

Fokken is geen gokken



---

# Fokken is geen gokken Theorie

Hanneke van Rinsum  
Heleen van Wingerden  
Jan Oosterwijk

*eerste druk, 2002*



---

*Artikelcode: 26023.2*

**Colofon**

Auteursteam: Hanneke van Rinsum, Heleen van Wingerden, Jan Oosterwijk  
Redactie: Piet Hugén redactie en copywriting, Beusichem  
Illustraties: Verbaal - bureau voor visuele communicatie  
Illustrator: Beatrijs van den Bos

© 2002 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Ontwikkelcentrum.

---

# Voorwoord

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid Fokken is geen gokken van de deeltkwalificatie Begeleiden voortplanting paarden. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

## Opdrachten

Aan het begin van elke opdracht staat het opdracht doel. Daar staat wat je aan het einde van de opdracht moet kunnen. De opdrachten bevorderen de zelfwerkzaamheid. Met de opdrachten kun je je kennis in de praktijk toetsen of bepaalde vaardigheden trainen. Als je alle opdrachten met voldoende resultaat hebt uitgevoerd, beheers je de stof.

## Bronnenoverzicht

Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Maar je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je informatie kunt vinden over voortplanting en fokkerij bij paarden. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, videobanden of internetsites.

## Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert.

Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elke paragraaf verwerkingsvragen maken.

Het auteursteam wenst je veel succes bij het werken met deze uitgave.

---

# Inleiding

Voor je ligt het boek Fokken is geen gokken voor de deelkwalificatie Begeleiden voortplanting paarden. De titel van dit boek klopt eigenlijk niet, of toch wel? In elk geval reden om er eens over te discussiëren. Feit is dat wanneer een hengst een merrie dekt het maar de vraag is of ze wel drachtig wordt. Dat is dus toch een gokje. Is de merrie drachtig, dan is het niet duidelijk of het een hengstveulen of een merrieveulen zal worden. En het is al helemaal niet zeker dat het ook een kwalitatief goed veulen wordt. Ten slotte kan er bij de geboorte ook nog van alles misgaan. Allemaal onzekerheden die je als fokker voor lief moet nemen. Je gokt erop dat het allemaal goed zal komen.

Toch is dit ook weer niet helemaal juist. Een goede fokker weet precies wanneer een merrie gedekt of geïnsemineerd kan worden. Dat vraagt veel kennis over en ervaring in het onderkennen van hengstigheid. In hoofdstuk 5 wordt daar aandacht aan besteed. Natuurlijk moeten de hengst en zijn sperma in orde zijn, daarover gaat hoofdstuk 4. In het 4 hoofdstuk wordt verder ingegaan op de bouw en werking van de geslachtsorganen van hengst en merrie. De geboorte en alles wat daarmee samenhangt, vormen de inhoud van het 6 hoofdstuk.

Met de kennis en ervaring die in de hoofdstukken 4, 5 en 6 aan de orde komen, zal het in biologische zin wel goed komen. Maar je wilt ook een kwalitatief goed veulen hebben, bijvoorbeeld eentje die in dressuur kan uitblinken, of juist eentje die aangespannen gaat als een plaatje. Dan komt het erop aan een goede selectie te plegen. Van welke merrie in combinatie met welke hengst wil je een veulen? Dat vraagt veel kennis en informatie over selectie, erfelijkheid, stamboekdoelstellingen, hengstenkeuze en dergelijke. In het 1 hoofdstuk wordt uitgebreid ingegaan op de erfelijkheid bij paarden. Het 2 hoofdstuk gaat over de stamboeken en het 3 hoofdstuk gaat over de fokwaarde en selectie in de praktijk van de paardenhouderij.

Met al deze kennis en natuurlijk veel ervaring zal het gokken bij het fokken met paarden tot een aanvaardbaar minimum beperkt worden. Een beetje spannend moet het toch wel blijven.

---

# Inhoud

## Voorwoord 5

## Inleiding 6

### 1 Erfelijkheidsleer 9

- 1.1 Erfelijke verandering 9
- 1.2 Ontdekking van de erfelijkheidsleer (genetica) 12
- 1.3 De chromosomen 13
- 1.4 Kwalitatieve eigenschappen 17
- 1.5 De monogene vererving 19
- 1.6 Schematische voorstelling van een kruising 20
- 1.7 De wetten van Mendel 22
- 1.8 Digene vererving 23
- 1.9 Polygene vererving 26
- 1.10 Intermediaire vererving 26
- 1.11 Geslachtschromosomen 28
- 1.12 Erfelijke gebreken 30
- 1.13 Inteelt 37
- 1.14 Kruising en heterosis 40
- 1.15 Kwantitatieve eigenschappen 43
- 1.16 Erfelijkheidsgraad 44
- 1.17 Genotype en milieu 45
- 1.18 Erfelijkheidsgraad en fokwaarde 46
- 1.19 Afsluiting 47

### 2 Fokken 48

- 2.1 Het Koninklijk Warmbloed Paardenstamboek Nederland (KWPN) 48
- 2.2 Overige stamboeken 61
- 2.3 Afsluiting 63

### 3 Fokken in de praktijk 65

- 3.1 Het fokdoel 65
- 3.2 Fokwaarde schatten 70
- 3.3 Fokwaarde en index 77
- 3.4 Verbetering door middel van selectie 83
- 3.5 Verrichtingsonderzoeken en andere beoordelingen 85
- 3.6 Fokkerijgegevens van ouderdieren 90
- 3.7 Fokkerijplan en fokselectie van ouderdieren 91
- 3.8 Afsluiting 95

### 4 De merrie en de hengst 96

- 4.1 Geslachtskenmerken 96
- 4.2 Voortplantingsorgaan van de hengst 97
- 4.3 Voortplantingsorgaan van de merrie 103

- 
- 4.4 De vruchtbaarheidscyclus en hengstigheid 109
  - 4.5 Moderne voortplantingstechnieken 117
  - 4.6 Afsluiting 126

## **5 Dekken en dracht 127**

- 5.1 Vruchtbaarheid en voortplanting 127
- 5.2 Dekken en kunstmatige inseminatie 130
- 5.3 Problemen bij het drachtig worden 137
- 5.4 De drachtige merrie 140
- 5.5 Afsluiting 142

## **6 Geboorte en geboortezorg 143**

- 6.1 Voorbereidingen voor de geboorte 143
- 6.2 Geboorte 146
- 6.3 Problemen rondom de geboorte 149
- 6.4 Nazorg na het veulenen 150
- 6.5 Afsluiting 154

## **Trefwoordenlijst 155**

# 1 Erfelijkheidsleer

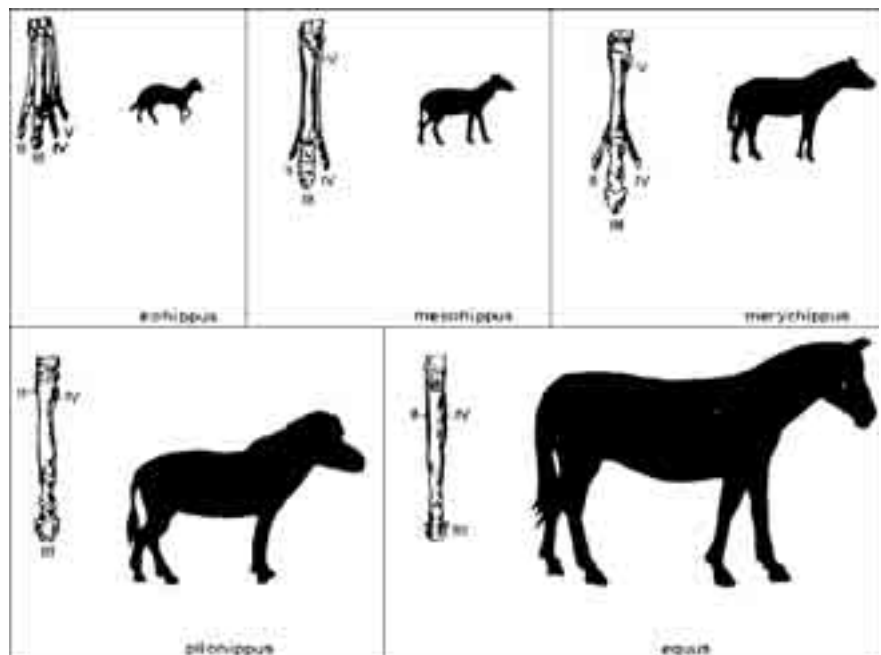
## Oriëntatie

De ontwikkeling van het huidige paard uit zijn oorspronkelijke oervorm is beïnvloed door een groot aantal verschillende zaken. Natuurlijk spelen daarbij de veranderde leefomstandigheden een grote rol. Maar ook de mens heeft een grote rol gespeeld, omdat hij het paard voor allerlei doeleinden wilde gebruiken. Door gericht selecteren en kruisen zijn er veel verschillende rassen ontstaan. Als je wilt proberen gericht voor een bepaald doel te fokken, zul je het een en ander moeten weten over de manier waarop erfelijke eigenschappen van ouder op nakomeling worden doorgegeven.

## 1.1 Erfelijke verandering

Je weet al dat het paard van nu er heel anders uitziet dan het oerpaard waaruit het is ontstaan. Gedurende duizenden jaren veranderde het paard in uiterlijk en afmetingen, omdat het zich moest aanpassen aan allerlei veranderende leefomstandigheden. Het klimaat veranderde bijvoorbeeld, waardoor ook de plantengroei veranderde. Het paard moest zien te overleven in een ander landschap en met ander voedsel. Je weet dat daardoor de bouw van de paardenvoet zich langzaam aanpaste en de tanden van het paard een andere vorm kregen. Die veranderingen, hoe langzaam die ook gingen, gebeurden natuurlijk niet zo maar.

**Fig. 1.1**  
*De evolutie van het paard.*



---

## De evolutie van het paard

*populatie*

*natuurlijke selectie*

Door de veranderende leefomstandigheden verspreidden de paarden zich over grote delen van de wereld. Ze leefden daar in groepen die helemaal of gedeeltelijk van elkaar gescheiden waren door allerlei barrières zoals zeeën en bergketens. Zo'n groep noemen we een *populatie*. Binnen een populatie paren de individuen onderling. In zo'n populatie is een bepaalde voorraad aan erfelijke eigenschappen aanwezig. Ergens heel in de verte zijn alle individuen in de populatie wel familie van elkaar. De sterkste hengsten zijn de leiders. Zij dekken in principe de meeste merries en hebben ook de eerste keus uit de merries. Je kunt je voorstellen dat de dieren die zich het best aan de omstandigheden hadden aangepast het sterkst waren. Nakomelingen van deze sterkste dieren kregen deze eigenschappen dus van hun vader en hun moeder. De zwakkere dieren, die zich niet zo goed hadden aangepast, deden niet of veel minder mee aan het voortbestaan van de soort en daarom verdwenen heel langzaam hun erfelijke eigenschappen (het minder aangepast zijn aan de veranderende leefomstandigheden) uit de groepsvoorraad aan erfelijke eigenschappen. Dit verschijnsel heet *natuurlijke selectie*. De individuen die het best aan de leefsituatie zijn aangepast, hebben de grootste kans om te overleven. Dit principe werd voor het eerst verwoord door de Engelse bioloog Charles Darwin (1809 - 1882). Hij noemde het: the survival of the fittest. Door dit verschijnsel verandert op den duur het uiterlijk en het uithoudingsvermogen van alle individuen in een populatie.

**Fig. 1.2**

*Survival of the fittest bij giraffen.*



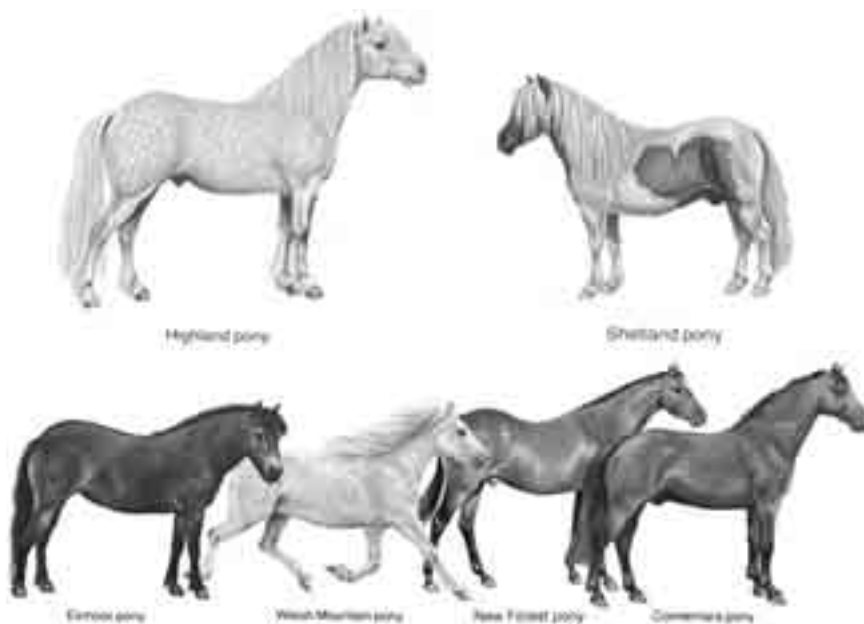
Af en toe kan er toch 'vers bloed' in een populatie komen: er vindt uitwisseling plaats tussen de ene en de andere populatie doordat een dier van buiten gaat meedoen aan de paringen. We spreken dan van kruisen. Daardoor worden plotseling nieuwe erfelijke eigenschappen toegevoegd aan de bestaande voorraad en kan er een verandering optreden in bijvoorbeeld het uiterlijk of het gedrag van de nakomelingen in de populatie. Dit gaat natuurlijk heel langzaam: het duurt vele generaties voordat zo'n verandering zichtbaar wordt.

Een mooi voorbeeld daarvan is de geschiedenis van het paard op de Britse eilanden. In de oertijd was Groot-Brittannië een deel van Europa. Er leefden daar vanwege het koude klimaat en het ruige berglandschap een klein type oerpaard, terwijl in de rest

*subpopulaties*

van Europa ook wel grotere typen paarden leefden. Na de laatste ijstijd raakten de Britse eilanden los van de rest van Europa. Er ontstond een zee tussen het continent en de Britse eilanden. De paarden die daar leefden, konden vanaf toen alleen nog onderling paren. Dit had tot gevolg dat er meer dan duizend jaar lang alleen nog kleine paardentypen met elkaar konden paren. Ook binnen deze groep ontstonden weer *subpopulaties* (opsplitsing van een populatie in een aantal kleinere groepen), doordat ze van elkaar gescheiden werden door bijvoorbeeld een gebergte. Zo ontstonden er op de Britse eilanden een aantal verschillende ponytypen, die goed bestand waren tegen het koude klimaat in de bergachtige streken van Schotland, Ierland, Wales enzovoort. Pas toen de Romeinen, en later de Vikingen, met boten grotere paarden naar Groot-Brittannië brachten, kwam er weer vers bloed binnen deze populaties. Pas toen ontstonden er door kruising weer grotere paardentypen.

**Fig. 1.3**  
Verschillende Britse  
ponyrassen.



Toen de mens zich later gericht met de fokkerij van paarden ging bezighouden, lang voordat men theoretische kennis over de erfelijkheid had, heeft men eigenlijk ook weer gehandeld volgens het principe van de natuurlijke selectie. Een hengst werd uitgekozen om zijn speciale eigenschappen en moest dan samen met een goede merrie een veulen produceren dat hopelijk deze eigenschappen versterkt in zich had. In Groningen fokte men vroeger paarden die sterk genoeg waren om op de boerderij de werktuigen te kunnen trekken en mooi genoeg om 's zondags de familie met het rijtuig naar de kerk te brengen. Omdat er weinig vervoersmogelijkheden waren, koos men dan vaak voor een hengst uit de omgeving, waardoor de populatie natuurlijk erg nauw werd: veel paarden in Groningen waren in de verte familie van elkaar. Later bracht men steeds meer vers bloed in via hengsten uit andere gebieden zoals Oost-Friesland, Oldenburg en Holstein. Deze mix van erfelijke eigenschappen heeft uiteindelijk geleid tot het Groningerpaard, dat de basis is geworden van het huidige KWPN- en NRPS-paard. Het zuivere Groninger paard probeert men nu weer terug te fokken om ervoor te zorgen dat dit ras met zijn specifieke eigenschappen niet verloren gaat. Hiervoor is zelfs een apart stamboek opgericht: de Vereniging Het Groninger Paard.

---

Hoe meer het mogelijk werd om paarden over grotere afstanden te vervoeren, des te meer keuzemogelijkheden waren er voor merrie en hengst. Tegenwoordig speelt afstand al helemaal geen rol meer, omdat de hengst niet vervoerd hoeft te worden. Het sperma wordt over het gehele land vervoerd, terwijl ingevroren sperma de hele wereld over kan reizen.

**Vragen 1.1**

- a Wanneer spreken we over een populatie?
- b Leg in het kort uit wat Charles Darwin bedoelde met 'survival of the fittest'.
- c Noem een voorbeeld van een paardenstamboek dat je een populatie zou mogen noemen. Leg ook uit waarom dit zo is.

## 1.2 Ontdekking van de erfelijkheidsleer (genetica)

De wetenschap dat bijna alle kenmerken worden bepaald door erfelijke eigenschappen, werd ontwikkeld door de Oostenrijkse monnik Johann Gregor Mendel (1822 - 1884), die proefjes deed in de kloostertuin met allerlei makkelijk te kweken planten zoals erwten. Hij ontdekte dat elk levend organisme erfelijk overdraagbare eigenschappen bezit en die doorgeeft aan zijn nakomelingen volgens bepaalde regels: de *wetten van Mendel*. In de negentiende eeuw kreeg deze ontdekking nog niet zoveel aandacht, maar na 1900 hebben andere wetenschappers de regels van Mendel opnieuw ontdekt en sindsdien heeft de erfelijkheidsleer een grote ontwikkeling doorgemaakt. Mendel ontdekte ook dat erfelijke eigenschappen zich op verschillende manieren kunnen uiten, omdat zij door de omgeving van het individu worden beïnvloed.

**Fig. 1.4**

Johann Gregor Mendel.



|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>genotype</i><br><i>fenotype</i> | <p>Mendel voerde de begrippen genotype en fenotype in. Het <i>genotype</i> is het totaal van alle aanwezige erfelijke eigenschappen in een individu. Het <i>fenotype</i> is wat je aan de buitenkant kunt waarnemen. Je zult ontdekken dat twee paarden die er hetzelfde uitzien (dus hetzelfde fenotype hebben) helemaal niet precies dezelfde erfelijke eigenschappen hoeven te hebben. De ene zwarte hengst zal altijd zwarte of bruine nakomelingen vererven bij vosmoeders, de andere hengst levert soms ook vosveulens. Dit komt doordat deze laatste hengst ook een vosfactor in zijn erfelijk materiaal heeft zitten. Deze zie je niet, maar hij is er wel.</p> <p>Het omgekeerde kan ook voorkomen: twee paarden met precies hetzelfde genotype kunnen een verschillend fenotype hebben. De oorzaak daarvan moet je dan zoeken in de verschillende omstandigheden waarin de twee paarden zijn opgegroeid. Twee individuen met exact dezelfde erfelijke eigenschappen, in de praktijk altijd een eenzijdige tweeling, kunnen er heel verschillend uitzien doordat ze bijvoorbeeld een verschillend voedselrantsoen hebben gehad, of bepaalde ziektes hebben gehad. Dit verschijnsel heet <i>modificatie</i>. De invloeden van buitenaf worden <i>milieu-invloeden</i> genoemd.</p> <p><i>modificatie</i><br/><i>milieu-invloeden</i></p> <p>De basisregel is: genotype + milieu = fenotype.</p> |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Niet alle eigenschappen zijn even gemakkelijk door het milieu te beïnvloeden. Een zwart paard wordt niet zo maar wit door invloeden van buitenaf. In dit geval is de milieu-invloed 0. Maar het milieu kan wel een sterke invloed hebben op de bespiering, schofthoogte of prestaties. In een volgende paragraaf zul je hier meer over te weten komen. Bij de erfelijkheid moet je je dus nooit te veel door de buitenkant laten leiden, de binnenkant kan er wel eens heel anders uitzien!

### Vragen 1.2

- Je ziet een bruin paard. Wat weet je nu over het fenotype?
- Weet je nu ook wat over het genotype?
- Hoe zou je nog meer over het genotype te weten kunnen komen?
- Noem milieufactoren die het fenotype van een paard kunnen beïnvloeden.
- Hoe zou je kunnen proberen om de vaak verwarrende invloed van het milieu zo veel mogelijk uit te sluiten?

