomelingen af te wachten niet nodig. Men heeft toch niet de selectieruimte om op nakomelingen te selecteren. Zodra de dochters geslachtsrijp zijn, dienen de mannelijke fokdieren vervangen te worden. Dat betekent dat men rammen meestal niet langer dan een jaar en stieren niet langer dan twee jaar zal aanhouden.

De Stichting stelt zich vooral ook tot doel om fokkers of verenigingen van advies te dienen over registratiesystemen, foksystemen en om behulpzaam te zijn bij de uitwisseling van (mannelijk) fokmateriaal.

1) zie aanhangsel

Geraadpleegde en aanbevolen literatuur

- Bowman, J.C. 1974. Conservation of rare livestock breeds in the United Kingdom.
Proceedings, part 2 (round table) of 1st World Congress on Genetics applied to livestock production.
Madrid 7-11 October 1974.
- Bowman, J.C. and C.T. Aindow. 1973. Genetic conservation and the less common breeds of British cattle, pigs and sheep.
Study no. 13. Department of Agriculture and Horticulture, University of Reading.
- F.A.O. 1975. Pilot study on conservation of animal genetic resources.
F.A.O. report, Rome.
- Hoekstra, P. 1963. Over de vormenrijkdom der herkauwende landbouwhuisdieren. Inaugurele rede.
Drukkerij G. van Dijk N.V., Breukelen.
- Hodgson, R.E. (editor). 1961. Germ plasm resources.
Publication no. 66 of the American Association for the advancement of science. Washington D.C.
- Jewell, P.A. 1971. The case for the preservation of rare breeds of domestic livestock.
Veterinary Record, vol. 89, 524-527.
- Laurans, R. 1974. Le problème de la conservation du matériel génétique en France.
Proc. part 2 (round table) of 1st World Congress on Genetics applied to livestock production. Madrid 7-11 October 1974.
- Laurans, R. (ed.). 1975. Races domestiques en péril.
Bulletin Technique du Département de Génétique Animale no. 20.
Centre National de Recherches Zootechniques, Jouy-en-Josas.
- Mason, I.L. 1974. Introduction to Round Table on the Conservation of Animal Genetic resources.
Proc. part 2 (round table) of 1st World Congress on Genetics applied to livestock production. Madrid 7-11 October 1974.
- Mayala, K. 1970. Need and methods of gene conservation in animal breeding.
Annales de Génétique et de Sélection Animale, vol. 2, 403-415.
- Mayala, K. 1974. Conservation of Animal breeds in general.
Proc. part 2 (round table) 1st World Congress on Genetics applied to livestock production. Madrid 7-11 October 1974.
- Rendel, J. 1975. The utilization and conservation of the world's animal genetic resources.
Agriculture and Environment, vol. 2; 101-119.

Aanhangsel

Een fokstelsel, waarbij inteelt zoveel mogelijk vermeden wordt

Teneinde inteelt in kleine fokgroepen tot een minimum beperkt te houden is het wenselijk om met niet te weinig vaderdieren per generatie te werken.

Door Bowman en Aindow (1973) is een fokstelsel beschreven, waarbij 8 mannetjes per generatie gebruikt worden.

Allereerst worden binnen het ras of de kudde 8 fokgroepen geformeerd en wel zodanig, dat de dieren die nauw aan elkaar verwant zijn, in dezelfde fokgroep komen. Deze fokgroepen worden genummerd van 1 tot en met 8. Om de eerstvolgende generatie te verkrijgen worden de vrouwtjes van fokgroep 1 gepaard met een mannetje van fokgroep 2, en omgekeerd de vrouwtjes van fokgroep 2 met een mannetje van fokgroep 1. Evenzo vindt er wederzijdse uitwisseling van mannetjes plaats tussen de fokgroepen 3 en 4, tussen 5 en 6 en tussen 7 en 8.

We spreken verder af, dat het nummer van de fokgroep bepaald blijft door de afstamming van moederszijde. Dus de dochters van vrouwtjes uit fokgroep 1 behoren weer tot fokgroep 1.