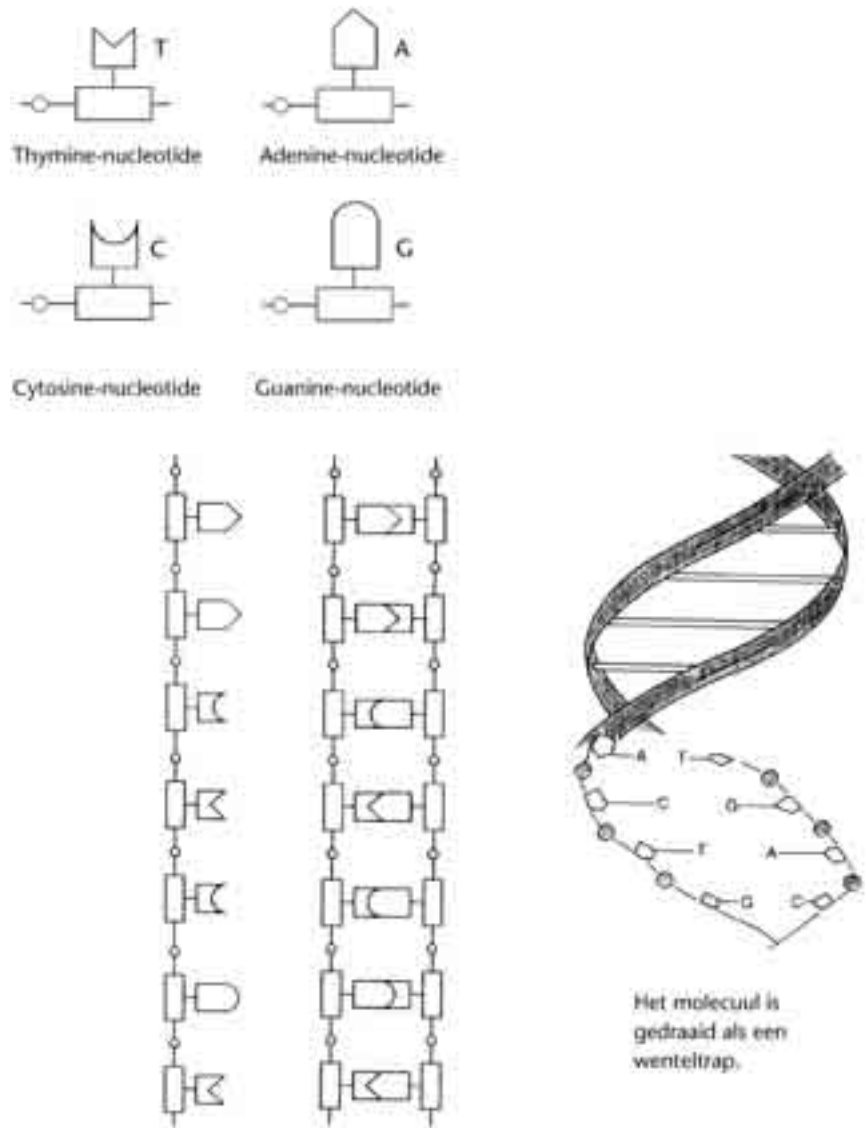
## 1.3 De chromosomen

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>chromosomen</i> | <p>Alle eigenschappen, dus ook de veranderingen in die eigenschappen, van een levend organisme worden gestuurd door zijn erfelijke informatie. In 1920 werd ontdekt dat in iedere cel materiaal zit waarop die erfelijke eigenschappen vastliggen: de <i>chromosomen</i>. Deze erfelijke informatie zit als codes op de chromosomen. Deze chromosomen bestaan uit DNA, een stof die weer uit een aantal verschillende bouwstenen is opgebouwd. Pas in 1963 werd ontdekt hoe de chromosomen precies zijn opgebouwd. Met deze ontdekking deed de hele wetenschap over erfelijkheid een enorme sprong voorwaarts. De biologen Crick en Watson hebben hier dan ook de Nobelprijs voor gekregen.</p> <p>Chromosomen bestaan uit dubbele DNA-ketens, die zijn opgebouwd uit afwisselend suiker- en fosfaatmoleculen. De twee ketens zijn bij de suikermoleculen aan elkaar gekoppeld met twee aan elkaar passende stikstofverbindingen (nucleotiden). Er zijn vier van dergelijke stikstofverbindingen die als koppelstuk kunnen dienen. Volgens de laatste wetenschappelijke gegevens zitten er in het totale DNA van een lichaamscel van het paard 2,2 miljard van zulke koppelingen. Een complete DNA-keten heeft het model van een touwladder, die als een kurkentrekker gedraaid is. Deze zeer lange</p> |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

moleculen zitten zo stijf in elkaar gedraaid, dat ze er onder de microscoop uitzien als kleine staafjes, die elk een eigen vorm en afmeting hebben.

**Fig. 1.5**

Bouw van een chromosoom: schematisch is een stukje van een DNA-keten weergegeven met daarin de verschillende stikstofkoppelingen (nucleotiden). Deze ketens zijn gedraaid als een wenteltrap.



De vier verschillende koppelstukken (stikstofbasen) worden weergegeven met de beginletters van hun naam: A (adenine), T (thymine), G (guanine) en C (cytosine). Een aantal van deze letters bij elkaar vormt de code voor een bepaalde erfelijke eigenschap. Dit noemen we een *gen*.

Er is een eindeloze variatie mogelijk in het totale aantal letters per gen en de volgorde van de verschillende letters. Eigenlijk is een gen dus een soort boek, dat geschreven is in een taal met maar vier letters. De erfelijke eigenschappen van paarden zijn vastgelegd in meer dan 100 000 verschillende genen, verdeeld over 32 chromosomen. Een hele boekenverzameling dus!

Je bent al eerder genen tegengekomen, bij de vererving van de haarkleur bij paarden. Zoals je nog wel weet, zijn er van elk chromosoom twee exemplaren aanwezig in iedere cel van het organisme (in dit geval het paard). Deze twee chromosomen vormen

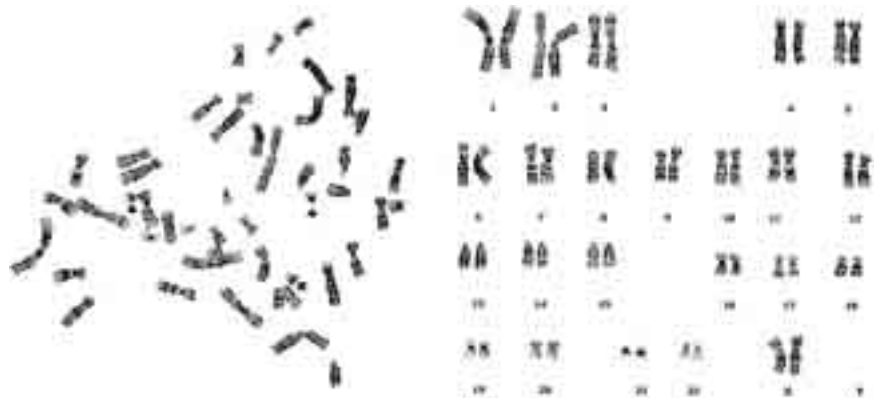
*homologe chromosomen*

een paar van zogenaamde *homologe chromosomen* (homo = gelijk). Op deze twee chromosomen zit dezelfde soort informatie, bijvoorbeeld over haarkleur, erfelijke afwijkingen, schofthoogte enzovoort. Maar de informatie hoeft niet precies hetzelfde te zijn; denk maar aan de haarkleur. Op de twee chromosomen van een ander homologo paar zit dan weer informatie over andere eigenschappen. Een paard heeft in elke cel 32 verschillende chromosomen, dat betekent dus dat er in elke lichaamscel van het paard  $2 \times 32 = 64$  chromosomen zitten.

**Fig. 1.6**

Chromosoombeeld van een lichaamscel van de mens met  $2 \times 23$  chromosomen.

Links: beeld in de cel.  
Rechts: gerangschikt per homologo paar.



De plaats van een gen op een bepaald chromosoom ligt vast. Hetzelfde geldt voor de eigenschap waarvoor het gen de code bevat. Maar hoe die eigenschap precies gecodeerd is, kan verschillen. Een paard kan bijvoorbeeld op het ene chromosoom de codering hebben voor roan (onveranderlijke schimmel) en op het andere chromosoom van hetzelfde type de codering voor niet-roan. Deze kleine codeverschillen bij een gen noemen we de *allelen*. In dit geval heeft het paard dus een allel voor roan en een allel voor niet-roan. Hoe het paard er uitziet (fenotype), hangt af van welk van de twee allelen het sterkst is.

*allelen*

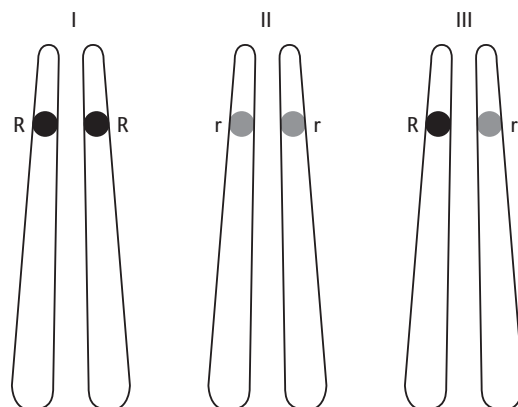
*homozygoot*  
*heterozygoot*

Wanneer een paar chromosomen hetzelfde allel bevat, spreken we over *homozygoot* (homo = gelijk), bij verschillende allelen over *heterozygoot* (hetero = verschillend).

**Fig. 1.7**

Homologe chromosomen.

I: homozygoot dominant,  
II: homozygoot recessief,  
III: heterozygoot.



Eigenlijk zou je een chromosoom kunnen vergelijken met een boekenplank met daarop een groot aantal boeken, de genen. Dat betekent dus voor het paard dat er 32 boekenplanken zijn met in totaal meer dan 100 000 boeken erop. Daarnaast zijn er dan nog eens 32 boekenplanken met gedeeltelijk dezelfde boeken erop, maar vaak ook iets andere boeken over hetzelfde onderwerp.

De wetenschap heeft al veel onderzoek gedaan naar de ligging en de samenstelling van de genen op de verschillende chromosomen bij de mens. Alle genen worden daardoor als het ware in kaart gebracht. Ieder individu, of het nu een mens is of een paard, krijgt zo een unieke 'DNA-vingerafdruk'. Je zou het kunnen vergelijken met een streepjescode.

Zo'n DNA-vingerafdruk kan ook heel goed dienen voor de identificatie van een individu.

**Fig. 1.8**

*Ieder individu zijn eigen  
DNA-streepjescode?*



**Vragen 1.3**

- a Bekijk figuur 1.5 goed en noteer welke dwarsverbindingen er in het stukje chromosoom zitten. Wat valt je op?
- b Waarom denk je dat er van ieder chromosoom twee exemplaren in iedere cel zitten?
- c In principe heeft ieder mens en dier zijn eigen DNA-patroon. Lopen er mensen of dieren rond die hetzelfde DNA-patroon hebben? Verklaar je antwoord.

## 1.4 Kwalitatieve eigenschappen

*kwalitatieve eigenschappen*

Eigenschappen die gemakkelijk te herkennen en te beschrijven zijn, en die meestal maar op een of enkele genen berusten, zijn *kwalitatieve eigenschappen*. Deze erfelijke eigenschappen worden in hun uiterlijke verschijningsvorm (fenotype) ook niet beïnvloed door het milieu. Een voorbeeld daarvan is de haarkleur. De regels die Mendel ontdekte, kunnen op dit soort eigenschappen worden toegepast.

Een heleboel regels die bij de erfelijkheidsleer gelden, kunnen het gemakkelijkst geïllustreerd worden aan de hand van de kleurvererving bij paarden.

Je weet al dat een gen twee verschillende uitdrukkingsvormen (allelen) kan hebben, waarvan het ene allel meestal sterker is dan het andere. Het sterkste allel geef je aan met een hoofdletter, de ander met een kleine letter. Het gen voor de haarkleur roan/niet-roan kan het allel voor de haarkleur roan (onveranderlijke schimmel) bevatten. Dit wordt aangegeven met een R. Het allel niet-roan met een r. Roan geef je aan met een hoofdletter omdat het *dominant* vererft. Dat betekent dat het bij aanwezigheid tot uiting komt en een eventuele r op het andere chromosoom overheerst. Het allel r noem je *recessief*. Dit betekent dat dit gen wijkt voor (overheerst wordt door) zijn dominante tegenspeler. Of het allel r aanwezig is, is niet te zien wanneer de dominante factor ook aanwezig is. RR en Rr betekent dat een paard roan is, rr geeft niet-roan (= effen). In het eerste geval heeft het paard op beide chromosomen R, in het tweede geval bevat het ene chromosoom R en het andere r, in het laatste geval bevatten beide chromosomen een r.

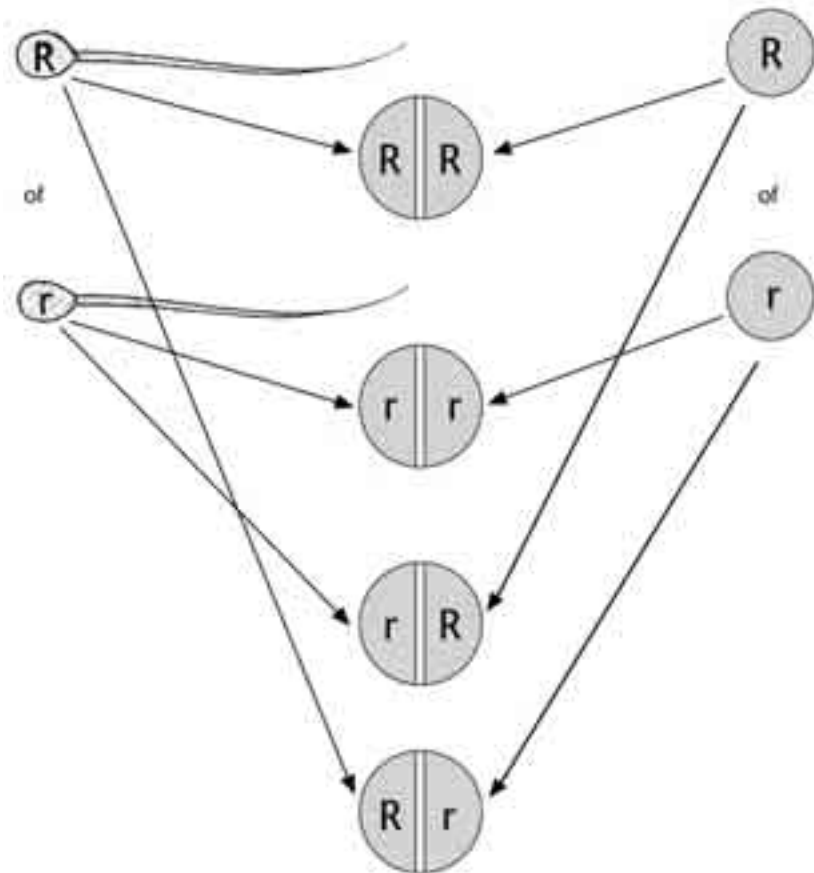
**Fig. 1.9** Verschillende genotypen en fenotypen bij de kleurfactor roan. Van links naar rechts: RR + zwart = zwart-roan; Rr + zwart = zwart-roan; rr + zwart = effen zwart.



*reductiedeling*

Bij de vorming van de geslachtscellen, eicellen en sperma dus, komt in iedere geslachtscel nog maar een van elk paar chromosomen terecht. Dit gebeurt tijdens de *reductiedeling* (ook wel meiose genoemd). Geslachtscellen van paarden bevatten dus altijd 32 chromosomen. Na de bevruchting (de versmelting van de twee geslachtscellen) bevatten de cellen van het veulen dan gewoon weer 64 chromosomen. Doordat bij de bevruchting chromosomen van de moeder worden gecombineerd met chromosomen van de vader, ontstaan er nieuwe combinaties van erfelijke eigenschappen. De nakomeling kan daardoor een ander uiterlijk hebben dan zijn ouders.

**Fig. 1.10**  
Vorming van de  
geslachtscellen bij twee  
roan-ouders.

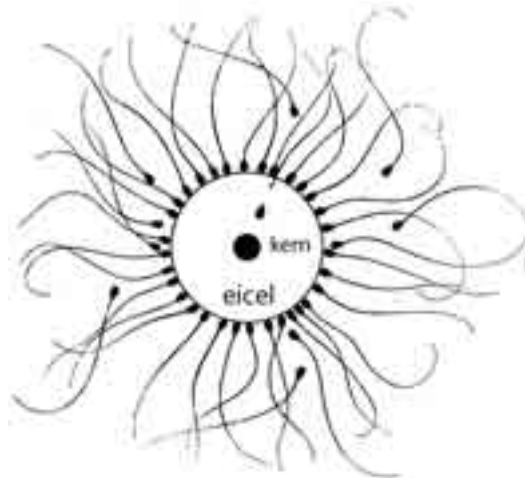


*gewone celdelingen*

Nadat tijdens de versmelting van een spermacel en een eicel weer een cel met 64 chromosomen is gevormd, zal hieruit door *gewone celdelingen* (ook wel mitose genoemd) het veulen groeien. Bij deze gewone delingen krijgen alle nieuw gevormde cellen het complete pakket chromosomen mee.

**Fig. 1.11**

Eicel met daaromheen een heleboel spermacellen. Een spermacel is binnengedrongen om met de inhoud van de eicel te versmelten. Andere spermacellen kunnen nu niet meer binnendringen.



**Vragen 1.4**

- Hoe is het mogelijk dat een veulen een totaal ander fenotype heeft dan zijn twee ouders?
- Kun je nog andere kwalitatieve eigenschappen bij paarden noemen behalve haarkleur?
- Waarom moeten de geslachtscellen via een speciale deling gevormd worden, waardoor ze nog maar de helft van het normale aantal chromosomen bevatten?

## 1.5 De monogene vererving

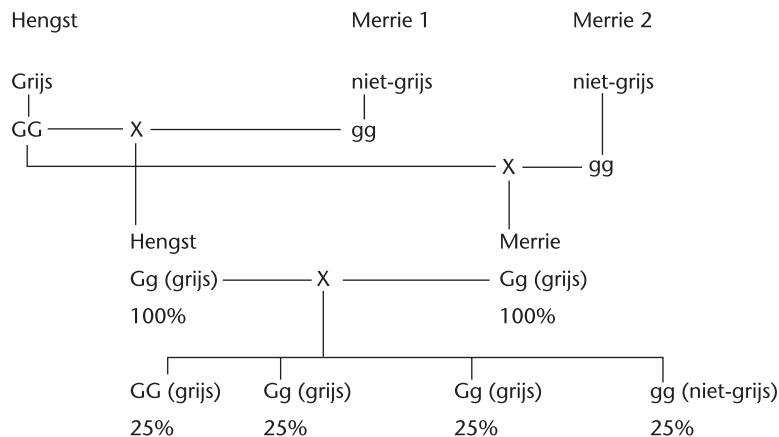
*monogene kruising*

Bij een kruising waarbij je alleen maar kijkt naar de vererving van een erfelijke eigenschap die berust op slechts een gen, spreek je van een *monogene kruising* (mono = 1) of monohybride kruising. Je kijkt in dit geval naar de vererving van de kleur grijs/niet grijs. Deze kleur wordt ook wel aangeduid met de term veranderlijke schimmel. G = grijs en g = niet-grijs. Deze kleur zorgt ervoor dat een paard dat bijvoorbeeld zwart geboren wordt, gedurende zijn leven steeds witter wordt. Je noemt zo'n paard dan grijs, zwart geboren. Ditzelfde kan ook met bruin geboren of vos geboren. Het betekent wel, dat je deze eigenschap nog niet direct aan het veulen kunt zien.

Je kunt je voorstellen dat er heel veel verschillende combinatiemogelijkheden zijn voor het gen grijs/niet-grijs tussen hengst en merrie.

$GG \times GG$ ,  $GG \times Gg$ ,  $GG \times gg$ ,  $Gg \times GG$ ,  $Gg \times Gg$ ,  $Gg \times gg$ ,  $gg \times GG$ ,  $gg \times Gg$ ,  $gg \times gg$ .  
De haarkleur van het veulen dat uit deze combinaties komt, is soms voor 100% zeker te voorspellen, soms is er een bepaalde kansverdeling.

**Fig. 1.12**  
Pas in de tweede generatie komt de niet-grijze factor weer te voorschijn in 25% van de veulens.



### Vragen 1.5

- Probeer nu zelf eens te voorspellen wat de kans op een niet-grijs veulen is, wanneer de vader Gg was en de moeder gg.
- Geef alle oudercombinaties die een niet-grijs veulen kunnen opleveren en geef bij elk ook aan hoeveel kans er is op zo'n veulen.

## 1.6 Schematische voorstelling van een kruising

Een kruising is heel overzichtelijk weer te geven door gebruik te maken van letters. Dat heb je in paragraaf 1.5 al kunnen zien. Deze letters worden dan in een zogenaamd *dambordschema* gezet. Voor het opstellen van zo'n schema gelden vaste regels:

- Een gen wordt aangegeven met een letter, in bovenstaand voorbeeld de letter G voor de grijze haarkleur. De hoofdletter gebruik je voor het dominante allel, de kleine letter voor het recessieve allel.
- Elke eigenschap wordt met twee letters aangegeven, omdat elke eigenschap in een lichaamscel in tweevoud aanwezig is. Bijvoorbeeld GG = grijs.
- In de geslachtscellen (sperma of eikel) is de eigenschap in enkelvoud aanwezig. Daarvoor gebruik je dus 1 letter. Bijvoorbeeld G of g.
- De volgorde van opstellen is:
  - de ouderdieren, aangegeven door de letter P (parentes = ouders), het vaderdier voorop;
  - de geslachtscellen van de ouders;
  - de eerste generatie na kruising, de F<sub>1</sub> (filii = kinderen);
  - de geslachtscellen van deze eerste generatie;
  - de tweede generatie na kruising = F<sub>2</sub> enzovoort.

Het voorbeeld van de kruising tussen de grijze hengst en de niet-grijze merrie komt er nu als volgt uit te zien.

**Fig. 1.13**  
Dambordschema  
monogene kruising.

|                                     |            |                 |                 |
|-------------------------------------|------------|-----------------|-----------------|
| P                                   | GG (grijs) | X               | gg (niet-grijs) |
| Geslachtscellen                     | G          |                 | g               |
| F <sub>1</sub>                      | Gg (grijs) |                 |                 |
| F <sub>2</sub>                      |            |                 |                 |
| <div><div>♂</div><div>♀</div></div> | G          | g               |                 |
| G                                   | GG (grijs) | Gg (grijs)      |                 |
| g                                   | Gg (grijs) | gg (niet-grijs) |                 |

Van de F<sub>2</sub> is 1/4 deel GG, dus grijs; 1/4 deel gg, is niet-grijs en 2/4 deel Gg, is eveneens grijs.  
Het maakt niet uit welk allel van de moeder komt en welk van de vader. Het resultaat zal gelijk zijn.

Om uit te zoeken wat er uit bepaalde combinaties kan komen, is het altijd het gemakkelijkst een schema te maken van de verschillende mogelijkheden.

**Fig. 1.14**  
Kruisingsschema  
GG × Gg.

|           |                 |           |    |
|-----------|-----------------|-----------|----|
|           |                 | Merrie Gg |    |
|           | Geslachtscellen | G         | g  |
| Hengst GG | G               | GG        | Gg |
|           | g               | GG        | Gg |

fokzuivere dieren

Je ziet nu dat uit de combinatie GG × Gg (de vader noemen we altijd eerst bij dieren) altijd een grijs veulen komt. G is namelijk dominant en die krijgt het veulen altijd van zijn vader en in de helft van de gevallen ook van zijn moeder. De merrie is niet fokzuiver voor deze eigenschap: ze heeft naast de dominante G ook een recessieve g. De merrie is voor deze eigenschap heterozygoot. *Fokzuivere dieren* zijn altijd homozygoot. Ze hebben tweemaal dezelfde code voor het gen. Daardoor kun je altijd zien wat hun erfelijke aanleg is en wat ze zullen doorgeven aan het nageslacht: GG geeft grijs, gg geeft niet-grijs. Bij heterozygote dieren kun je altijd voor verrassingen komen te staan.

**Fig. 1.15**  
Kruisingsschema  
Gg × Gg.

|           |                 |           |    |
|-----------|-----------------|-----------|----|
|           |                 | Merrie Gg |    |
|           | Geslachtscellen | G         | g  |
| Hengst Gg | G               | GG        | Gg |
|           | g               | Gg        | gg |

---

Vader en moeder waren allebei grijs (Gg). Je ziet nu dat in een kwart van de gevallen een niet-grijs veulen geboren wordt. Deze aanleg was in vader en moeder verborgen aanwezig. Je kunt dan zeggen: in het genotype zit een eigenschap die in het fenotype niet te zien is. Dergelijke dieren zijn voor deze eigenschap niet fokzuiver. Je kunt je voorstellen dat dat in heel veel gevallen voor onaangename verrassingen kan zorgen.

- Vragen 1.6**
- a Maak een kruisingsschema voor de kruising roan vader (RR) met effen moeder (rr) en vertel hoeveel procent kans er in de  $F_2$  is op een roan veulen.
  - b Hoe ziet een veulen in de  $F_1$  eruit?
  - c Hoe ziet het schema eruit wanneer de vader effen (rr) was en de moeder roan (RR)?
  - d Wat is je conclusie uit de antwoorden op de vorige drie vragen?

## 1.7 De wetten van Mendel

Uit wat in de vorige paragrafen is besproken, zijn drie regels af te leiden, die bekend staan als de wetten van Mendel.

- |                           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>uniformiteitsregel</i> | 1 | <i>Uniformiteitsregel</i><br>Als men twee homozygote planten of dieren die in slechts een eigenschap van elkaar verschillen, kruist, dan zijn de jonge planten of dieren die uit deze kruising ontstaan allemaal genetisch (erfelijk) aan elkaar gelijk.                                                                                                          |
| <i>splitsingsregel</i>    | 2 | <i>Splitsingsregel</i><br>Als men de $F_1$ die uit bovenstaande kruising is ontstaan onderling met elkaar kruist, dan ontstaat in de $F_2$ een splitsing, waarbij 25% genetisch gelijk is aan de ene kruisingsouder, 25% genetisch gelijk aan de andere kruisingsouder en 50% genetisch gelijk is aan de $F_1$ . De splitsingsverhouding is dus 1 : 2 : 1.        |
| <i>dominantieregel</i>    | 3 | <i>Dominantieregel</i><br>Bij kruising van twee homozygote ouders die in slechts een eigenschap van elkaar verschillen, lijkt de eerste kruisingsgeneratie volkomen op de dominante ouder. In de tweede generatie ontstaat in het fenotype een splitsingsverhouding van 3 : 1. 75% heeft het uiterlijk van de dominante ouder en 25% dat van de recessieve ouder. |

- Vragen 1.7**
- Je kruist de hengst AA met de merrie aa. A is dominant over a.
- a Wat kun je volgens de wetten van Mendel zeggen over de eerste generatie nakomelingen?
  - b Wat kun je volgens de wetten van Mendel zeggen over het genotype en het fenotype van de nakomelingen in de tweede generatie (de  $F_2$ )?
  - c Wat is volgens de wetten van Mendel het fenotype van de  $F_1$ ?

---

## 1.8 Digene vererving

### *digene kruising*

Het komt bijna niet voor dat er twee individuen te vinden zijn die maar in een eigenschap van elkaar verschillen. Meestal zijn er heel veel erfelijke verschillen tussen twee dieren van dezelfde soort. Hoe de vererving verloopt als je kijkt naar een kruising waarin twee genen een rol spelen (*digene kruising* of dihybride kruising,  $di = 2$ ), is te zien bij de kleurvererving van de basiskleuren zwart, bruin en vos.

De genen die invloed uitoefenen op het pigment krijgt ieder paard van zijn vader en zijn moeder. Ze worden aangeduid met een code. Deze code voor de kleur zwart is een B (Engels: black). Een fokzuiver paard voor de kleur zwart is dus BB. Hij heeft een B van zijn moeder en een B van zijn vader gekregen. Dit paard is fokzuiver voor de kleur zwart omdat het in de geslachtscellen, die altijd maar een van de twee codes bevatten, altijd een B doorgeeft aan het nageslacht. Een niet-fokzuiver paard voor zwart zou de codering Bb hebben, maar dit komt in Europa eigenlijk nooit voor, wel af en toe in Amerika.

Alle bruine paarden hebben een gen met de code A (Frans: agouti = bruin). Dit zorgt ervoor dat bij een paard met de aanleg zwart (BB) een bruine kleur ontstaat op het lichaam, maar de onderbenen, de staart en de manen blijven zwart. Een bruin paard heeft dus A en B. Een zwart paard heeft wel B, maar geen A. De hoofdletters geven aan dat deze factoren dominant zijn. Een zwart paard moet dus wel een a hebben (recessief), want het bruine blijft verborgen. A betekent dus dat een paard met zwarte aanleg bruin wordt; a betekent dat hij zwart blijft.

Hoe ziet het genotype (de erfelijke codering) voor een zwart paard er dus uit? aaBB of aaBb. In beide gevallen is het paard zwart. Aan de buitenkant (het fenotype) is dus niet te zien hoe de erfelijke aanleg precies is.

Een bruin paard moet in ieder geval een A en een B hebben, dus hiervoor zijn er meer mogelijkheden: AABB, AaBB, AABb en AaBb. Het eerste voorbeeld is fokzuiver voor bruin, want dit paard zal in al zijn geslachtscellen altijd een A en een B doorgeven. De andere voorbeelden doen dat niet en kunnen dus bij het nageslacht voor verrassingen zorgen.

Nu blijkt er nog een probleem te zijn: een zwart paard heeft, behalve de B, nog een gen nodig om de zwarte kleur naar buiten te laten komen. Dit gen heeft de codering E (expressie). De code e betekent dan dat het zwart niet naar buiten kan komen. Dit wordt wel erg ingewikkeld, maar we kunnen de zaak vereenvoudigen door ervan uit te gaan dat elk paard altijd BB heeft. EEbB of EeBB levert dus een zwart paard op, eeBB laat de zwarte kleur niet naar buiten komen. De aanduiding BB in het genotype komt dus bij elk paard voor en om het niet ingewikkelder te maken dan nodig is, laten we die dus gewoon weg.

**Fig. 1.16**

Geslachtscellen bij verschillende genotypen.

De geslachtscellen bevatten altijd een B, die gecombineerd met de geslachtscellen van een ander paard weer een genotype met BB zullen vormen. Conclusie: E of e is belangrijk om te weten, B is er toch altijd, dus die kun je uit het genotype gewoon weglaten.

| Genotype        | EEBB      | EeBB     | eeBB      |
|-----------------|-----------|----------|-----------|
| geslachtscellen | altijd EB | EB en eB | altijd eB |

De aanwezigheid van E bepaalt dus of de zwarte aanleg ook werkelijk te zien is. Dat is wel een gek idee: elk paard heeft dus een erfelijke aanleg voor zwart, ook al heeft hij soms een totaal andere kleur. Als dat zo is (een paar uitzonderingen in Amerika vergeten we maar even), wordt een zwart paard dus aaEE of aaEe. Als dit laatste paard geslachtscellen maakt zijn die voor 50% aE en voor 50% ae. Kruisen we deze met een fokzuivere zwarte (aaEE), die 100% aE geslachtscellen heeft, dan is er voor het veulen 50% kans op de combinatie aE met aE (= aaEE) en 50% kans op de combinatie ae met aE (= aaEe). In beide gevallen zal het veulen zwart zijn. Toch kunnen er voskleurige veulens geboren worden uit twee zwarte ouders. Hoe dat kan, zul je zo direct zien.

Je weet nu, dat een paard in ieder geval een E moet hebben om zwart pigment te kunnen aanmaken. Heeft hij ook een A, dan wordt hij bruin.

Voor een bruin paard zijn er dan dus de volgende mogelijkheden: AAEE, AaEE, AAeE of AaEe. En een vos dan? Een vos is niet zwart, heeft dus geen E, hij is ook niet bruin, want dat kan alleen als een A en een E samenwerken. Voor een vos blijven dan de volgende mogelijkheden over: aaee, AAee en Aaee.

Samenvattend komt het er dus op neer dat een paard met ee altijd vos is, een zwart paard altijd aa heeft en een bruin paard moet tenminste een A en een E hebben.

Nu gaan we eens kijken hoe groot de kans is op een voskleurig veulen uit twee zwarte ouders. Je weet dat de ouders aaEE of aaEe kunnen zijn. Alleen als beide ouders van het type aaEe zijn, kan er een voskleurig veulen geboren worden, want voor een vos zijn twee e's nodig. Zij leveren elk in hun geslachtscellen voor 50% ae.

**Fig. 1.17**

Kruisingsschema van een zwarte hengst en een zwarte merrie, beide niet fokzuiver.

|        |                 | Hengst |      |
|--------|-----------------|--------|------|
|        | Geslachtscellen | ae     | aE   |
| Merrie | ae              | aaee   | aaEe |
|        | aE              | aaEe   | aaEE |

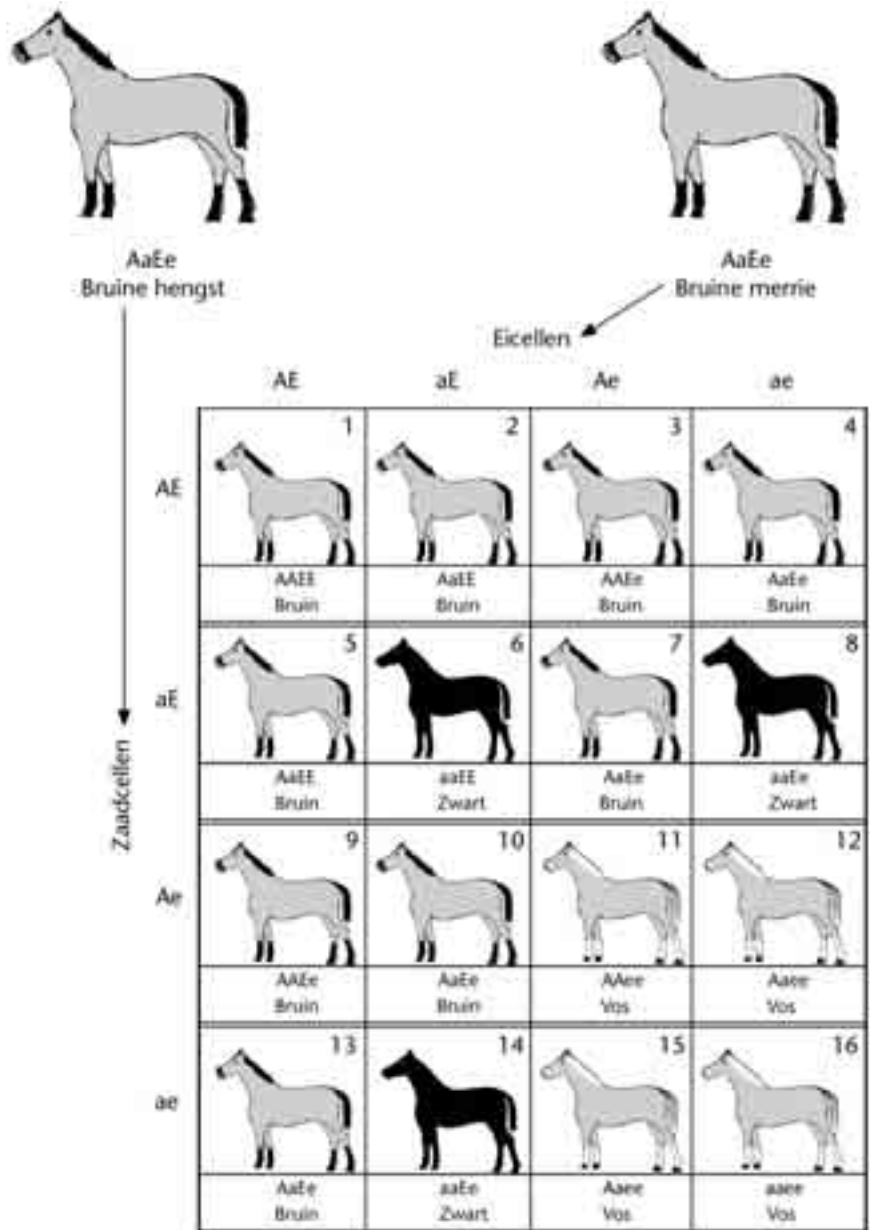
Je ziet dat maar in een van de vier gevallen een combinatie van geslachtscellen optreedt die ervoor zorgt dat een voskleurig pigment wordt aangemaakt. De kans is dus 25%. En deze kans treedt alleen op als beide ouders een e hebben. Deze kun je niet zien, want zwart is zwart en daarvoor is een E al voldoende.

De grootste variatie in mogelijkheden krijg je natuurlijk bij een kruising tussen een hengst en merrie die beide voor allebei de genen niet fokzuiver zijn.

Dit zijn beide bruine paarden: AaEe × AaEe. Beide hebben zij in hun geslachtscellen vier mogelijke combinaties: AE, Ae, aE en ae. Als je hier een dambordschema van maakt, komen daar de volgende combinatiemogelijkheden uit.

**Fig. 1.18**

Kans op verschillende fenotypen bij de kruising van twee niet-fokzuivere paarden.



Je ziet nu dat uit twee bruine ouders die beide niet fokzuiver zijn bruine, zwarte en vosveulens geboren kunnen worden. De kans daarop is voor bruin  $9/16 = 57\%$ , voor zwart  $3/16 = 18\%$  en voor vos  $4/16 = 25\%$ .

Als je wilt voorspellen welke kleur een veulen van een bepaalde hengst en merrie zal hebben, zul je dus meer moeten weten dan alleen de kleur van de beide ouders, want je hebt gezien dat er nog verschillende mogelijkheden zijn. Het genotype kun je niet aan de buitenkant zien. Daarvoor moet je dan ook nog weten hoe bijvoorbeeld andere nakomelingen van dezelfde ouders eruit zien, of misschien weet je wel hoe de ouders van de ouders eruit zagen. Zo kun je beetje bij beetje de puzzel compleet maken en een redelijke kans hebben dat je voorspelling uitkomt.

### Vragen 1.8

- a Twee paarden zien er praktisch hetzelfde uit. De een heeft in zijn signalementsbeschrijving staan: zwart roan, de andere heet grijs, zwart geboren. Hoe zou je kunnen zien welke beschrijving bij welk paard hoort?
- b Een bruine merrie wordt gedekt door een fokzuivere zwarte hengst. Is het mogelijk dat hieruit een voskleurig veulen wordt geboren? Licht je antwoord toe.
- c Welke genotypen kun je opschrijven voor een zwarte roan? Welk genotype is fokzuiver? Hoe kunnen zijn beide ouders er uitgezien hebben? Probeer zoveel mogelijk verschillende genotypen uit.

## 1.9 Polygene vererving

*polygene kruisingen*

We spreken van een monogene kruising wanneer we kijken naar de vererving van slechts een gen. Op dezelfde manier kun je spreken van digene kruisingen als je kijkt naar twee genen en van trigene kruisingen als je kijkt naar drie genen. Het maken van een dambordschema wordt steeds ingewikkelder als je naar meer genen kijkt. Bij de digene kruising combineer je in zo'n schema al vier verschillende geslachtscellen van de hengst en vier verschillende geslachtscellen van de merrie tot zestien mogelijkheden. Bij een trigene kruising tussen een niet-fokzuivere hengst en merrie die beide grijs, bruin geboren zijn, zijn bij iedere ouder al acht verschillende geslachtscellen mogelijk: uit AaEeGg kan AEG, AeG, Aeg, AEg, aEG, aeG, aeg of aEg ontstaan. Het schema moet dan al  $8 \times 8 = 64$  hokjes groot worden. Dit is een hele klus, die gemakkelijk kan leiden tot vergissingen. Grotere schema's dan dit zijn eigenlijk al niet meer te maken. In de praktijk heb je natuurlijk te maken met heel veel verschillende eigenschappen. We spreken dan van *polygene kruisingen* (poly = veel). Zo'n schema zou wel heel groot worden. Alle verschillende genen op alle 64 paardenchromosomen kunnen zorgen voor miljarden verschillende fenotypen. Geen wonder dat er dus geen twee paarden (behalve dan af en toe een eenzielige tweeling) precies op elkaar lijken! Het maken van een schema kan wel heel handig zijn als je kijkt naar de vererving van iets speciaals, bijvoorbeeld kleur of een erfelijke ziekte.

### Vragen 1.9

- a Maak een dambordschema van een kruising tussen een zwarte roan hengst (aaEeRr) en een effen bruine merrie (AaEerr).
- b Hoe groot is de kans op een effen vosveulen?

## 1.10 Intermediaire vererving

Tot nu toe zijn we er voor het gemak van uitgegaan, dat genen altijd bestaan uit een dominant en een recessief allel. Je hebt dat al gezien bij de kleurvererving. Een paard is roan (onveranderlijke schimmel) wanneer er in ieder geval op een van de chromosomen een R zit. RR en Rr zijn roan, rr is niet-roan. De roan-factor vererft dus dominant. Een eventueel aanwezige r in het genotype is aan het fenotype niet waar te nemen. Alleen wanneer de R ontbreekt, bij rr, kun je aan het fenotype zien wat het genotype is. Niet alle eigenschappen vererven zo. Bij de vererving van kleur speelt soms de zogenaamde verdunningsfactor een rol. De basiskleuren komen dan in verdunde vorm voor. Meestal verkleuren staart en manen hierbij minder dan de lichaamsharen. We kennen de volgende verdunde kleuren:

- Smokey. Dit is zwart plus verdunning. Deze kleur loopt van grijsblauw tot grauwbrown.

- Valk. Dit is bruin plus verdunning. Op het lichaam zijn de dekharen okergeel van kleur, zodat de totale indruk geelgrijs wordt. Staart, onderbenen en manen zijn zwart met af en toe wat lichtere haren. Soms zie je hierbij ook een aalstreep en donkere horizontale strepen op de benen.
- Isabel. Dit is vos plus verdunning. Roomgeel tot goudkleurig. Je noemt dit palomino als de staart en manen licht van kleur zijn.

De kleur kan ook tweemaal verdund worden. Dan worden alle haren lichter, ook de manen en staart. Deze paarden hebben ook een roze huid. Deze kleuren komen niet zo vaak voor. Het pigment is bij deze paarden zo verdund, dat ook de iris van het oog verkleurt. Paarden met een dubbel verdunde kleur hebben altijd blauwe (glas)ogen en zijn vaak wat lichtschuw.

Deze verdunningsfactoren hebben de code D (D van dilution = verdunning). Een paard met eenmaal de verdunningsfactor wordt dan Dd (bijvoorbeeld: vos wordt isabel), tweemaal de verdunningsfactor wordt DD (vos wordt dan cremello). Paarden met DD hebben altijd blauwe ogen, doordat het aantal pigmentkorrels in de ogen ook verminderd is. Een paard dat geen verdunningsfactoren heeft, is dus dd. In dit geval kun je dus altijd aan het fenotype zien wat het genotype is. Hoe meer D, hoe meer verdunning. Dus:

- dd, geen verdunning;
- Dd, 1 × verdunning;
- DD, 2 × verdunning.

Over de basiskleur vos krijg je dus, afhankelijk van het aantal D's, drie verschillende fenotypen:

- vos + dd = vos;
- vos + Dd = isabel (lichte manen en staart);
- vos + DD = cremello (ook lichte robe).

Over de basiskleur zwart, krijg je:

- zwart + dd = zwart;
- zwart + Dd = smokey (grijsblauw/grauwbruin);
- zwart + DD = dubbelsmokey (bleekvaal).

En over de basiskleur bruin ten slotte:

- bruin + dd = bruin;
- bruin + Dd = valk (donkere staart en manen, lichtere robe);
- bruin + DD = perlino (lijkt veel op cremello).

Dit verschijnsel dat de heterozygoot als het ware een mengvorm is tussen de twee homozygoten, heet *intermediaire vererving*.

### Vragen 1.10

- Leg uit wat het verschil is tussen intermediaire vererving en dominante vererving.
- Paarden met een dubbele verdunningsfactor komen niet zo veel voor. Waarom denk je dat dat zo is?
- Welke oudercombinaties kunnen een smokey veulen geven?
- Hoe groot is de kans op een perlino veulen, wanneer vader en moeder allebei valk waren?

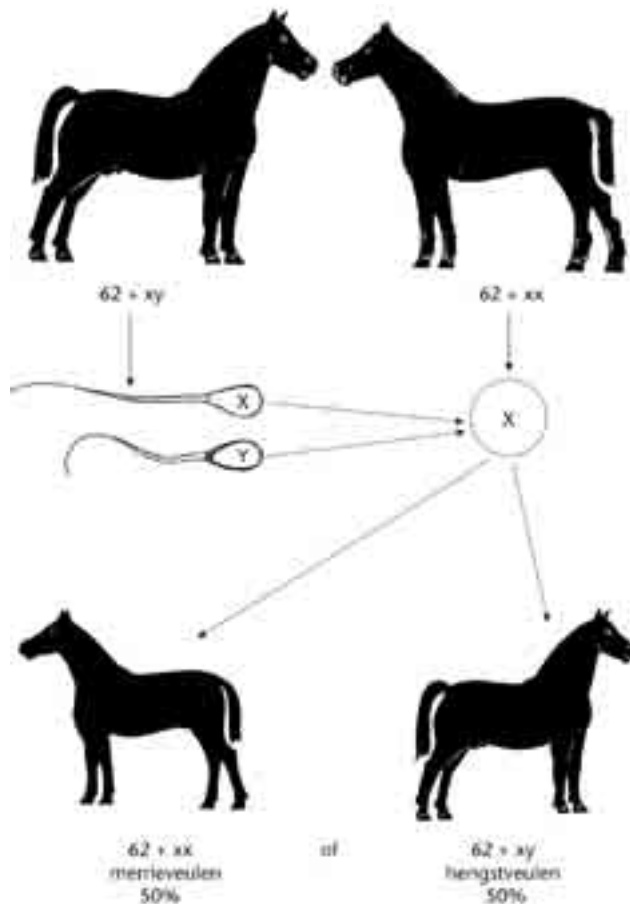
## 1.11 Geslachtschromosomen

Tot nu toe maakte het voor het genotype van het veulen niet uit of een bepaalde eigenschap van de vader of van de moeder afkomstig is. Een Rr (roan) hengst geeft bij een rr (niet-roan) merrie 50% kans op een Rr veulen en 50% kans op een rr veulen. Als de moeder Rr was geweest en de vader rr, was de uitkomst precies zo geweest. Er is echter een eigenschap bij het veulen die alleen door de vader wordt bepaald en dat is het geslacht. Hoe komt dat? Bij alle levende wezens waarbij sprake is van mannelijke en vrouwelijke individuen, worden van elk geslacht ongeveer evenveel geboren. De overerving van het geslacht wordt bepaald door een bepaald chromosomenpaar, de *geslachtschromosomen*. Bij het paard bestaat dus een van de 32 chromosomenparen uit twee geslachtschromosomen. Deze twee chromosomen zijn bij de hengst niet helemaal aan elkaar gelijk. We spreken over het X-chromosoom en het Y-chromosoom. Bij een merrie zijn er altijd twee X-chromosomen. De genotypen van de hengst en de merrie kunnen dus worden weergegeven als XY en XX.