Om de volgende (tweede) generatie te fokken vindt een uitwisseling plaats van mannetjes tussen de fokgroepen 1 en 3, tussen 2 en 4, tussen 5 en 7 en tussen 6 en 8.

Voor het fokken van de derde generatie is de wederzijdse uitwisseling van mannetjes tussen de fokgroepen 1 en 5, tussen 2 en 6, tussen 3 en 7 en tussen 4 en 8.

Daarna herhaalt zich het schema van voren af aan. In onderstaande tabel is dit samengevat.

uitgangsgeneratie	1e generatie	2e generatie	3e generatie	4e generatie etc.
fokgroep	♂ x ♀	♂ x ♀	♂ x ♀	♂ x ♀
1	2 x 1	3 x 1	5 x 1	2 x 1
2	1 x 2	4 x 2	6 x 2	1 x 2
3	4 x 3	1 x 3	7 x 3	4 x 3
4	3 x 4	2 x 4	8 x 4	3 x 4
5	6 x 5	7 x 5	1 x 5	6 x 5
6	5 x 6	8 x 6	2 x 6	5 x 6
7	8 x 7	5 x 7	3 x 7	8 x 7
8	7 x 8	6 x 8	4 x 8	7 x 8

Het schema kan bij omvangrijker populaties worden uitgebreid met nog eens 8 fokgroepen. We hebben dan 16 fokgroepen en dan kan men in de 4e generatie mannetjes uitwisselen tussen de fokgroepen 1 en 9, 2 en 10, 3 en 11, 4 en 12, 5 en 13, 6 en 14, 7 en 15, 8 en 16. In dat geval herhaalt het schema zich pas met de 5e generatie.

Indien men, zoals bij grotere lanbouwhuisdieren vaak het geval is, niet met één grote kudde, doch met afzonderlijke fokkers te maken heeft, dan kan men op dezelfde wijze een uitwisseling van mannelijk fokmateriaal tussen fokkers trachten te bewerkstelligen.

Het schema van Bowman en Aindow gaat alleen op als men met 8 fokgroepen (fokkers) of een veelvoud van 8 te maken heeft. Bij een ander aantal kan men moeilijker tot een wederkerige uitwisseling van mannetjes komen. Men moet dan een mannetje betrekken van een andere fokgroep dan waaraan men er één levert. Hieronder is een schema weergegeven met 10 fokgroepen, genummerd van 1 tot en met 10.

Uitgangsgeneratie	1e generatie	2e generatie	3e generatie	4e generatie	etc.
fokgroep	♂ x ♀	♂ x ♀	♂ x ♀	♂ x ♀	
1	2 x 1	3 x 1	5 x 1	2 x 1	
2	3 x 2	4 x 2	6 x 2	3 x 2	
3	4 x 3	5 x 3	7 x 3	4 x 3	
4	5 x 4	6 x 4	8 x 4	5 x 4	
5	6 x 5	7 x 5	9 x 5	6 x 5	
6	7 x 6	8 x 6	10 x 6	7 x 6	
7	8 x 7	9 x 7	1 x 7	8 x 7	
8	9 x 8	10 x 8	2 x 8	9 x 8	
9	10 x 9	1 x 9	3 x 9	10 x 9	
10	1 x 10	2 x 10	4 x 10	1 x 10	

Hierbij kiest men dus voor de eerste generatie een mannetje uit een fokgroep dat 1 hoger ligt in ranggetal dan de fokgroep, waartoe de vrouwtjes behoren. Voor de 2e generatie ligt het ranggetal van de fokgroep der mannetjes 2 hoger, voor de 3e generatie 4 hoger en daarna herhaalt het schema zich weer. Zodra het ranggetal met deze optelsom boven het totale aantal fokgroepen komt,

moet men weer van voren af aan beginnen te tellen, dus in dit geval $11 = 1$, $12 = 2$, etc.

Dit schema is voor elk aantal fokgroepen toe te passen. In de praktijk zal men uiteraard wel eens iets van het schema moeten afwijken, wanneer een bepaalde fokgroep uitvalt.