Je begrijpt dat bij de productie van de geslachtscellen ook dit chromosomenpaar opgedeeld wordt. Een hengst produceert dus spermacellen waarin in 50% van de gevallen een X-chromosoom zit en in de andere 50% een Y-chromosoom. De merrie produceert eicellen waarin altijd een X-chromosoom zit. Schematisch ziet het er bij een kruising dus zo uit:

*geslachtschromosomen*

**Fig. 1.19**  
De vader bepaalt het geslacht van het veulen.



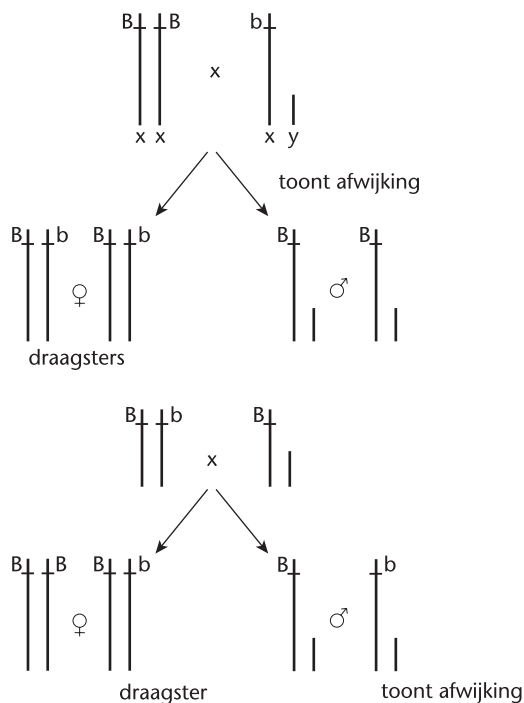
Je ziet dat er evenveel kans op een merrieveulen is als op een hengstveulen. Het sperma bepaalt dus of er bij de X van de moeder een X of een Y van de vader komt. Bevat de spermacel die de bevruchting uitvoert toevallig een Y, dan wordt het een hengstveulen, bevat het een X, dan wordt het een merrieveulen.

De geslachtschromosomen bevatten natuurlijk ook genen. Het Y-chromosoom is eigenlijk een niet helemaal ontwikkeld X-chromosoom, waarvan een heel stuk geen genen bevat. Het Y-chromosoom is als het ware leeg. Je kunt je dus voorstellen dat bepaalde eigenschappen die op het X-chromosoom zitten, bij merries anders tot uiting komen dan bij hengsten. Deze hebben tenslotte maar 1 X-chromosoom en hebben dus niet de mogelijkheid om eventuele probleemgenen die op het X-chromosoom zitten te compenseren op het andere bijbehorende chromosoom. Bij mensen zijn hiervan voorbeelden bekend zoals rood-groen-kleurenblindheid en bloederziekte. Deze problemen worden veroorzaakt door het recessieve allel van het gen. Doordat een vrouw op het andere X-chromosoom dit allel kan compenseren met een dominant allel dat de ziekte wegdrukt, hebben niet veel vrouwen deze ziekten. Zij kunnen wel drager zijn, dat wil zeggen, dat ze het recessieve allel wel hebben en het dus kunnen doorgeven aan het nageslacht. Zij tonen de ziekte alleen als ze op beide X-chromosomen het recessieve allel hebben. Mannen tonen de ziekte zodra ze het ene allel hebben op hun X-chromosoom. Daardoor komen er veel meer mannen voor met deze ziekten. Dit noemen we daarom *geslachtsgebonden eigenschappen*.

*geslachtsgebonden eigenschappen*

**Fig. 1.20**

De recessieve afwijking is  $b$ .  $X_bX_b$  toont de afwijking.  $X_BX_b$  is draagster maar toont de afwijking niet.  $X_BX_B$  toont de afwijking niet en is ook geen draagster.  $X_bY$  toont de afwijking.  $X_BY$  toont de afwijking niet.



Bij paarden zijn dit soort eigenschappen nauwelijks bekend. Men vermoedt dat een aandoening van het ruggenmerg die veroorzaakt wordt door afwijkende halswervels misschien een geslachtsgebonden erfelijk probleem bij paarden is. Deze aandoening veroorzaakt bij Arabische hengsten soms het zogenaamde Wobblereffect, waarbij langzamerhand verlamming van het kruis optreedt.

---

**Vragen 1.11**

- a Wanneer er een veulentje geboren wordt, is de kans op een hengstveulen even groot als de kans op een merrieveulen. Leg uit waarom dit zo is.
- b Waarom erven geslachtsgebonden eigenschappen niet net zo over als eigenschappen op andere chromosomen?

## 1.12 Erfelijke gebreken

Iets wat niet volmaakt is, wordt meestal een gebrek genoemd. Niemand, en dus ook een paard niet, is volmaakt. Op zich hoeft een gebrek nog niet te betekenen dat je niet met zo'n paard zou kunnen fokken, tenzij het gebrek ervoor zorgt dat het dier niet vruchtbaar is of niet in staat is een veulen ter wereld te brengen. Een merrie die door een verwonding kreupel is geworden, kan natuurlijk prima nog een veulen dragen.

*erfelijke gebreken*

Maar het is voor de fokkerij natuurlijk wel erg wanneer blijkt dat afwijkingen in bouw en functie worden doorgegeven aan de nakomelingen. We noemen dit dan *erfelijke gebreken*.

Van sommige gebreken bij paarden weten we dat ze erfelijk zijn. Deze gebreken zijn onder te verdelen in drie categorieën:

- 1 Letale erfelijke gebreken (letaal = dodelijk), het veulen kan niet zelfstandig leven.
- 2 Subletale erfelijke gebreken, het veulen heeft een sterk verminderde levensvatbaarheid.
- 3 Schadelijke gebreken. Het veulen ondervindt wel hinder van het gebrek, maar kan er zonder medische ingreep wel oud mee worden.

Erfelijke gebreken kunnen soms al voor de geboorte duidelijk worden. Andere worden pas duidelijk bij de geboorte of tijdens de opfok. Soms treedt het gebrek pas aan het licht bij het geslachtsrijp worden.

### Voorbeelden van (sub)letale erfelijke gebreken bij paarden

Deze gebreken komen soms vaker voor in bepaalde families.

- 1 Afgesloten endeldarm bij Percheron en het Oost-Friese paard. De veulens worden wel levend geboren, maar daarna kan de darm niet normaal functioneren en het veulen sterft.
- 2 Ontbreken van de huid en hoefjes. De veulens worden levend geboren.
- 3 Spieratrofie (spieren die steeds minder krachtig worden) en peesverkorting.
- 4 Ontbreken van de voorbenen.
- 5 Verkromming van de hals, afwijkingen aan de schedel. Meestal worden de veulens al dood geboren.
- 6 Veulenataxie. De veulens worden levend geboren en lijken gezond. Na een tijdje beginnen ze ongecoördineerd te bewegen en na twee tot drie dagen kunnen ze niet meer opstaan. Binnen een week sterven ze aan verlamming.
- 7 Albino's. Deze sterven enkele weken na de bevruchting en worden dus niet eens geboren. Dit komt vooral voor bij appaloosa's en roan-kleurigen. In Nederland zijn dit dus vooral het trekpaard en de Welsh pony.
- 8 Immuundeficiënties. De veulens kunnen dan geen enkele weerstand tegen ziektes opbouwen, ze vormen te weinig witte bloedlichaampjes. Ze worden gezond geboren en zolang ze maar antistoffen krijgen aangevoerd via de biest

---

en de moedermelk is er niets aan de hand. Na het spenen ontstaat er een probleem en sterven ze meestal tussen de derde en vijfde maand aan een of andere virus- of bacterie-infectie. Een voorbeeld van een dergelijk gebrek is SCID (Severe Combined Immuno Deficiency) bij een aantal Spaanse bloedlijnen van Arabische volbloeds. Het AVS test sinds kort alle goedgekeurde nieuwe hengsten op dit gebrek en het NRPS doet dat met alle goedgekeurde hengsten met 25% of meer Arabisch volbloed. Dit kan in dit geval vrij gemakkelijk via een DNA-onderzoek.

- 9 HYP (hyper periodic K-tekort). Dit is een erfelijk gebrek dat veel voorkomt bij de appoloosa, quarterhorse en andere western horses. Door een kaliumtekort in het bloed gaan de rode bloedlichaampjes dood. Het veulen sterft vlak na de geboorte. In dit geval vertoont dit recessief verervende gebrek zich soms ook bij heterozygote individuen. Dat wil zeggen dat een drager er ook problemen mee kan hebben. Vooral zwaarbespiede paarden, die er onder normale omstandigheden geen last van zouden hebben, kunnen in stress-situaties plotseling last van dit probleem krijgen en soms plotseling dood neervallen. Ook dit gebrek is bij een DNA-onderzoek aan te tonen.

### **Voorbeelden van ongewenste erfelijke gebreken**

Naast de letale gebreken zijn er ook nog andere, vaak als ongewenst beschouwde, erfelijke gebreken.

- 1 Varkensmond (te korte onderkaak).
- 2 Hazenhakachtige aandoeningen (spronggewricht).
- 3 Afwijkende kniegewrichten, vaak met afwijkende bewegingen of onvoldoende onderbrengen van de achterhand.

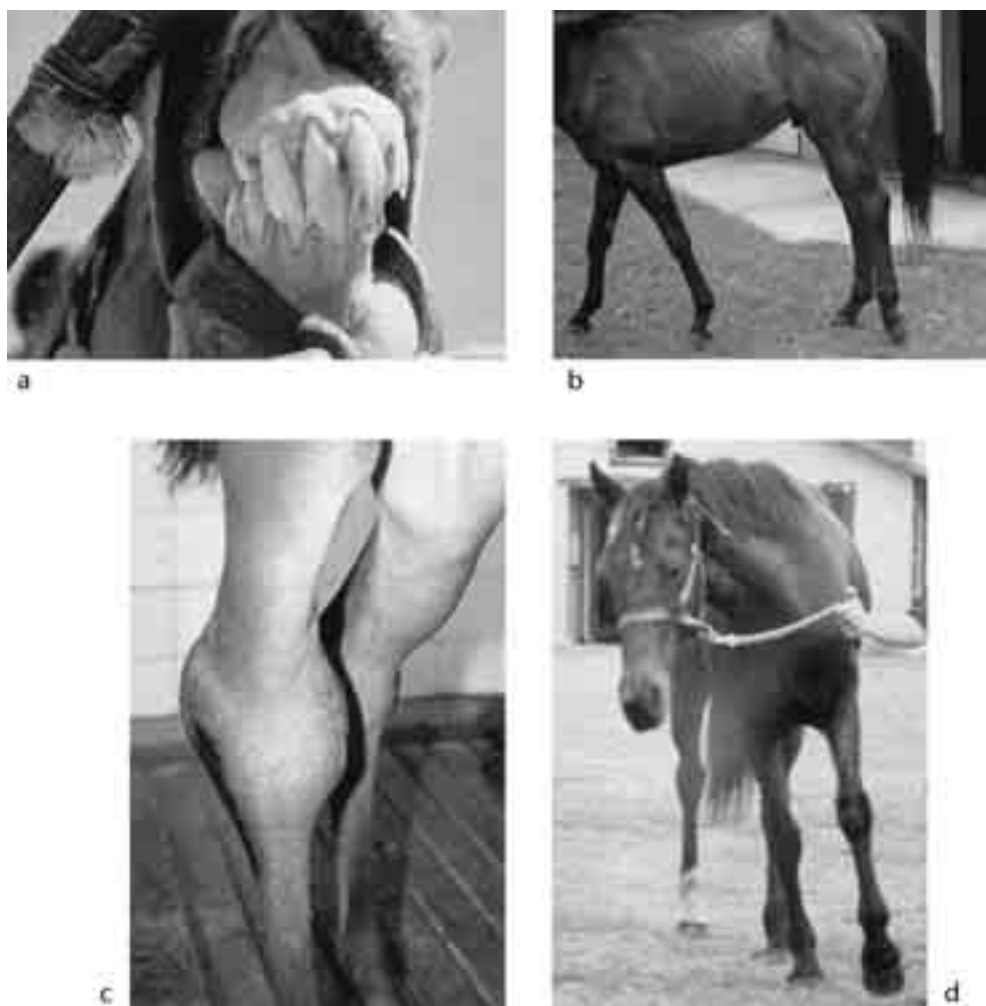
Deze drie afwijkingen komen vaker voor bij Nederlandse warmbloedpaarden die afstammen van Engelse volbloedhengsten of rijpaardhengsten van buitenlandse oorsprong. Bij het Nederlandse (basis)paard veel minder. Bij het KWPN en een aantal andere stamboeken worden merries met deze drie afwijkingen geweigerd voor stamboekopname en hengsten worden geweigerd voor de dekdienst.

- 4 Cornage (verlamming van de stembanden). In bepaalde families komt dit veel vaker voor dan in andere, en dan vooral bij paarden met een stokmaat hoger dan 1,70 m. Bij pony's is het nog niet vastgesteld. Bij verschillende stamboeken worden hengsten met dit gebrek niet toegelaten voor de dekdienst.
- 5 Cryptorchidie (klophengst). Een goedgekeurde dekhengst mag hier niet aan lijden. Dit geldt voor alle paarden- en ponystamboeken in Nederland.
- 6 Kruislamheid (wobblers). Dit is waarschijnlijk een geslachtsgebonden erfelijk gebrek, dat vooral in volbloedfamilies voorkomt.
- 7 Hanentred. Dit verschijnsel treedt nogal eens op in de hackney-fokkerij.
- 8 Melanoom (huidkanker bij grijze paarden). Vooral rond de anus is dit te zien.
- 9 Chronische bronchitis. Dit is weliswaar niet echt een gebrek, maar de gevoeligheid ervoor is wel erfelijk bepaald. Nakomelingen van lijders aan deze ziekte hebben een grotere kans het ook te ontwikkelen.
- 10 Oogafwijkingen en het ontbreken van een of beide ogen.
- 11 Dwerggroei bij het Friese paard.

- 12 Vosfactor bij het Friese paard. Aangezien het FPS alleen zwarte paarden accepteert, wordt de factor voor voskleur beschouwd als een ongewenst erfelijk kenmerk.
- 13 Misvorming van de voorbenen.
- 14 Gevoeligheid voor hoefkatrolontsteking.
- 15 Aanleg voor OC (osteocondritis) en OCD (osteocondrose dissecans). Hierdoor wordt afwijkend kraakbeen gevormd, vooral in de gewrichten.
- 16 Knieschijffixatie. Bij koudbloeden en Welsh komt dit nogal eens voor.

Behalve de hierboven genoemde erfelijke gebreken zijn er nog vele andere.

**Fig. 1.21** Diverse erfelijke gebreken: a) varkensmond, b) knieschijffixatie, c) OCD en d) Wobblersyndroom.



### Aangeboren afwijkingen

Natuurlijk berust niet elk gebrek dat een veulen bij de geboorte of daarna laat zien op een erfelijke basis. Tijdens de ontwikkeling in de baarmoeder zijn er ook veel invloeden van buitenaf die een rol kunnen spelen. Denk maar aan een aantal

virusziekten, geneesmiddelen, radio-actieve straling of giftige planten. Een veulen dat met een afwijking geboren wordt doordat dergelijke negatieve milieu-invloeden een rol hebben gespeeld tijdens de dracht, heeft een zogenaamd *aangeboren gebrek*. Dit is dus niet erfelijk.

### **Veulensterfte door hemolytische ziekte (geelzucht)**

Soms wordt er een veulen geboren dat prima gezond is, maar na een of twee dagen ziek wordt. De slijmvliezen in de mond en neus en ook op het oog worden geel en het veulen sterft. Hier zit vaak een erfelijk probleem achter dat je eigenlijk geen erfelijk gebrek kunt noemen. Het heeft namelijk te maken met de bloedgroepen van de hengst en de merrie. Je kunt het nog het best vergelijken met de resusfactor bij de mens. De meeste mensen zijn resus-positief en een klein percentage is negatief. Dat is bij paarden ook zo. Een nakomeling van een positieve vader en een negatieve moeder wordt positief, maar groeit in het lichaam van een negatieve moeder. Deze moeder gaat nu tegen haar eigen kind antistoffen aanmaken in haar bloed. Bij de mens beginnen de problemen al tijdens de zwangerschap, omdat het bloed van moeder en kind met elkaar in contact staat. Daardoor worden baby's vaak al helemaal geel geboren. Bij paarden gaat dat een beetje anders, omdat het bloed van de merrie tijdens de dracht niet rechtstreeks in contact komt met dat van het veulen. Als het veulen ter wereld komt, heeft het dus nog geen last van deze antistoffen. Zodra het gaat drinken bij de moeder gaat het fout, want de moeder geeft deze antistoffen nu rechtstreeks via de biest en de moedermelk van de eerste dagen aan het veulen, waardoor zij het veulen als het ware vergiftigt. De antistoffen vernietigen bij het veulen grote hoeveelheden rode bloedcellen, waardoor het ernstige bloedarmoede krijgt. De afbraakproducten veroorzaken de gele verkleuring. Het verzwakte veulen sterft aan geelzucht. Als je van te voren de bloedgroepen van merrie en hengst weet, kun je je daarop voorbereiden. Door het veulen de eerste paar dagen weg te houden van de moeder kan het probleem meestal voorkomen worden. Het KWPN en het FPS laten de bloedgroep van de hengsten vaststellen. Door een doordachte hengstkeuze kan dit probleem dus ook voorkomen worden. Een merrie die al eens een veulen verloren heeft door dit probleem, is vrijwel zeker negatief. Bij een volgend veulen zal ze hoogstwaarschijnlijk weer afweerstoffen gaan vormen.

### **Hoe vererft een gebrek?**

Als een dier een erfelijk gebrek heeft, is dit meestal enkelvoudig recessief aanwezig. Als we het gebrek voorstellen door de letter z, dan is een normaal dier ZZ of Zz en een dier met het gebrek zz. Twee gezonde dieren met genotype Zz hebben een kans van 25% op een veulen met het gebrek. Dit is voor de fokkerij heel vervelend. Dieren met genotype Zz zijn *drager* van het erfelijke gebrek: ze hebben het wel bij zich, maar laten het niet zien. Bij de keuze van fokdieren wordt altijd heel scherp gelet op mogelijk erfelijke gebreken. Iedere hengst wordt onderzocht op cornage en afgekeurd als dat nodig is. Dit heeft ervoor gezorgd dat er in Nederland niet meer zo veel cornagegevallen optreden. Dezelfde procedure wordt toegepast voor diverse beengebreken waarvan men vermoedt dat ze erfelijk zijn.

---

## Mutaties

Waar komen erfelijke gebreken vandaan? Je zou denken dat dit soort afwijkingen in de loop van de eeuwen wel verdwenen zouden zijn, omdat dieren met afwijkingen niet zo vaak meedoen aan de voortplanting. Erfelijke gebreken passen eigenlijk niet goed binnen de theorie van natuurlijke selectie en survival of the fittest.

*mutaties* Men neemt aan dat erfelijke gebreken meestal het gevolg zijn van plotselinge veranderingen (*mutaties*) in de coderingen van erfelijke eigenschappen op de chromosomen. Door allerlei omstandigheden kan een chromosoom beschadigd raken en daarna verkeerd gerepareerd worden. Daardoor verandert soms iets in de volgorde van de dwarsverbindingen in het DNA-molecuul, waardoor plotseling de code voor een nieuw gen ontstaat.

Als dit gebeurt in de geslachtscellen of tijdens de ontwikkeling van het embryo, ontstaat daardoor een individu met een nieuw gen.

## Het opsporen van factordragers

Je hebt in het voorgaande kunnen lezen, dat sommige gebreken aan te tonen zijn via een DNA-test. Meestal ligt het niet zo eenvoudig en zal pas in de nakomelingen blijken of een hengst drager is van een gebrek. Wanneer een gewilde hengstvader drager blijkt van een erfelijk gebrek, kan men testen of zijn zoons ook drager zijn door ze in te zetten als proefhengst. Je moet er namelijk van uitgaan dat 50% van de zoons ook drager zijn.

Met een zogenaamde proefparing kunnen dit soort verborgen gebreken aangetoond worden. Je kunt dan voorkomen dat zo'n hengst op grote schaal in de fokkerij gebruikt wordt en dus het gebrek doorgeeft. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden.

- De proefhengst (ZZ of Zz) wordt gepaard met merries waarvan je zeker weet dat ze als groep voor 50% draagster zijn, maar je weet niet welke merries ZZ en welke merries Zz zijn. Het zijn alle dochters van een hengst die zelf drager is. In de fokkerij van andere diersoorten, bijvoorbeeld in de rundveehouderij, wordt dit gedaan. Als je dit niet doet, en de vader zou Zz zijn, dan geeft hij de z aan de helft van zijn nakomelingen door. Deze nakomelingen worden dan op hun beurt weer drager voor dit gebrek. Het gebrek komt pas te voorschijn als toevallig ook de moeder drager (Zz) was. Maar dan is het onheil al geschied: heel veel nakomelingen zijn drager van het gebrek en kunnen dat ook weer verder verspreiden. Dit systeem om het dragerschap te ontdekken is in de paardenhouderij moeilijk uit te voeren, omdat men berekend heeft dat de proefhengst minstens vijftig merries zou moeten dekken. Bovendien zijn er voor betrouwbaar nakomelingenonderzoek per hengst 20 tot 30 nakomelingen nodig. Pas bij ongeveer twintig nakomelingen is de kans op een homozygoot recessief veulen (zz) uit twee ouders die drager (Zz) waren meer dan 99%.
- Het eventuele dragerschap kun je ook aantonen door de proefhengst te paren met merries die al eens een veulen met een gebrek hebben gegeven. Van die merries weet je zeker dat ze fokonzuiver (Zz) zijn. Als de hengst ook Zz is, is er een behoorlijke kans dat er een zz veulen wordt geboren. Ongeveer twintig inseminaties zijn dan genoeg om zekerheid te hebben.

- 
- Het snelst kom je natuurlijk achter een eventueel verborgen erfelijk gebrek bij de hengst, als je hem een merrie die het erfelijk gebrek toont (zz) laat dekken. Dan krijgt het veulen altijd een z van de moeder mee en in 50% van de gevallen een z van de vader als deze Zz is. In de praktijk is dit vaak niet uitvoerbaar, omdat een merrie met zz meestal de geboorte niet overleeft, of niet erg oud wordt. In de gevallen dat het wel kan, en je hebt voldoende merries van dit type, dan geven tien inseminaties voldoende zekerheid.

Gebreken die recessief overerven, zie je dus niet zolang ze niet fokzuiver aanwezig zijn. Ze zitten verborgen in een ogenschijnlijk gezond paard. En dan ook echt verborgen, op de chromosomen, zodat zelfs een röntgenfoto niets helpt.

Lastig is verder ook nog dat veel erfelijke gebreken het gevolg zijn van een samenspel van allerlei factoren en meestal zijn er meer genen bij betrokken. Het kan dus zijn dat een paard in bepaalde omstandigheden geen enkel probleem vertoont, terwijl een volle broer of zus van dit paard onder iets andere omstandigheden wel degelijk het probleem laat zien. Hier blijkt dus ook uit dat deze erfelijke gebreken vaak zwaar door milieuomstandigheden kunnen worden beïnvloed. Zodra een erfelijk gebrek wordt geconstateerd, moeten de ouderdieren worden uitgesloten van de fokkerij.

*geboorteregistratie*

In Nederland proberen de stamboekverenigingen de (proef)hengsten die drager zijn voor een erfelijk gebrek op te sporen met behulp van *geboorteregistratie*. Hiervoor wordt aan de paardenhouders gevraagd kaartjes in te vullen bij de geboorte van proefhengstveulens. Hierdoor worden geboorteproblemen geregistreerd, want op de kaartjes kunnen afwijkingen worden gemeld. Het is ook noodzakelijk voor deze registratie dat veulens met een erfelijk gebrek door een dierenarts worden beoordeeld, voordat ze worden opgeruimd.

## **Bewijs en aanduiding van een erfelijk gebrek**

Verdachte veulens moeten door de Gezondheidsdienst worden onderzocht. Een hengst wordt als verdacht beschouwd als er een veulen met een afwijking is geregistreerd. Bij twee veulens met een afwijking wordt de hengst definitief als drager beschouwd. Van allebei de veulens en hun moeders wordt een bloedgroepenpatroon vastgesteld om volledige zekerheid te krijgen over de afstamming. Als de vader een KI-hengst is, is van hem het bloedgroepenpatroon bekend. Tegenwoordig kan ook heel goed zekerheid verkregen worden over de afstamming via een DNA-test.

## **Frequentie van een erfelijk gebrek in een populatie**

*populatiegenetica*  
*wet van Hardy-Weinberg*  
*genfrequenties*

Het is mogelijk om de verspreiding van genotypen binnen een populatie vast te stellen. De wetenschap die zich hiermee bezighoudt, is de *populatiegenetica*. De belangrijkste regel die hierbij gebruikt wordt, is de *wet van Hardy-Weinberg*. Deze wet zegt dat in een populatie de percentages van de genen (*genfrequenties*) en de genotypen (*genotypefrequenties*) constant blijven van de ene generatie op de volgende. De genfrequentie van Z (= geen erfelijk gebrek) noemen we p, de genfrequentie van z (= erfelijk gebrek) noemen we q.  $p = 0,9$  wil zeggen dat in een populatie 90% kans is op Z. Een chromosoom bevat altijd informatie over deze erfelijke afwijking, dus als er geen Z is, moet er z aanwezig zijn. Dit betekent dat er maar 10% kans is op z, dus  $q = 0,1$ .

Conclusie:  $p + q = 1$

Het genotype ZZ mag je dus schrijven als  $p \times p = p^2$ .

---

Het genotype Zz wordt  $p \times q$  en het genotype zz wordt  $q^2$ .

De genotypefrequenties hebben dan volgens de wet van Hardy-Weinberg de volgende verhoudingen:  $ZZ : Zz : zz = p^2 : 2pq : q^2$ .

Met deze wet kun je dus berekenen en voorspellen hoe vaak bepaalde genotypen in een populatie voorkomen. In dit geval is dan vooral interessant om te weten hoeveel procent van de dieren in de populatie drager zijn van een erfelijk gebrek. Dit kan vrij eenvoudig, als je weet hoeveel dieren er geboren zijn met een erfelijk gebrek. Een rekenvoorbeeld:

Er zijn vijf veulens met een erfelijk gebrek (zz) geboren in een populatie van 1000 dieren.

Je kunt dan ook zeggen:  $q^2 = 0,005$ .  $q$  is dan de wortel van 0,005 is 0,07. Je weet dat  $p + q = 1$ , dus  $p$  is 0,93.

Het aantal dragers (Zz) van het erfelijke gebrek kun je nu berekenen. Dit is  $2pq$ , dus  $2 \times 0,93 \times 0,07 = 0,13$ . Dit betekent dat 13% van de populatie drager van het gebrek is. Op een populatie van duizend dieren, zijn dat er dus 130. Dat is een behoorlijk aantal. Deze dieren hebben misschien al lang weer nakomelingen en dus het gebrek weer verder doorgegeven.

De voorwaarde voor deze manier van berekenen is overigens wel dat binnen de populatie alle dieren in gelijke mate meedoen aan de paring, zonder dat er selectie plaatsvindt. In de fokkerij gebeurt dat laatste natuurlijk wel, maar de berekening geeft toch een aardig beeld van de aantallen dragers die binnen een populatie aanwezig zouden kunnen zijn.

### **Uitselecteren van erfelijke gebreken**

Je weet uit het voorgaande dat het mogelijk is om dragers van een erfelijk gebrek op te sporen en te registreren. Het is veel moeilijker om zo'n erfelijk gebrek uit de populatie (bijvoorbeeld een stamboek) te verwijderen. De dieren die het gebrek tonen (zz) kun je gemakkelijk uit de populatie halen en uitsluiten van verdere voortplanting. De dragers (Zz) zijn echter niet te onderscheiden van de fokzuivere (ZZ) gezonde dieren. Een recessief gebrek (z) kan dan ook generaties lang sluimerend (onzichtbaar, maar wel aanwezig) in een fokstal of populatie aanwezig blijven. Als er dan een dragerhengst (Zz) wordt gebruikt, komt het sluimerende gebrek na vele generaties weer te voorschijn. Het is dus belangrijk om te voorkomen dat zo'n gebrek in een populatie aanwezig is. Vooral hengsten, die in een fokkerijpopulatie (stamboek) vaak een groot aantal nakomelingen hebben, zouden vrij moeten zijn van verborgen erfelijke gebreken.

Een goede registratie maakt het mogelijk een erfelijk gebrek te bewaken. Daarom moeten vooral de dieren die zeer veel nakomelingen kunnen krijgen (zoals hengsten) en die op basis van hun afstamming drager zouden kunnen zijn, vooraf goed onderzocht worden.

### **Niet alle erfelijke afwijkingen zijn ongewenst**

Je zou het idee kunnen krijgen dat erfelijke afwijkingen ongewenst zijn. Dit is niet altijd waar. Er ook nog een categorie erfelijke afwijkingen, die we vreemd genoeg gewenst vinden: deze noemen we gewenste erfelijke gebreken. Een voorbeeld hiervan is de mini-Shetlander.

---

**Vragen 1.12**

- a Waarom is het zo vervelend als een erfelijk gebrek recessief vererft?
- b Zou een erfelijk gebrek ook problemen veroorzaken als het dominant vererft? Licht je antwoord toe.
- c Wat lijkt jou de beste manier om te onderzoeken of een hengst drager is voor het erfelijk gebrek hoefkatrolontsteking?
- d Waarom is de registratie van doodgeboren veulens met een erfelijk gebrek zo belangrijk?
- e In een populatie van 30 000 dieren worden 75 dieren geboren met een recessief erfelijk gebrek. Hoeveel dragers van dit gebrek lopen er dan rond in deze populatie?

## 1.13 Inteelt

*inteelt*

*degeneratie*

*inteelt-depressie*

Alle dieren van een bepaald ras zijn ontstaan door min of meer sterke inteelt. Onder *inteelt* verstaan we een kruising, waarbij de gepaarde dieren nauwer met elkaar verwant zijn dan gemiddeld het geval is in een populatie. Nauwe vormen van inteelt zijn bijvoorbeeld vader en dochter, zoon en moeder, broer en zuster. Over het algemeen wordt er negatief gedacht over inteelt. Wat is namelijk het probleem met inteelt? Sterke inteelt leidt vaak tot *degeneratie* van het dier: er treden meer ziekten en afwijkingen op als gevolg van inteelt. Dat is makkelijk te verklaren. Je hebt bij de erfelijke gebreken al gezien dat een hengst die drager is van een erfelijk gebrek het genotype Zz heeft. Als deze hengst bij een groot aantal merries een veulen verwekt, is de kans groot dat ook een aantal veulens weer drager is (Zz). De drager-merries kunnen het verborgen gebrek op hun beurt weer doorgeven aan hun nakomelingen, die ook weer Zz kunnen zijn. Wanneer nu twee van deze Zz-paarden, die alleen maar een grootvader gemeenschappelijk hebben, voor de fokkerij gebruikt worden, is de kans groot (25%) dat er een zz-veulen ontstaat. Hadden deze paarden geen gemeenschappelijke grootvader gehad, dan was de kans op een erfelijk gebrek veel kleiner geweest. Verborgen erfelijke eigenschappen kunnen dus bij inteelt sneller naar buiten komen. Daardoor kan in een kleine populatie (bijvoorbeeld een bepaald ras) de kans dat negatieve eigenschappen optreden groter worden, waardoor het ras in zijn geheel er niet beter op wordt. We spreken dan van een *inteelt-depressie*. De negatieve eigenschappen treden dan meer op de voorgrond. Dit kan gevolgen hebben voor de vitaliteit, vruchtbaarheid, groei en andere eigenschappen. Ook de weerstand tegen ziekten kan sterk verminderen als gevolg van inteelt.

Maar het hoeft niet altijd zo dramatisch te zijn. Als je bedenkt, dat honderd jaar geleden nog maar drie Friese hengsten ter dekking stonden, omdat het ras bijna uitgestorven was, dan kun je je wel voorstellen hoe nauw alle Friese paarden met elkaar verwant zijn. Toch heeft dat zeker niet geleid tot een verminderde vitaliteit van het ras, hoewel bij Friese paarden wel lagere drachtigheidspercentages voorkomen en de spermakwaliteit vaak minder is dan bijvoorbeeld bij KWPN-paarden. Andere inteeltverschijnselen bij de Fries zijn bijvoorbeeld het vaker voorkomen van klophengsten en het vaker aan de nageboorte blijven staan. Om dit soort verschijnselen te voorkomen hanteert het Friese Paardenstamboek een dekbeperking voor hengsten.

Een niet te nauwe vorm van inteelt (zoals bijvoorbeeld gebeurt bij de zogenaamde lijnenteelt) kan positief werken. Bepaalde eigenschappen kunnen dan extra worden vastgelegd. In de Holsteinerfokkerij maakt men hier gebruik van.

## Verwantschapsgraad

*verwantschapsgraad*

Als je wilt bepalen of dieren aan elkaar verwant zijn, kun je de *verwantschapsgraad* berekenen. Dit is de kans dat twee dieren gelijke genen hebben doordat ze van een gemeenschappelijke voorouder afstammen. Deze verwantschapsgraad noemen we R.

*inteeftfactor*

De nakomeling van twee verwante dieren zal een *inteeftfactor* (F) hebben. Deze is de helft van de verwantschapsgraad tussen de ouderdieren:  $F = 1/2 R$ .

**Fig. 1.22**

Verwantschapsgraad (R)  
en inteeftfactor (F) bij  
verschillende vormen van  
inteeft.

|                        | Verwantschapsgraad | Inteeftfactor van de nakomeling |
|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Ouder x nakomeling     | 1/2                | 1/4                             |
| Broer x zuster         | 1/2                | 1/4                             |
| Halfbroer x halfzuster | 1/4                | 1/8                             |
| Neef x nicht           | 1/8                | 1/16                            |

Bekijk je nu de stamboom van een bepaald paard, dan is het vaak moeilijk om daar de verwantschapsgraden van de ouderdieren direct uit af te lezen. Je ziet in figuur 1.23 aan het voorbeeld van een stamboom van paard X wel dat de ouderdieren A en B aan elkaar verwant zijn, maar hoeveel? Dat is nog een heel gepuzzel! Je ziet dat hengst P een aantal malen in de stamboom voorkomt, namelijk een keer als overgrootvader en drie keer als betovergrootvader. Hoe pak je dat nu aan?

Je weet dat een paard van iedere ouder de helft van de erfelijke eigenschappen krijgt. Dus van een grootouder, via de moeder A, de helft van de helft. Dat wil dus zeggen dat het paard van een overgrootouder de helft van de helft van de helft krijgt. Dit kun je wiskundig opschrijven:

X krijgt dus van zijn overgrootvader G:  $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$  van de eigenschappen. Ieder stapje in de stamboom betekent dus dat je moet vermenigvuldigen met  $1/2$ . Van zijn betovergrootvader P, nog een stapje verder terug in de stamboom, krijgt X dus  $1/16$  van de eigenschappen.

Maar P is via vader B ook de overgrootvader van X en komt ook nog twee keer in de stamboom voor als betovergrootvader van vaders kant. Dit wordt wel erg ingewikkeld. Wat je nu moet doen, is alle verwantschapsketens volgen, uitgaande van X via de moeder en terugkomend bij X via de vader, en de stappen tellen. Dit gaat als volgt:

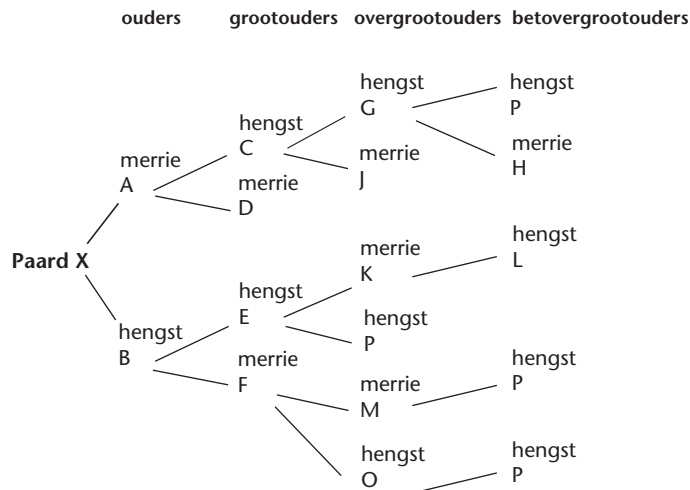
- A - C - G - P - (P) - E - B. Dit zijn 5 stappen (van P naar P is geen extra stap!) =  $1/32$ .
- A - C - G - P - (P) - M - F - B. Dit zijn 6 stappen =  $1/64$ .
- A - C - G - P - (P) - O - F - B. Dit zijn ook 6 stappen =  $1/64$ .

De verwantschapsgraad tussen A en B bereken je dan door al deze getallen bij elkaar op te tellen.

In dit geval dus dat  $1/32 + 1/64 + 1/64 = 4/64 = 0,0625 = 6,25\%$ .

Omdat een nakomeling ook weer de helft van zijn ouders krijgt, is de inteeftfactor van paard X op hengst P in dit geval  $3,1\%$ .

**Fig. 1.23**  
Stamboom van paard X.



In de praktijk spreken we niet van inteelt, wanneer in de stamboom van allebei de ouderdieren gedurende vier of vijf generaties geen gemeenschappelijke voorouders voorkomen.

Je kunt je afvragen welke inteeltfactor nog acceptabel is. Daar zullen stamboeken en fokkers vaak heel verschillend over denken. Als hengst P drager van een erfelijk gebrek was, zou door deze inteelt de kans groter zijn dat paard X dit gebrek toont, omdat het allel via een aantal wegen in X terecht gekomen kan zijn. Als hengst P beschouwd wordt als een tophengst in het stamboek en dus vaak gebruikt wordt, zal dit allel dus in veel nakomelingen terechtkomen. Is het aantal goedgekeurde hengsten in het stamboek klein, dan leidt dit op den duur onherroepelijk tot problemen, omdat alle nakomelingen meer of minder aan elkaar verwant zijn. Vandaar dus dat het FPS een dekbeperking per hengst heeft ingesteld.

Bij stamboeken is heel vaak sprake van een vrij nauwe basis.

Inteelt heeft namelijk ook positieve gevolgen. We zagen in paragraaf 1.12 al dat  $Zz \times Zz$  een kans van 25%  $zz$  geeft. Maar het tegenovergestelde is ook waar:  $Zz \times Zz$  geeft ook 25%  $ZZ$ . Dat wil zeggen dat dit fokzuivere dieren zijn, die het gebrek niet verborgen in zich dragen. Dat betekent dat inteelt ook kan bijdragen aan het fokzuiver maken van allerlei gewenste eigenschappen. Je zou dus kunnen zeggen dat inteelt de fokzuiverheid van een populatie (bijvoorbeeld een stamboek) verhoogt. Dit leidt vaak tot grote uniformiteit en tot specifieke kenmerken die bij veel dieren in de groep aanwezig zijn. Sommige fokkers zijn er daarom trots op, dat zij in hun fokpopulatie een hoge mate van inteelt hebben.

Omdat de fokkerij vaak probeert in te spelen op een veranderende markt kan hier een probleem liggen. Kwaliteit uit het verleden is niet altijd kwaliteit in de toekomst. Denk maar aan de gewenste beenacties bij dressuur- en tuigpaarden. In het verleden legde men daar heel andere normen voor aan dan nu. Smaken veranderen! En aangezien een paardengeneratie lang duurt, hobbel je dan altijd achter de wensen van een veranderende markt aan.

### Vragen 1.13

- Laat met een kruisingsschema zien dat de fokzuiverheid toeneemt bij het paren van twee fokonzuivere ouders (genotype  $Aa$ ). Probeer dit schema uit te werken voor een aantal generaties.
- Wat versta je precies onder inteelt?

- c Verklaar waarom er in een gesloten populatie vaak inteeltdepressie optreedt.
- d Stel dat hengst P uit figuur 1.23 drager is van een recessief erfelijk gebrek. Hoe groot is de kans dat dat paard X aan dit gebrek lijdt?
- e Wat is de verwantschapsgraad tussen de grootouders E en F van paard X in figuur 1.23?
- f Wat zal de verwantschapsgraad zijn tussen:
  - grootouder en kleinkind,
  - broer en zus,
  - kleinzoon en kleindochter,
  - zoon en kleindochter,
  - tante en volle neef,
  - achterneef en achternicht?

## 1.14 Kruising en heterosis

In het voorafgaande is het woord 'kruising' al vaak gevallen. Maar wat verstaan we nu eigenlijk precies onder een kruising? Eigenlijk is een kruising het tegenovergestelde van inteelt. Bij een *kruising* worden dieren met elkaar gepaard die niet verwant zijn aan elkaar en die behoren tot verschillende fokgroepen (een stamboek, ras enzovoort). *uitteelt* Men spreekt dan ook wel van *uitteelt*: er wordt vers bloed binnengehaald in de populatie. Het woord 'kruising' wordt in het dagelijks spraakgebruik ook wel gebruikt als men eigenlijk gewoon een paring tussen twee dieren uit eenzelfde fokgroep bedoelt. In de dagelijkse fokkerijpraktijk bedoelt men met een kruising echter meestal een combinatie van verschillende rassen.

### Kruisingsmethoden

Kruisen is een methode die gebruikt kan worden om de kwaliteit van het fokmateriaal te verbeteren. In de paardenfokkerij worden twee kruisingsmethoden toegepast.

#### Gebruikskruising

Er worden twee dieren van een verschillend ras gekruist. De producten van deze kruising worden gebruiksdieren. In Groot-Brittannië kruist men Engelse volbloedhengsten met koudbloedmerries om hunters te krijgen, die prima voldoen voor de jacht. Een ander voorbeeld is een kruising tussen Friezen en Arabieren om meer uithoudingsvermogen te krijgen voor de aangespannen sport. Bij deze kruisingen tussen rassen is het doel waardevolle de veulens te krijgen uit moeders die wat hardheid en adellijkheid betreft minder goed zijn. Dit kruisingsproduct ( $F_1$ ) is dan direct het gebruikproduct. Het is beter geschikt voor de sport en brengt dus meer op. Bij de gebruikskruisingen kan men verschillende wegen bewandelen:

- enkelvoudige gebruikskruising* – De eenvoudigste is de *enkelvoudige gebruikskruising* zoals hierboven genoemd. Bijvoorbeeld Arabier  $\times$  haflinger.
- terugkruising* – De *terugkruising* gaat nog een stap verder. Nu wordt de  $F_1$  nog een keer met een Arabier gekruist. Het veulen hieruit noemen we de  $F_2$ . De  $F_1$  had al 50% Arabierenbloed, de  $F_2$  bestaat nog voor 25% uit haflinger en heeft 75% Arabisch bloed. De tweede generatie nakomelingen ( $F_2$ ) zal nog beter geschikt zijn voor de sport.  $F_1$ - en  $F_2$ -veulens zijn eindproduct en worden verkocht voor de sport.

- driewegruising* – Een andere manier is de *driewegruising*. De F<sub>1</sub> uit het vorige voorbeeld (haflinger × Arabier) wordt nu gekruist met volbloed. Ook nu zit in de F<sub>2</sub> voor 75% edel bloed, namelijk 25% haflinger, 25% Arabisch en 50% volbloed. Ook hierbij ligt het voor de hand dat beide generaties weg gaan voor de sport. De meeste Engelse hunters bestaan langzamerhand voor het grootste deel uit volbloed, doordat men toch weer deze halfbloedmerries heeft gekruist met volbloedhengsten.

**Fig. 1.24**  
Voorbeelden van  
gebruikskruisingen.

Engels volbloed ♂ x Irisch Draught ♀  
of Cleveland Bay ♀  
of Welsh Cob ♀  
Hunter

### ***Veredelingskruising***

De fokkers proberen een bestaand ras te verbeteren door fokdieren van een ander ras te gebruiken. Een voorbeeld hiervan is het ontstaan van het KWPN-paard door kruising van de oorspronkelijke populatie Gelderse en Groninger merries met Engels volbloed. Later zijn voor het versterken van eigenschappen ook nog Duitse en Franse rijpaardhengsten gebruikt. Een ander duidelijk voorbeeld is het gebruik van hackneyhengsten in de Nederlandse tuigpaardfokkerij.

**Fig. 1.25**  
Veredelingskruising.

Tuigpaard ♂ x Tuigpaard ♀  
**Hackney** ♂ x Tuigpaard ♀  
Tuigpaard ♂ x F<sub>1</sub> ♀  
Tuigpaard ♂ x F<sub>2</sub> ♀  
**Saddlebred** ♂ x F<sub>3</sub> ♀  
Tuigpaard ♂ x F<sub>4</sub> ♀  
F<sub>5</sub>

### ***Verdringingskruising***

Dit is een speciale vorm van de veredelingskruising. Fokdieren van het ene ras worden gepaard met fokdieren van een ander ras. De nakomelingen worden weer gepaard met het tweede ras enzovoort. Zo wordt op den duur het ene ras helemaal vervangen door het andere ras. Na ongeveer vijf generaties is van het oorspronkelijke ras dan niet veel meer over. Vroeger was dit de manier om een bestaand ras dat niet meer aan de eisen voldeed te vervangen door een ander ras, zonder dat dat veel kosten met zich meebracht. Dit is de manier waarop zo'n honderd jaar geleden het zware Groninger paard is vervangen door de Oldenburger.

**Fig. 1.26**  
Verdringingskruising.

|                         | % Haflingerbloed |
|-------------------------|------------------|
| Arabier ♂ x Haflinger ♀ | 100              |
| Arabier ♂ x F1 ♀        | 50               |
| Arabier ♂ x F2 ♀        | 25               |
| Arabier ♂ x F3 ♀        | 12,5             |
| Arabier ♂ x F4 ♀        | 6,25             |
| Arabier ♂ x F5          | 3,125            |
| F6                      | 1,5625           |

## Effecten van kruising

Het gevolg van kruising is dat er een eerste generatie (F<sub>1</sub>) ontstaat waarvan het erfelijk materiaal een complete ratjetoe is. De genen zullen voor het grootste deel heterozygoot zijn.

Als je met deze eerste generatie verder gaat fokken, zal er voor de volgende generaties voorlopig weinig te voorspellen zijn over het uiterlijk en de prestaties van de nakomelingen. Dit komt doordat er langzamerhand weer een terugslag naar de oorspronkelijke oudertypes zal plaatsvinden, dat heb je bij inteelt al gezien. Je begrijpt dus, dat je niet zo maar vreemd fokmateriaal moet gebruiken. Hier moet goed over nagedacht zijn. Doordat de opeenvolging van generaties bij paarden vrij lang duurt, zal resultaat ook lang op zich laten wachten. De omschakeling van basispaard naar rijpaard, zoals die bijvoorbeeld binnen het KWPN heeft plaatsgevonden, heeft dan ook tientallen jaren geduurd.

In Frankrijk en Holstein heeft men daarom een andere, iets snellere route gekozen door de oorspronkelijke populatie alleen nog maar te kruisen met Engels volbloed en Anglo-Arabieren.

## Heterosis

*heterosis*

Bij het kruisen van dieren die niet of nauwelijks met elkaar verwant zijn of bijvoorbeeld behoren tot twee verschillende rassen, kan *heterosis* optreden. Dat wil zeggen dat op een bepaald kenmerk een grotere verbetering is te constateren, dan bij het kruisen binnen hetzelfde ras. Dit is bij ouders uit verschillende rassen vaak het geval. Als gevolg van deze heterosis zijn de nakomelingen dan beter dan het gemiddelde van de ouderrassen. Vooral wanneer het effect zo groot is, dat de nakomeling beter is dan elk van de ouders, wordt heterosis interessant. In de paardenhouderij speelt dit een grote rol.

### Voorbeeld heterosis

Ras A kan hindernissen van 100 cm springen, ras B haalt 150 cm. Je zou nu verwachten dat een nakomeling van deze ouderrassen 125 cm kan springen. Maar het blijkt dat de nakomeling wel 140 cm kan springen. Er is dus sprake van een heterosiseffect van 15 cm. Het heterosispercentage wordt dan berekend door het heterosiseffect te delen door het gemiddelde van de ouders:  $15/125 \times 100\% = 12\%$ .

Je kunt heterosis ook vaak waarnemen aan een betere vitaliteit, vruchtbaarheid en weerstand. Je ziet dus dat deze effecten tegengesteld zijn aan de verschijnselen van inteeltdepressie. De verklaring van het heterosiseffect ligt in de verschillende

---

beïnvloedingseffecten die de genen uit de twee ouderrassen op elkaar kunnen hebben. In de volgende paragrafen zul je daar meer over lezen.

Het heterosiseffect treedt vooral op als de ouders (rassen) weinig met elkaar verwant zijn.

Maar wat gebeurt er in de volgende generaties?

Het heterosispaard geeft maar de helft van zijn erfelijk materiaal door aan zijn nakomelingen, het genotype wordt als het ware opgesplitst. Daardoor worden vaak de bijzondere effecten, die door bepaalde combinaties van genen werden veroorzaakt, weer afgebroken. Het heterosiseffect zal dus in de volgende generaties vaak weer voor een groot deel verdwenen zijn.

#### Vragen 1.14

- a Noem enkele voorbeelden van kruisingen uit de praktijk.
- b Wat kunnen de voordelen van kruisingen zijn?
- c Bedenk enkele voorbeelden van heterosis bij paarden.

## 1.15 Kwantitatieve eigenschappen

Tot nu toe hebben we alleen nog maar gekeken naar makkelijk waar te nemen erfelijke eigenschappen. Haar is zwart, bruin, vos enzovoort. een veulen heeft een gebrek of niet. Dit duiden we ook wel aan als kwalitatieve eigenschappen. Maar de meeste erfelijke eigenschappen waarin we geïnteresseerd zijn, zijn niet zo makkelijk waar te nemen. Het gaat dan om goed beenwerk, groot prestatiepotentieel, schofthoogte, halslengte, beenstand, paslengte, uithoudingsvermogen, springaanleg en meer van dat soort eigenschappen. Kortom, tot deze groep eigenschappen behoren de sport- en exterieurkenmerken.

*kwantitatieve eigenschappen*

Deze kenmerken kunnen voor een deel erfelijk zijn, maar ook beïnvloed worden door de omgeving, de omstandigheden, de voeding en ga zo maar door. Vaak zijn er ook meer genen tegelijk aan het werk. We spreken in dit geval over *kwantitatieve eigenschappen* (kwantum = hoeveelheid).

Bij dit soort eigenschappen is het effect van elk gen afzonderlijk niet te herkennen, er is sprake van een opteleffect. Het effect is bovendien vaak verschillend of tegengesteld. Er is ook vaak een wisselwerking tussen de verschillende genen.

*erfelijke aanleg*

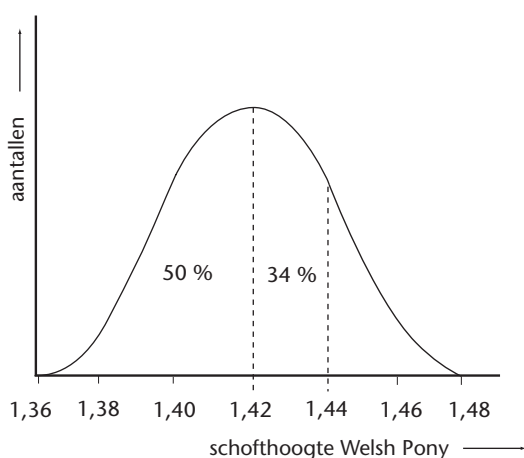
Als we naar het fenotype van een paard kijken en we willen een kenmerk meten, dan meten we deze onderlinge wisselwerking en opteleffecten van de genen. Je kunt je wel voorstellen dat er bij kwantitatieve eigenschappen dus geen sprake kan zijn van fokzuiver of niet-fokzuiver, daarvoor zijn er veel te veel genen mee gemoeid. We hebben het daarom bij dit soort eigenschappen liever over een positieve of negatieve *erfelijke aanleg* voor een bepaald kenmerk. Een hengst die bijvoorbeeld een positieve aanleg voor springen vererft, bezit veel positieve erfelijke aanleg voor dit kenmerk. Door een goede ouderkeuze is het mogelijk om in een volgende generatie nog meer positieve invloed op dit kenmerk te krijgen.

Je kunt bij een hengst die positieve springaanleg vererft, niet spreken van fokzuiver, maar van een hengst met een positieve erfelijke aanleg voor springen.

Bij het meten van kwantitatieve kenmerken blijken deze kenmerken een spreiding (+ en - ten opzichte van een gemiddelde) te vertonen. Misschien heb je wel eens een index van een paard bekeken, daar zie je deze spreiding rond het gemiddelde goed aangegeven.

Als van een groep nakomelingen van een bepaald paard metingen voor een bepaald kenmerk worden verricht, zien de resultaten daarvan er uit als de kromme bij de normale verdeling. Misschien heb je daar bij de wiskunde wel eens over gehoord. Natuurlijk moet de groep wel voldoende groot zijn.

**Fig. 1.27**  
Gauss-kromme uit de  
normale verdeling.



Zonder hier verder op deze wiskundige berekeningen in te gaan komt het er ongeveer op neer, dat de kwantitatieve kenmerken als volgt verdeeld zijn:

- Bij ongeveer 68% van de dieren in een populatie zit het gemeten kenmerk in het gebied dat nog vrij dicht bij het gemiddelde ligt, zowel aan de positieve als aan de negatieve kant.
- Hoe verder je van het gemiddelde afkomt, des te minder dieren in de populatie zullen het kenmerk in die mate vertonen.

In hoofdstuk 3 komen we hierop terug.

### Vragen 1.15

- Waarom kun je bij kwantitatieve eigenschappen nooit spreken over fokzuiver?
- Leg uit waarom het moeilijk is om te bepalen of een paard een positieve erfelijke aanleg voor springen heeft.
- Hoe zou je kunnen proberen om meer inzicht te krijgen in de vererving van een bepaalde kwantitatieve eigenschap bij een hengst?
- Kan dit voor een merrie net zo? Licht je antwoord toe.

## 1.16 Erfelijkheidsgraad

Bij kwantitatieve eigenschappen gaat het er dus om hoeveel erfelijk materiaal aanwezig is van allerlei genen die een bepaald kenmerk kunnen beïnvloeden. Dit maakt het voor de fokker moeilijk om te bepalen welke hengst geschikt is voor en bepaald fokdoel. De hengst kan bepaalde gewenste eigenschappen wel hebben, maar geeft hij ze ook door aan de nakomelingen? Een middel om dat te weten te komen is de erfelijkheidsgraad.

*erfelijkheidsgraad*

De *erfelijkheidsgraad* van een kenmerk geeft aan in welke mate de waargenomen verschillen tussen dieren veroorzaakt worden door verschillen in erfelijke aanleg voor dat kenmerk. De erfelijkheidsgraad varieert van 0 tot 1. Bij 0 is het verschil tussen dieren voor dat kenmerk niet erfelijk bepaald, bij 1 zijn de verschillen tussen dieren

voor dat kenmerk voor 100% erfelijk bepaald. Kijk bijvoorbeeld maar weer eens naar de haarkleur. Of een paard roan of niet-roan is, wordt alleen maar bepaald door de aanwezigheid van het allel R. RR en Rr is roan, rr is niet-roan. Hier heeft de omgeving geen enkele invloed op. Het is voor 100% erfelijk bepaald. Daarbij hoort een erfelijkheidsgraad van 1. Als een paard een verwonding aan zijn been heeft, wordt dit voor 100% bepaald door omstandigheden uit de omgeving. Genen hebben daar niets mee te maken. Een beenverwonding heeft een erfelijkheidsgraad van 0. Dit laatste is natuurlijk een flauw grapje, want niemand zal ooit denken dat een verwonding wordt veroorzaakt door genen. Maar bij een heleboel eigenschappen is het niet zo duidelijk of er genen aan te pas komen en zo ja, in welke mate. Juist dit soort eigenschappen zijn vaak heel interessant in de fokkerij. Denk maar aan eigenschappen als springvermogen, uithoudingsvermogen of knie-actie. Alleen wanneer de genen er iets mee te maken hebben, zal zo'n eigenschap ook bij de nakomelingen terug te vinden zijn. In de fokkerij probeert men te selecteren op de gewenste eigenschappen die voor een deel erfelijk bepaald zijn. Zo probeert men de beste oudercombinatie te vinden voor een bepaald fokdoel. Duidelijk daarbij is dat een eigenschap met een erfelijkheidsgraad van 0,6 voor de fokkerij interessanter is dan een eigenschap met een erfelijkheidsgraad van 0,1. Selecteren op een eigenschap met een heel lage erfelijkheidsgraad heeft natuurlijk weinig zin. Bij het KWPN houdt men voor springprestaties een erfelijkheidsgraad aan van 0,2 en voor dressuurprestaties een erfelijkheidsgraad van 0,1, terwijl exterieurkenmerken kunnen variëren van 0,1 tot 0,3.

#### Vragen 1.16

- Wat betekent in de fokkerij de term erfelijkheidsgraad?
- Een bepaald kenmerk heeft een erfelijkheidsgraad van 0,2. Hoeveel procent van het kenmerk wordt dan bepaald door erfelijke factoren en hoeveel procent door de omgeving?
- Waarom heeft het niet zo veel zin om te fokken op een kenmerk met een erfelijkheidsgraad van 0,1?

## 1.17 Genotype en milieu

Je hebt al geleerd, dat het fenotype (F) wordt bepaald door het genotype (G) en de omgevingsfactoren (E = environment). Deze omgevingsfactoren noemen we ook wel *milieu* het *milieu*.

In formule:  $F = G + E$

Het genotype kun je zien als de optelsom van drie factoren:  $G = A + D + I$

De formule wordt dan:  $F = A + D + I + E$

In deze formule staat de A voor additieve genetische waarde. Dit is de optelsom van de genen die een bepaald kenmerk bepalen. Denk maar aan de vererving van de haarkleur: A/a, B/b en E/e zijn alle drie nodig om de basiskleuren zwart, bruin en vos te kunnen maken. Deze optelsom van genen is de basis voor de fokwaarde.

De D staat voor het dominantie-effect. Het resultaat van een kruising kan afhangen van eventueel aanwezige dominante genen. R geeft roan, r geeft niet-roan, dus effen.

---

De I staat voor interactie. Dat wil zeggen dat de genen elkaar onderling beïnvloeden. Het effect van een genenpaar hangt af van de aanwezigheid van andere genen. AaBBee geeft vos, aaBBEe geeft zwart en AABBEe geeft bruin. Je kunt het vergelijken met het bakken van een taart. Eieren, boter, suiker en meel zijn op zich prima spullen, maar alleen als ze met elkaar op de juiste manier gecombineerd worden, kunnen ze samen een taart produceren.

Tenslotte blijkt dat de genen zelf ook nog eens worden beïnvloed door het milieu. Dit geef je aan met:  $G \times E$ .

Als je denkt aan de taart uit het vorige voorbeeld: uit de ingrediënten ontstaat alleen een goede taart bij de juiste oventemperatuur (milieu). Is deze te hoog, dan komt de taart zwart uit de oven, is hij te laag, dan is de taart niet gaar. De complete formule voor het fenotype wordt dus:

$$F = A + D + I + E + G \times E$$

Bij selectie ten behoeve van fokkerij zijn dominantie- en interactie-effecten minder interessant, omdat deze effecten niet met zekerheid in de volgende generatie terugkomen.

#### Vragen 1.17

- Waarom weet je nooit zeker of een dominantie-effect in de volgende generatie terugkomt?
- Als D en I wegvallen voor de selectie, welke invloeden blijven er dan nog over?
- Hoe zou je het effect van E kunnen verminderen, zodat je beter kunt selecteren op erfelijke waarden?

## 1.18 Erfelijkheidsgraad en fokwaarde

#### *fokwaarde*

Om de *fokwaarde* van een merrie of een hengst voor een bepaalde eigenschap (of combinatie van eigenschappen) vast te stellen moeten een heleboel gegevens geraadpleegd worden. Hierbij wordt gekeken hoeveel bij dit dier A (het opteleffect van de genen) verschilt van het gemiddelde in een diergroep (bijvoorbeeld een stamboek). De fokwaarde wordt per dier geschat met behulp van gegevens over zijn/haar nakomelingen, eigen prestaties en afstamming. Het geeft het gemiddelde verervingsbeeld en wordt uitgedrukt in fokwaardepunten. In hoofdstuk 3 zul je hierover meer te weten komen. De fokwaarde wordt voor de helft doorgegeven aan de nakomelingen, de andere helft komt van de andere ouder.

Deze erfelijke aanleg, de fokwaarde, kun je niet zien. Wat je wel kunt zien, is het fenotype. Je kunt vaststellen in hoeverre de nakomelingen de goede prestaties en eigenschappen van de ouders tonen. Je mag ervan uitgaan dat in ieder geval een gedeelte daarvan erfelijk bepaald is. Om een goed beeld te krijgen moet je wel naar een grote groep nakomelingen kijken. Kijk je maar naar een paar nakomelingen, dan kunnen toevallige omstandigheden een te grote rol spelen en zou je de verkeerde conclusie kunnen trekken.

De erfelijkheidsgraad geeft aan welk aandeel alle bij een eigenschap betrokken genen hebben in het fenotype. Deze wordt aangeduid met de letter h in het kwadraat:  $h^2$  (heritage = erfenis). De erfelijkheidsgraad geeft aan in hoeverre (uitgedrukt in procenten) de waargenomen verschillen zijn veroorzaakt door verschillen in erfelijke aanleg.

---

Uitgaande van de formule voor het fenotype ( $F = A + D + I + E + G \times E$ ) wordt de berekening van de erfelijkheidsgraad als volgt:

$$h^2 = A : (G + E + G \times E)$$

Of:

$$h^2 = A : F$$

In woorden uitgedrukt staat hier eigenlijk: de erfelijkheidsgraad wordt berekend door het opteleffect van alle bij een eigenschap betrokken genen te delen door het fenotype.

De erfelijkheidsgraad ( $h^2$ ) geeft dus aan voor welk percentage de genen die samen een kenmerk bepalen invloed hebben op het fenotype.

Als je  $h^2$  weet en je kunt F meten, kun je dus A berekenen ( $A = h^2 \times F$ ) en een schatting maken voor de fokwaarde.

Voorbeelden van de erfelijkheidsgraad van een aantal selectiekenmerken bij het KWPN zijn:

- exterieurkenmerken:  $h^2 = 0,1$  tot  $0,3$ ;
- springprestaties:  $h^2 \approx 0,2$ ;
- dressuurprestaties:  $h^2 \approx 0,1$ .

De schatting van de fokwaarde is alleen geldig onder bepaalde omstandigheden, omdat, zoals je in de formule kunt zien, de omgevingsfactoren er invloed op kunnen hebben. Variatie in de omgevingsomstandigheden geeft dus ook meer variatie in de meetresultaten. Daarom worden de omstandigheden bij teststations zoveel mogelijk hetzelfde en gemiddeld gehouden, zodat de verschillen tussen dieren duidelijker de genetische verschillen zullen aangeven. Het KWPN laat bijvoorbeeld op de verrichtingstesten voor merries in Ermelo de kandidaten berijden door een groep ruiters van gelijk niveau en niet een paar paarden door Anky van Grunsven en een paar andere paarden door Jeroen Dubbeldam.

### Vragen 1.18

- a Waarom is het belangrijk om milieu-invloeden zo veel mogelijk uit te bannen bij fokwaardeonderzoek?
- b Bij fokwaardeonderzoek kijkt men vooral naar de vaders, grootvaders, enzovoort. Waarom denk je dat dat gebeurt?

## 1.19 Afsluiting

Je hebt in dit hoofdstuk geleerd dat allerlei eigenschappen van paarden in meer of mindere mate erfelijk bepaald zijn en dus worden doorgegeven aan de nakomelingen. Dit gebeurt volgens bepaalde vaste regels, de wetten van Mendel. Hiermee kun je bij eigenschappen die niet door de omgeving worden beïnvloed redelijk goed voorspellen hoe het veulen er uit zal zien.

Eigenschappen die met prestatie te maken hebben ondervinden veel meer invloed van de omgeving en zijn dus minder makkelijk te voorspellen bij de nakomelingen. De keuze van de goede hengst bij de juiste merrie is daarom heel belangrijk. De fokwaarde en de erfelijkheidsgraad zijn daarbij belangrijke hulpmiddelen.

---

## 2 Fokken

### Oriëntatie

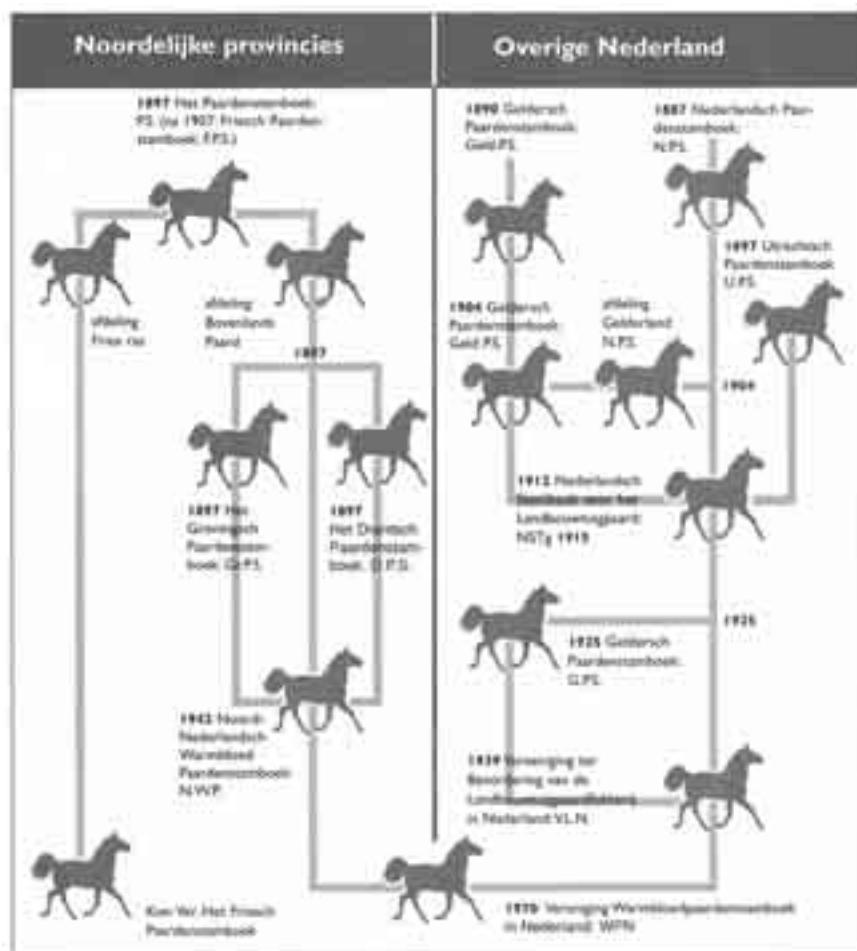
Wanneer je paarden of pony's wilt gaan fokken, kun je kiezen uit een groot aantal zeer verschillende rassen. Om raspaarden of pony's te fokken is kennis van de diverse stamboeken noodzakelijk. Een stamboek is een register dat wordt bijgehouden door een stamboekvereniging.

Elk stamboek heeft zijn eigen geschiedenis. Vanuit deze geschiedenis zijn er allerlei regels ontstaan. In dit hoofdstuk zullen we hier wat dieper op ingaan.

### 2.1 Het Koninklijk Warmbloed Paardenstamboek Nederland ( KWPN)

In Nederland zijn de fokkers van het warmbloedpaard al heel lang verenigd. Het warmbloedpaard is een traditionele aanduiding voor wat nu het Nederlandse sportpaard genoemd wordt. Sinds 1887 bestaat er geregistreerde fokkerij, de geboren veulens worden ingeschreven in boeken waarin de vader en moeder genoemd worden. In het begin waren dit een groot aantal regionale stamboekverenigingen, waartussen een zekere rivaliteit bestond. In de loop van de tijd kwam men erachter dat het effectiever was om gemeenschappelijk aan hetzelfde doel te werken. Het ene stamboek na het ander ging fuseren. In figuur 2.1 is in kaart gebracht hoe dit in de loop van de jaren gebeurd is.

**Fig. 2.1**  
Het ontstaan van het  
KWPN.



Er bleven uiteindelijk twee stamboekverenigingen over: in het noorden het NWP en in de rest van Nederland de VLN. In 1970 fuseerden uiteindelijk ook deze twee stamboeken. De nieuwe vereniging kreeg als naam: Warmbloed Paardenstamboek in Nederland. Ter gelegenheid van honderd jaar geregistreerde warmbloedpaardenfokkerij verleende koningin Beatrix in 1988 het predikaat 'koninklijk' aan deze vereniging. Sindsdien heet het stamboek KWPN. Het fokdoel is in de loop van de decennia voortdurend aangepast aan de behoefte van de gebruikers. Aanvankelijk werd uitgegaan van een paard dat werd gebruikt op de landbouwbedrijven. Regionaal waren er verschillen in type. Deze verschillen werden vooral bepaald door de zwaarte van de te bewerken grond. Het Groninger (zware) type kwam vooral voor op de bedrijven in de kleigebieden. Het Gelderse (lichtere) type trof men vooral op de weidebedrijven aan. Na de Tweede Wereldoorlog zette de mechanisatie versneld door, in de landbouw maar ook in het vervoer van goederen en mensen. De trekkracht van het paard werd vervangen door machines. Hierdoor liep het aantal paarden op de landbouwbedrijven schrikbarend terug. Gelukkig waren de boeren zeer gehecht aan hun paarden en juist in deze tijd kwam de ruitersport steeds meer in de belangstelling.

**Fig. 2.2**  
*Landbouwrijpaard.*



Door dit veranderende fokdoel, van boerenpaard naar rijpaard, moest het fokprogramma worden aangepast. Door volbloedhengsten en hengsten uit de Franse en Duitse fokgebieden te gebruiken werd het landbouwpaard 'omgevormd' tot het moderne sportpaard van nu.

Men kan bij het KWPN met recht spreken van een 'open stamboek'. Er is gebruik gemaakt van diverse rassen en de combinatie van de meest gewenste eigenschappen van die rassen heeft het huidige KWPN-paard opgeleverd.

De stamboekleiding blijft, net als al die jaren ervoor, selecteren op erfelijke gebreken, maar er wordt ook geselecteerd op het gewenste exterieur, beweging, gezondheid, karakter en sportaanleg.

Het KWPN kent drie fokrichtingen:

- 1 rijpaard,
- 2 tuigpaard,
- 3 Gelders paard.

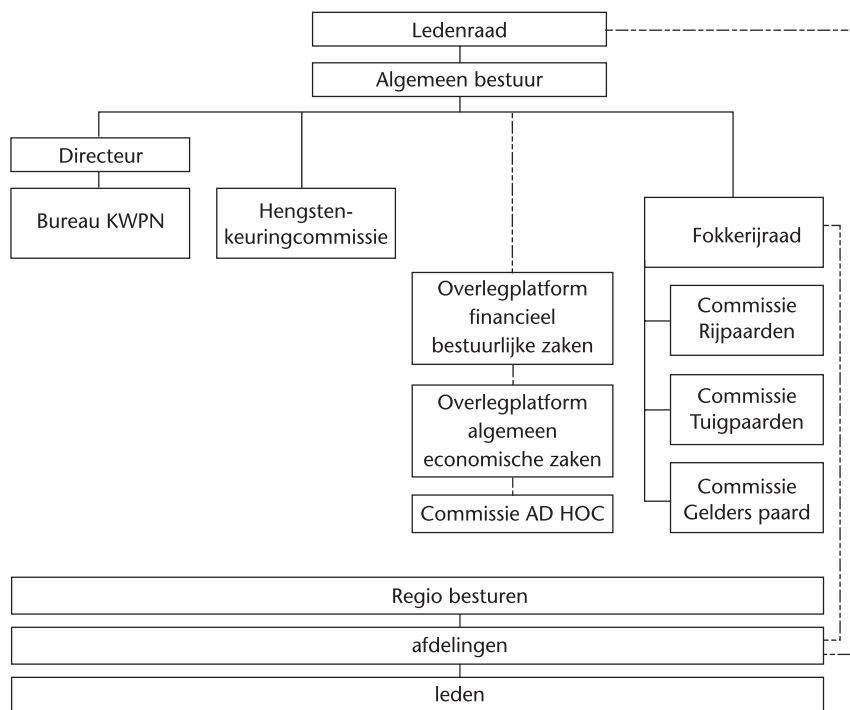
*rijpaarden* De grootste fokrichting is die van de *rijpaarden*. Deze omvat 80 tot 85% van de totale populatie. Om het sportpaard te brengen waar het nu is, wordt gebruik gemaakt van hengsten van diverse stamboeken zoals: Engels volbloed, Anglo-Arabisch volbloed, Arabisch volbloed en de diverse Franse en Duitse rijpaardrassen.

*tuigpaarden* De fokrichting *tuigpaarden* omvat een grotere groep fokkers. Vroeger werden de landbouwpaarden met de beste gangen voor de wagen min of meer geselecteerd. Deze paarden zijn later ondergebracht in een apart register, waaruit de huidige concourstuigpaarden voortkomen. Om de tuigpaarden nog wat extra's mee te geven in kwaliteit en gangen zijn er enkele hackney's (grote maat) en saddlebredhengsten goedgekeurd.

*Gelders paard* Het *Gelders paard* van nu is een voortzetting van de oorspronkelijke uitgangspopulatie. Een groep fokkers probeert dit klassieke type in ere te houden.

Het KWPN heeft ruim 28 000 leden en in het jaar 2000 vonden er ruim 14 000 dekkingen plaats. In figuur 2.3 zie in een schema de structuur van het KWPN weergegeven.

**Fig. 2.3**  
Structuur van het KWPN.



## Naamgeving van de veulens

Wanneer je een KWPN-veulen fokt, moet je een naam bedenken voor dit veulen. Deze naam begint ieder jaar met een volgende letter van het alfabet. De namen van de veulens, die in 2002 zijn geboren, beginnen met een V en de naam mag niet meer dan twaalf leestekens tellen. In 2003 beginnen alle namen van KWPN-veulens met een W. Niet alle letters van het alfabet doen mee, de letters Q, X en Y worden niet als beginletter gebruikt.

Je kunt de naam die een paard als veulen heeft gekregen niet zonder meer veranderen. Het is eigenlijk heel praktisch wanneer de naamgeving op deze manier wordt geregeld. Als je de stamboeknaam weet, kun je eenvoudig uitrekenen hoe oud het paard is.

## Fokrichtingen

De afdeling Stamboek van het KWPN is verantwoordelijk voor de afgifte van de afstammingsbewijzen. Op deze afstammingsbewijzen staan veel gegevens van het betreffende paard. De fokrichting waarin de nakomelingen worden ingedeeld, wordt in principe bepaald door de fokrichting van de vader. In de praktijk wordt de afdeling Stamboek geconfronteerd met veel verschillende combinatievormen van hengsten en merries. Je hebt te maken met fokdieren van erkende stamboeken, van niet erkende stamboeken, van stamboeken met of zonder overeenkomstig fokdoel. Soms zie je ook een combinatie van verschillende KWPN-fokrichtingen en combinaties van hengsten en merries die voor een bepaalde fokrichting het overeengekomen percentage veredelingsbloed te boven gaan.

In het schema van figuur 2.4 wordt weergegeven in welke fokrichting een nakomeling wordt ingedeeld. Het Gelders paard (GP) en het tuigpaard (TP) nemen hierbij, ten opzichte van het Rijpaard (RP), een bijzonder positie in. Volgens traditie worden binnen deze fokrichtingen ook eisen ten aanzien van de bloedspreiding gehanteerd.

**Fig. 2.4**  
Fokrichtingen.

| Hengst \ Merrie | RP       | GP         | TP |
|-----------------|----------|------------|----|
| RP              | RP       | RP / GP *  | RP |
| GP              | GP* / RP | GP         | GP |
| TP              | RP       | TP* / GP * | TP |

\* Mits veulen voldoet aan de eisen van het percentage bloed.  
Fokker geeft in dat geval aan in welke fokrichting registratie  
gewenst wordt. Dit kan bij de inzending van het geboorteb Bericht.

## Boeken en registers

Elk veulen dat wordt geboren uit ouders met KWPN-papieren, wordt geregistreerd in het veulenboek. Na de geboorte moet de fokker aan het stamboekbureau binnen veertien werkdagen doorgeven dat er een veulen is geboren. Hij moet daarvoor het dekbewijs/geboorteb Bericht aangetekend opsturen. Hierop staan naast de namen van de moeder en de vader ook de kleur en aftekeningen vermeld, dit om verwisseling van veulens te voorkomen. Het veulen wordt door de veulencontroleur geschetst in de periode dat het veulen door de moeder wordt gezoogd. Wanneer dit is gebeurd, krijgt de fokker een stamboekpapier met daarop vermeld het veulenboeknummer. Pas wanneer het paard wordt opgenomen in het stamboek, wordt dit veranderd in het stamboeknummer. In de schema's van figuur 2.5, 2.6 en 2.7 zie je in welk boek of register binnen de verschillende fokrichtingen het veulen wordt geregistreerd.

**Fig. 2.5**  
Registratie Rijpaarden.

| Merrie<br>Hengst RP      | Stb (Hbs) | ES.      | v.b.     | reg. A   | Reg. B<br>(hvb) | Overig   |
|--------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|
| KWPN Stb/<br>KWPN erkend | v.b.      | v.b.     | v.b.     | v.b.     | v.b.            | Reg. B** |
| ES.                      | Reg. A    | Reg. A   | Reg. A   | Reg. A   | Reg. B          | Reg. B*  |
| v.b.                     | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B          | Reg. B   |
| Reg. A                   | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B          | Reg. B   |
| Reg. B                   | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B   | Reg. B          | Reg. B   |
| Overig                   | Reg. B**  | Reg. B** | Reg. B** | Reg. B** | Reg. B**        |          |

Stb = Stamboek

Hbs = Hulpstamboek

ES. = goedgekeurde hengst of geregistreerde merrie bij een EU-erkend stamboek in een overeenkomende fokrichting of een niet EU-erkend stamboek (fokker)organisatie die door het KWPN is erkend, in een overeenkomende fokrichting.

v.b. = veulenboek

Reg. A = register A

Reg. B = register B

Hvb = hulpveulenboek

overig = Hieronder vallen paarden die:

- zijn ingeschreven bij een stamboek dat niet voldoet aan de criteria zoals verwoord onder ES, maar dat wel een overeenkomstig fokdoel heeft
- zijn ingeschreven bij een stamboek dat niet voldoet aan de criteria zoals verwoord onder ES, en dat tevens geen overeenkomstig fokdoel heeft
- een afstamming hebben die onbekend is.

\* ten minste één ouder is KWPN geregistreerd.

\*\* Paarden die zijn ingeschreven bij een stamboek dat niet voldoet aan de criteria zoals verwoord onder ES, maar dat wel een overeenkomstig fokdoel heeft worden volgens bovenstaand schema ingeschreven in register B. Het Algemeen Bestuur kan desgewenst, alleen voor deze paarden, op basis van de afstamming van het paard de registratie in register B omzetten naar een registratie in register A.

**Fig. 2.6**  
Registratie Gelderse  
paarden.

| Merrie                           | Stb<br>(Hbs) | E.S.          | v.b.         | reg. A       | Reg. B<br>(hvb) | Overig |
|----------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|--------|
| <b>Hengst/GP</b>                 |              |               |              |              |                 |        |
| <b>KWPN Stb/<br/>KWPN erkend</b> | vb. *        | vb. *         | vb. *        | vb. *        | vb. *           | Reg. B |
| <b>Stb RP of TP</b>              | Vb **        | vb **         | vb **        | vb **        | vb **           | Reg. B |
| <b>E.S. (RP)</b>                 | Reg.<br>A*** | Reg.<br>A *** | Reg.<br>A*** | Reg.<br>A*** | Reg. B          | Reg. B |
| <b>v.b.</b>                      | Reg. B       | Reg. B        | Reg. B       | Reg. B       | Reg. B          | Reg. B |
| <b>Reg. A</b>                    | Reg. B       | Reg. B        | Reg. B       | Reg. B       | Reg. B          | Reg. B |
| <b>Reg. B</b>                    | Reg. B       | Reg. B        | Reg. B       | Reg. B       | Reg. B          | Reg. B |
| <b>Overig</b>                    | Reg. B       | Reg. B        | Reg. B       | Reg. B       | Reg. B          |        |

Legenda zoals bij rijpaarden

- \* De bloedvoering moet voldoen:  
in de afstamming van het te registreren paard, gerekend over ouders, groot- en overgrootouders, is het percentage veredelingsbloed niet hoger dan 12,5 %, waarvan maximaal 6,25 % Hackneybloed (grote maat) of American Saddlebredbloed. Onder veredelingsbloed wordt verstaan de rassen: Engels Volbloed, Arabisch Volbloed, Anglo-arabisch Volbloed, American Saddlebred en Hackney (grote maat). Indien het te registreren paard een percentage veredelingsbloed voert dat groter of gelijk is aan 0% en kleiner dan of gelijk aan 12,5% vindt registratie plaats in veulenboek GP.  
Indien het te registreren paard een percentage veredelingsbloed voert dat groter is dan 12,5% en kleiner of gelijk is aan 25%, dan vindt registratie plaats in register A van het GP. Voor deze paarden is bij stamboekopname inschrijving in het stamboek, fokrichting GP mogelijk mits de jury hiertoe besluit.  
Indien het te registreren paard een percentage veredelingsbloed voert dat groter is dan 25% wordt het paard in de fokrichting rijpaard geregistreerd.
- \*\* - De bloedvoering zoals omschreven bij \* moet voldoen, en:  
- Ten minste één der ouders is van het type GP.  
Indien niet aan beide eisen voldaan is zal registratie in de fokrichting RP dan wel TP plaatsvinden
- \*\*\* - De bloedvoering zoals omschreven bij \* moet voldoen, en:  
- Ten minste één der ouders is van het type GP.  
Indien niet aan beide eisen voldaan is zal registratie in de fokrichting RP plaatsvinden.

**Fig. 2.7**  
Registratie Tuigpaarden.

|                          | Merrie   | Stb<br>(Hbs)<br>TP | Hackney   | GP       | v.b.<br>TP | Reg. A<br>TP | Reg. B<br>(hvb)<br>TP | overig |
|--------------------------|----------|--------------------|-----------|----------|------------|--------------|-----------------------|--------|
| Hengst                   |          |                    |           |          |            |              |                       |        |
| KWPN Stb.<br>KWPN erkend | vb *     | vb *               | vb **     | vb *     | vb *       | vb *         | Reg. B                |        |
| Hackney                  | Reg. A * |                    | Reg. A ** | Reg. A * | Reg. A *   | Reg. B       | Reg. B                |        |
| v.b. TP                  | Reg. B   | Reg. B             | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B     | Reg. B       | Reg. B                |        |
| Reg. A TP                | Reg. B   | Reg. B             | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B     | Reg. B       | Reg. B                |        |
| Reg. B TP                | Reg. B   | Reg. B             | Reg. B    | Reg. B   | Reg. B     | Reg. B       | Reg. B                |        |
| Overig                   | Reg. B   | Reg. B             |           | Reg. B   | Reg. B     | Reg. B       |                       |        |

Legenda zoals bij rijpaarden

\* In de afstamming van het te registreren paard – gerekend naar ouders en grootouders, mag een percentage van 62,5 % American Saddlebred en/of Hackney-bloed (grote maat) niet overschreden worden.

Indien dit percentage overschreden wordt, zal registratie in Register B plaatsvinden.

\*\* - De moeder van het te registreren paard is geregistreerd in de fokrichting GP en voert geen ander bloed dan TP-bloed, Hackney-bloed (grote maat) of American Saddlebredbloed, en;  
- In de afstamming van het te registreren paard – gerekend naar ouders en grootouders, wordt een percentage van 62,5 % American Saddlebred en/of Hackney-bloed (grote maat) niet overschreden.

Indien niet aan beide voorwaarden is voldaan en de fokker kiest toch voor de fokrichting TP, zal registratie in Register B plaatsvinden.

Indien niet aan de genoemde voorwaarde ten aanzien van de TP bloedvoering is voldaan dan volgt registratie in de fokrichting GP en gelden de daar vastgestelde normen ten aanzien van registratie.

Veulens kunnen bij het KWPN geregistreerd worden in drie verschillende boeken namelijk het veulenboek, register A of register B. Vanuit het veulenboek komen de merries bij stamboekopname in het stamboek. De register A-producten moeten aan aanvullende eisen voldoen om in het stamboek te worden opgenomen. Deze aanvullende eisen zijn eisen waar de ouders niet aan hebben voldaan, zoals een röntgenologisch onderzoek, een onderzoek naar cornage en een prestatietoets. In het register B worden verschillende paarden ingeschreven. Merries van onbekende afstamming of met een afstammingsbewijs van een niet door het KWPN erkend stamboek moeten bij een inspecteur worden aangeboden voor opname in het register B. Wanneer de merrie aan de eisen voldoet qua exterieur, stokmaat (minimaal 158 cm) en beweging, kunnen haar nakomelingen opgenomen worden in register A, tenminste als de vader door het KWPN ingeschreven of erkend is. Wanneer een paard in het register B is opgenomen, is dit een eindstation, er kan niet aan keuringen worden deelgenomen.

---

## Lezen van het stamboekpapier

Wanneer het veulen geschetst is, wordt het veulenboekpapier opgestuurd naar de fokker. Op dit papier zijn veel gegevens te vinden over de afstamming van het veulen. In de eerste plaats wordt het betreffende paard beschreven. Dit is de beschrijving die de veulencontroleur heeft gegeven van het veulen toen het nog bij de moeder liep. Later, bij de stamboekopname, wordt deze beschrijving van het signalement gecontroleerd en eventueel definitief gewijzigd. De ouders en grootouders van het paard staan vermeld met daarbij allerlei gegevens over deze paarden. Wanneer je een stamboekpapier goed wilt kunnen lezen, moet je de betekenis van een aantal afkortingen en de gebruikte termen kennen.

**Fig. 2.8**  
Terminologie van  
predikaten en  
afkortingen.

Op de stamboekboekpapieren en in catalogi van keuringen worden de KWPN-fokkers met aan fokmateriaal verleende predikaten geconfronteerd en met stamboektechnische afkortingen, zodat het ons wenselijk voorkomt hierover enige tekst en uitleg te verstrekken.

### **Predikaten:**

#### **Predikaten, die thans niet meer gebruikt worden:**

##### **Kroon:**

hoogste predikaat voor een merrie op exterieur in combinatie met een verrichtings-proef, in het vroegere VLN-gebied.

##### **kern:**

onderscheiding voor merries van minstens 13 jaar oud, die een groot aantal veulens gebracht hebben en daarbij gaaf en vitaal gebleven zijn.

##### **model:**

hoogste onderscheiding voor een merrie op exterieur in het vroegere NWP-gebied.

#### **In de huidige stamboekvoering worden de onderstaande predikaten gebruikt:**

##### **ster:**

onderscheiding voor een merrie of hengst op exterieur en op beweging en/of spring kwaliteiten;

##### **keur:**

voor merries is dit een onderscheiding op exterieur en prestatie; voor hengsten een predikaat voor gunstige fokresultaten;

##### **preferent:**

een predikaat, dat de hele historie door in gebruik is geweest en zowel voor hengsten als merries geldt als hoogste predikaat gebaseerd op fokresultaten;

##### **prestatie:**

voor merries waarvan ten minste 3 kinderen een vastgesteld niveau in de sport of IBOP hebben bereikt.

##### **elite:**

voor keurmerries die aan de voorwaarden van KWPN röntgenologisch onderzoek hebben voldaan;

##### **sport:**

voor **rijpaardmerries** die 2+5 winstpunten zijn geklasseerd in springen, dressuur of samengestelde wedstrijd

voor **tuigpaardmerries** die een winsom van min / 3000,— in het enkelspan hebben behaald.

Voor **Gelderse merries**: M+5 winstpunten in springen, dressuur, samengestelde merriewedstrijd of mennen of in een internationale twee- of vierspanwedstrijd minimaal 3 keer zijn uitgebracht en ingezet zijn in alle onderdelen van de wedstrijd.

**Fig. 2.9**  
Stamboektechnische  
afkortingen.

|        |   |                                                          |
|--------|---|----------------------------------------------------------|
| Rp     | = | type rijpaard                                            |
| Gp     | = | type Gelders paard                                       |
| Bp     | = | voorheen type basispaard, nu type Gelders paard          |
| Tp     | = | type tuigpaard                                           |
| Ar     | = | type Arabisch rijpaard (25% en meer Arabisch bloed)      |
| vb     | = | veulenboekregistratie dus niet opgenomen in het stamboek |
| hvb    | = | hulpveulenboek                                           |
| Stb    | = | Stamboek                                                 |
| hb     | = | hulpstamboek                                             |
| R      | = | register kleine maat (1,48 - 1,54 m)                     |
| xx     | = | Engels Volbloed                                          |
| ox     | = | Arabisch Volbloed                                        |
| x      | = | Anglo Arabisch Volbloed                                  |
| Sgrt.  | = | stamboek Gronings type                                   |
| Sgldt  | = | stamboek Gelders type                                    |
| Sprt   | = | sportregister                                            |
| Olds   | = | Oldenburger                                              |
| Trak   | = | Trakehner                                                |
| SF     | = | Selle Français                                           |
| Holst. | = | Holsteiner                                               |
| Hann.  | = | Hannoveraan                                              |
| Westf. | = | Westfaler                                                |
| Norm.  | = | Normandier                                               |
| OFS    | = | Oostfries                                                |
| GrPs   | = | Gronings Paardenstamboek                                 |
| DPS    | = | Drentsch Paardenstamboek                                 |
| FPS    | = | Fries Paardenstamboek                                    |
| GPS    | = | Gelders Paardenstamboek                                  |
| NSlg   | = | Ned. Stamboek voor het Landbouwtuigpaard                 |
| VLN    | = | Ver. t.b.v. de landbouw-tuigpaardfokkerij in Nederland   |
| NWP    | = | Noord-Ned. Warmbloedpaardenstamboek                      |
| WPN    | = | Warmbloed Paardenstamboek in Nederland                   |
| KWPN   | = | Koninklijk Warmbloed Paardenstamboek Nederland           |

De stamboeken van GPS en NSlg zijn in 1939 samengegaan in de VLN.  
De stamboeken van VLN en NWP zijn in 1969 samengegaan in het WPN.  
In 1988 heeft het WPN het predikaat "Koninklijk" ontvangen.

**Fig. 2.10**  
Stamboekpapier.

## Voorwaarden deelname keuringen

*keuring* Wanneer je een KWPN-paard op een *keuring* wilt voorbrengen, moet je wel eerst een paar 'hindernissen' nemen. Het paard moet geregistreerd staan op de naam van de eigenaar en deze moet lid zijn van het KWPN. Op de keuring moet het originele stamboekbewijs aanwezig zijn en getoond kunnen worden. Het paard kan worden uitgesloten van de keuring wanneer het onregelmatige, afwijkende bewegingen vertoont of wanneer het ziek lijkt.

Ook moet het beslag aan de voorwaarden voldoen. Alleen de driejarige en oudere paarden van iedere fokrichting en de tweejarige tuigpaardmerries mogen beslagen zijn. Bij andere leeftijdsgroepen is beslag verboden. Paarden worden op de keuring voorgebracht door een monstern knecht en een begeleider. De monstern knecht hoort in het wit gekleed te zijn met witte sportschoenen en ook van de begeleider wordt passende kleding verwacht. Tijdens de keuring mag de begeleider de monstern knecht helpen om het paard op een juiste manier in de baan te presenteren. Hierbij mag de zweep niet overmatig worden gebruikt, omdat het paard hier angstig en gespannen van kan worden. Een rammeldoosje is wel toegestaan.

Rijpaarden worden met een zwart of bruin monster- of trenshoofdstel voorgebracht. Voor een tuigpaard gebruik je een wit monsterhoofdstel. Bij Gelderse paarden kun je kiezen uit een van deze optomingen.

## Criteria stamboekinschrijving van de merrie

In het jaar dat de merrie drie jaar wordt, kan ze worden opgenomen in het stamboek. Om voor inschrijving in aanmerking te komen moet het paard wel aan bepaalde minimeisen voldoen. Deze zijn voor de verschillende fokrichtingen op een groot aantal punten gelijk:

- 1 Controle identiteit, signalement en gebit; de stokmaat moet minimaal 158 cm zijn.
- 2 Individuele beoordeling aan de hand op de harde baan.

- 
- 3 Individuele beoordeling vrij bewegen en facultatief vrij springen (bij tuigpaarden individuele beoordeling in beweging aan de hand op gras).
  - 4 Het paard moet vrij van (erfelijke) gebreken zijn, zoals:
    - aangeboren oogafwijkingen, een klein of onderontwikkeld oog;
    - over- of onderbeet, waarbij de snijvlakken van de tanden elkaar niet raken;
    - afwijkingen van knie- spronggewricht in combinatie met afwijkende bouw en/of stand van het achterbeen;
    - afwijkende (ongelijke) hoefvorm;
    - afwijkende bewegingsvorm.

Een paard kan een of meer van de bovengenoemde eigenschappen in geringe mate bezitten en toch worden opgenomen in het stamboek. Deze minder gewenste eigenschap zal echter wel de toekenning van een hoger predikaat verhinderen.

### **Predikaten merries**

Wanneer paarden naar de keuring gaan, kunnen zij, na opname in het stamboek, een predikaat behalen. Deze predikaten kunnen worden behaald op diverse kwaliteiten. *ster* Zo kan een paard *ster* worden als waardering voor het exterieur en de beweging. Dit geldt voor alle driejarige en oudere merries, ruinen en niet goedgekeurde hengsten. Voor andere predikaten gelden weer andere criteria. Naast exterieur en beweging worden ook de verrichtingen en nafok meegenomen. Ook een röntgenologisch onderzoek door een PROK-dierenarts dat als voldoende wordt beoordeeld, kan een predikaat opleveren. PROK staat voor Project Röntgenologisch Onderzoek KWPN-merries. Hierbij worden van vitale onderdelen van het beenwerk (straalbeen, kogel, spronggewricht en kniegewricht) röntgenopnamen gemaakt en onder code beoordeeld.

### **Goedkeuring KWPN-hengsten**

Het is vaak de grote droom van een fokker om een zelf gefokte hengst goedgekeurd te krijgen. Wanneer je een hengst ter goedkeuring wilt aanbieden, moet hij geregistreerd zijn in het veulenboek of register A van het KWPN of bij een door de Europese Unie erkend stamboek met een overeenkomstig fokdoel. Soms wordt hierop een uitzondering gemaakt.

De hengsten moeten minstens een stokmaat van 160 cm hebben om in het stamboek te kunnen worden opgenomen. Zij worden tijdens de voorselectiedagen gemeten. De rijpaardhengsten en Gelderse hengsten die aangewezen zijn voor de 'derde bezichtiging' worden aan een veterinaire onderzoek onderworpen op de hengstenkeuring. Dit gebeurt tijdens de laatste dagen van de keuring. Dit keuringsprotocol bevat een klinische keuring in stand, waarbij de ogen, mond, beenwerk en het geslachtsapparaat van het paard worden beoordeeld. Verder worden de gangen stap en draf in een rechte lijn en op de harde bodem beoordeeld. Net als bij de merriekeuring moet het beslag aan eisen voldoen. De rijpaardhengsten en Gelderse hengsten mogen rondom beslagen zijn met standaardijzers van maximaal 8 mm dikte. De tuigpaardhengsten mogen rondom beslagen zijn met standaardijzers van maximaal 12 mm dikte en een breedte van 25 mm. Op de keuringen moeten de hengsten vrij zijn van ongeoorloofde middelen. Steekproefsgewijs kan van enkele hengsten bloed worden afgenomen voor onderzoek op ongeoorloofde middelen.

*vaccinatie* Elke hengst moet op de juiste wijze gevaccineerd zijn tegen influenza. Deze *vaccinatie* bestaat uit een basisenting met een jaarlijkse herhalingsenting. Een basisenting betekent dat een enting tweemaal gegeven moet worden met minimaal vier en maximaal tien weken ertussen.

Een goedgekeurde hengst moet een normaal goed functionerend ademhalingsapparaat hebben.

Wanneer rijpaardhengsten en Gelderse hengsten worden aangewezen voor de derde bezichting van de keuring worden ze onderzocht op cornage. Dit laryngoscopisch onderzoek vindt plaats op de keuring. Bij tuigpaarden wordt dit onderzoek in Utrecht gedaan.

Alle hengsten die aangewezen zijn voor de tweede bezichting moeten röntgenologisch worden onderzocht. Dit moet gebeuren op de Faculteit der Geneeskunde te Utrecht. Van de hengsten zullen van beide voorbenen de hoefkatrol en de kogelkatrol en van beide achterbenen de spronggewrichten en knieën röntgenologisch worden onderzocht.

Aan de röntgenologische klasse-indeling worden de volgende eisen gesteld:

- Kogelartrose: klasse 0-1-2-3.
- Spat: klasse 0-1-2.
- Straalbeen: klasse 0-1-2.
- Osteochondrose in knie- en/of spronggewricht mag niet voorkomen.
- Er vindt geen selectie plaats op de kwaliteit van de sesambeentjes.

De röntgenologische klasse-indeling van een hengst wordt alleen aan de eigenaar bekend gemaakt en niet gepubliceerd.

*sperma-onderzoek* Van alle hengsten die aan het verrichtingsonderzoek deel gaan nemen, moet het sperma zijn onderzocht door de Faculteit der Geneeskunde in Utrecht. Van dit *sperma-onderzoek* gaat een rapport naar het KWPN. Wanneer de resultaten onvoldoende zijn, moet een tweede onderzoek plaatsvinden. Als dit ook onvoldoende beoordeeld wordt, kan de eigenaar een heronderzoek aanvragen.

Van alle hengsten die voor het eerst goedgekeurd of erkend worden, moet worden vastgesteld wie de vader en moeder zijn. Door van elke hengst een haarmonster te nemen wordt het DNA-patroon van de hengst bepaald. Ook van de moeders van de hengsten zal een haarmonster worden genomen. Wanneer de vader een KWPN-hengst is, is zijn DNA-patroon al bekend, maar van een vader van bijvoorbeeld een buitenlands stamboek moet het DNA-patroon worden opgevraagd. Als de verblijfplaats van de moeder onbekend is, of de moeder en/of de vader is gestorven, dan zullen enkele familieleden van de betreffende ouder bij het onderzoek worden betrokken.

*afstammingsverificatie* Wanneer de *afstammingsverificatie* van de hengst niet helemaal afgerond is op het moment dat het verrichtingsonderzoek begint, zal de hengst niet deel mogen nemen aan dit onderzoek.

*verrichtingsonderzoek* Wanneer de hengst na het *verrichtingsonderzoek* (70 dagen) wordt goedgekeurd om te dekken, is dit niet voor het leven. De afstammelingen worden nog bekeken als veulen, driejarigen, zevenjarigen en elfjarigen. Hierbij wordt gekeken naar exterieur, beweging en sportprestatie. In dit hele traject kan de hengst worden afgekeurd. Pas als aan alle voorwaarden wordt voldaan, wordt de hengst volledig goedgekeurd en kan hij geprimeerd worden.

## Vragen 2.1

- a Verklaar waarom de Groninger paarden van vroeger zwaarder gebouwd waren dan de Gelderse paarden.

- 
- b Hoe komt het dat het aantal paarden in Nederland na de Tweede Wereldoorlog sterk terugliep?
  - c In welk jaar zijn de paarden geboren, waarvan de naam begint met een O?
  - d Waarom moet het veulen worden geschetst wanneer het nog bij de moeder loopt?
  - e Wat maakt het KWPN tot een democratische vereniging?
  - f In hoeverre heeft een lid inspraak in de procedure binnen de stamboekvereniging?
  - g Wat is de taak van de veulencontroleur?
  - h Op welke manieren kun je een paard in de fokrichting Rijpaard fokken?
  - i Wat mag het maximale percentage hackney-bloed zijn van een tuigpaard om in het stamboek te worden ingeschreven?
  - j Beantwoord de volgende vragen over het stamboekpapier van figuur 2.10.
    - Wie zijn de vader en de moeder van het paard?
    - In welke fokrichting zijn de vader en de moeder gefokt?
    - Wat betekent de XX die bij een van de grootouders staat vermeld?
    - Hoeveel procent Engels volbloed is er in dit paard aanwezig?
    - Welke predikaten staan er op het stamboekpapier vermeld?
    - Wat vind je van de manier waarop dit paard gefokt is?

## 2.2 Overige stamboeken

Wanneer we kijken naar het paarden- en ponybestand in Nederland, dan zien we een grote verscheidenheid aan rassen en bijbehorende stamboeken. In paragraaf 2.1 hebben we de regels van het grootste paardenstamboek in Nederland belicht. Het is goed om hier een aantal andere stamboeken naast te leggen. Zij verschillen soms in enkele opzichten maar in andere gevallen zijn de regels bijna vergelijkbaar.

### Het Nederlandse Rijpaarden- en Ponystamboek

Het NRPS staat voor het Nederlandse Rijpaarden- en Ponystamboek. Onder de stamboeken in Nederland neemt het NRPS een bijzondere plaats in, omdat het zowel paarden als pony's registreert.

Het NRPS is in 1981 opgericht en registreert sportpaarden en pony's met Arabisch bloed. Belangrijke factoren binnen de NRPS-fokkerij zijn de innerlijke kenmerken, zoals hardheid, karakter, uithoudingsvermogen en werklust, en de uiterlijke kenmerken als adel, expressie en rijtypische lichtvoetigheid.

Het NRPS kent drie registers te weten:

- 1 Nederlandse Rijpony met Arabisch bloed (NPA). De pony's moeten minimaal 12,5% Arabisch bloed voeren en hebben een maximale stokmaat van 157 cm.
- 2 Nederlands Rijpaard met Arabisch bloed (NRA). Dit zijn paarden met een stokmaat vanaf 157 cm die minimaal 12,5% Arabisch of Anglo-Arabisch bloed voeren.
- 3 Anglo-Arabische volbloedpaarden (AA). Dit is een gesloten fokrichting waarin dieren worden ingeschreven die uitsluitend Arabisch en Engels volbloed voeren.

De naamgeving bij veulens die bij het NRPS worden ingeschreven, wordt alleen voorgeschreven voor de hengstveulens. Deze krijgen dezelfde beginletter als de naam

---

van de vader. De keuringen zijn er voor zowel merries en hengsten om in het stamboek te worden toegelaten. Deze keuringen zijn gericht op het exterieur. Hier zijn ook predikaten te verkrijgen. De prestatie is ook belangrijk. Alle hengsten die als vaderdier willen worden goedgekeurd, moeten voldoen aan de gewenste bloedopbouw, het exterieur moet aan bepaalde eisen voldoen en de verrichtingen moeten aan de eisen voldoen.

### **Het Fries Paardenstamboek**

Wanneer we in de geschiedenis van het Friese paard duiken, zien we dat de Friezen al worden beschreven in de eerste eeuw na Christus. Het is dan een ras met een goede gebruikswaarde, maar er wordt ook gesproken over het niet zo fraaie uiterlijk. Toen het paard, zo'n duizend jaar later, de ridders uit het noorden van Nederland en Duitsland naar de kruistochten droeg, werd het wat eleganter door contacten met oosters bloed tijdens de kruistochten. In de zestiende eeuw, gedurende de Tachtigjarige oorlog met Spanje, kreeg de befaamde Andalusiër ook zijn invloed op de fokkerij van het Friese paard.

De huidige Fries wordt veelzijdig gebruikt. De meeste paarden worden in de aangespannen sport gebruikt. Maar ook het gebruik als rijpaard komt steeds vaker voor. Heel mooi komt de Fries uit wanneer hij in het tuig wordt voorgesteld voor de Friese sjees. Wanneer de rijder vergezeld wordt door een dame in klederdracht is het plaatje compleet.

**Fig. 2.11**  
*Fries voor sjees.*



De keuringen van merries, veulens en ruinen worden gehouden op de stamboekkeuringen, fokdagen en extra keuringen van de fokverenigingen. Dit zijn exterieurkeuringen, om een hoger predikaat te behalen moet er een bepaalde verrichting worden gedaan, zoals een IBOP rij-, men- of tuigproef.

Merries en ruinen kunnen worden opgenomen in het stamboek, wanneer ze in het veulenboek zijn ingeschreven en drie jaar of ouder zijn. Zij moeten een minimale

---

stokmaat van 150 cm hebben. Bij voldoende kwaliteit en een stokmaat van minimaal 155 cm kunnen de merries en ruinen ster worden verklaard.

Wanneer het veulen wordt geboren moet de naam beginnen met een bepaalde letter. De fokker heeft dat jaar de keuze uit drie letters. Deze letters zijn wel opvolgend in het alfabet en worden gepubliceerd.

In de fokkerij is het een tijd zo geweest, dat er een deklimiet bestond. De hengsten kregen een limiet opgelegd en er moest een boete betaald worden wanneer daar overheen werd gegaan. Dit alles om onnodige bloedverwantschap te voorkomen. Deze deklimiet is nu weer losgelaten.

## **Arabische Volbloedpaarden Stamboek**

Dit is een gesloten stamboek waarin alleen veulens worden toegelaten die geboren zijn uit een Arabier moeder en een Arabier vader.

Over de herkomst van de Arabier is men het niet eens, maar er zijn aanwijzingen dat hij rond 2500 voor Christus voorkwam op het Arabische schiereiland en daar in zuivere vorm is blijven bestaan. De moslimveroveringen in de zevende eeuw zorgden voor de verspreiding van het ras. In de achttiende en negentiende eeuw werd het ras vastgelegd in particuliere en staatsstoeterijen. Van daaruit verspreidde het zich naar Rusland, Scandinavië en de Verenigde Staten en had het een enorme invloed op de ontwikkeling van vele paardenrassen in de wereld.

In Nederland wordt de Arabier ook gekeurd op allerlei exterieurkenmerken. Er wordt dan gekeken naar de categorieën:

- type,
- hoofd en hals,
- romp en bovenlijn,
- benen,
- bewegingen.

Ook naar de prestaties wordt gekeken. Naast de prestaties in dressuur, springen en de afgelegde IBOP-proef kent het AVS ook de prestatie afgelegd in de rennen en de lange afstandsritten (minimaal 55 km). Hengsten die ter goedkeuring voor dekdienst worden aangemeld, dienen eerst het DNA-patroon te laten vaststellen en er dient een SCID-onderzoek gedaan te worden. Het toiletteren van de ter keuring aangeboden dieren verschilt van wat bij het KWPN gebruikelijk is. Het afknippen of scheren van de tastharen is verboden. Manen, maantop en staart dienen ook intact te worden gelaten en het verwijderen van de haren in de oren is evenmin toegestaan. Op de keuringen kunnen de paarden een premie toegekend krijgen.

### **Vragen 2.2**

- a Wat maakt het NRPS bijzonder als stamboek?
- b Wat is verschil in toiletteren van een KWPN-er en een Arabier?
- c Wat hield de deklimiet bij Friezen in?
- d Wat zou de reden zijn dat deze weer is losgelaten?

## **2.3 Afsluiting**

In dit hoofdstuk heb je een idee gekregen wat de achtergronden zijn van de regels die in de diverse stamboeken worden gesteld aan de ingeschreven paarden en hun eigenaren. Het KWPN is in Nederland een voorloper met allerlei voorwaarden die

---

worden gesteld aan goedkeuring en primering. Waar het vroeger vaak een exterieurkeuring betrof, gaat de prestatie van de paarden in steeds meer stamboeken een belangrijke plaats innemen. Uiteindelijk moet er voor de gebruiker gefokt worden, dus de sportprestatie wordt steeds belangrijker.

---

## 3 Fokken in de praktijk

### Oriëntatie

Nu je weet hoe de erfelijkheidsleer in elkaar zit en hoe allerlei rassen en stamboeken zijn ontstaan, wordt het tijd om te kijken hoe men bij deze stamboeken in de praktijk de fokkerij aanpakt. Je moet weten op welke eigenschappen je wilt selecteren voor de juiste oudercombinaties en je moet ook weten waar je gegevens over de fokwaarde van deze ouders kunt vinden. Maar dan zul je ook beter in staat zijn om voor een bepaald fokdoel de hengst te kiezen die de beste kans geeft om bij jouw merrie een veulen te fokken met de gewenste eigenschappen.

Er is een spreekwoord dat zegt: fokken is gokken. Met het nodige inzicht in genetica en het lezen van stamboekgegevens is dat natuurlijk niet helemaal waar. Er blijven altijd onverwachte uitkomsten mogelijk en 100% zekerheid heb je nooit. Maar met het juiste inzicht en de nodige kennis wordt fokken op zijn minst verantwoord gokken.

### 3.1 Het fokdoel

*fokdoel*

In de paardenwereld zijn heel veel verschillende fokdoelen mogelijk. Denk maar aan alle verschillende takken van paardensport, aangespannen rijden, trekpaarden enzovoort. Voor al de diverse takken zijn natuurlijk verschillende eigenschappen belangrijk. Als je wilt gaan fokken, is het dus heel belangrijk om je *fokdoel* heel precies te formuleren. Je kunt dan heel nauwkeurig aangeven wat voor product je wilt krijgen. In het fokdoel neem je alle waardevolle eigenschappen op. Daarnaast kun je ook eventuele ongewenste eigenschappen noemen. Alleen als je fokdoel duidelijk is, kun je de juiste ouderdieren selecteren.

**Fig. 3.1**

*Rastypische kenmerken  
zijn vaak onderdeel van  
het fokdoel*  
foto: Maeike Faber



Een fokdoel formuleren is nog niet zo eenvoudig. Het is gemakkelijk genoeg om een heel verlanglijstje samen te stellen; je ideale fokproduct heeft natuurlijk alles in zich wat je wenst. Maar is dit ook haalbaar?

Een fokdoel kan zijn het fokken van haflingers met sterk en droog beenwerk. Maar daar blijft het natuurlijk niet bij. Naast deze eigenschappen zal de fokker ook wensen hebben op het gebied van exterieur, kleur en karakter. Of de fokker wil een goed gebouwd springpaard met een schuine schouder, korte rug en lange benen, sterk hellend kruis, flink ontwikkelde gewrichten en een sterke draf en galop. Een andere fokker wil graag Arabieren fokken die een groot uithoudingsvermogen hebben voor de endurance, maar die ook wat exterieur betreft nog duidelijk de Arabierkenmerken laten zien.

Vaak stelt de fokker zoveel eisen, dat het fokken bijna onmogelijk wordt. Want als je alle eisen op een rijtje zet, zul je moeten toegeven dat daarvoor heel veel erfelijke eigenschappen op de goede manier gecombineerd moeten worden. Bovendien weet je nu al, dat de meeste van deze eigenschappen behoren tot de kwantitatieve eigenschappen, die maar voor een gedeelte beïnvloed worden door de genen en voor een groot gedeelte door het milieu. Hoe meer eisen worden nagestreefd in een *fokprogramma*, hoe langzamer de vooruitgang voor iedere afzonderlijk eigenschap zal zijn.

Het is dus de kunst om te herkennen wat je wilt, in welke volgorde je dat wilt en op welke punten je bereid bent wat toe te geven.

Het fokdoel zit vaak in je hoofd, maar het is heel nuttig om het op papier te zetten. Je dwingt jezelf dan namelijk om heel duidelijk en precies aan te geven wat je wilt. Als je dus een fokdoel gaat opstellen, zet je de gewenste eigenschappen op een rij in volgorde van belangrijkheid en daarna kijk je of ze logisch bij elkaar passen. Ook een lijstje van beslist ongewenste eigenschappen hoort daarbij.

Als je het op papier hebt staan, kun je later het fokdoel ook nog eens opzoeken en opnieuw bekijken. Je kunt het dan nog wat bijstellen of duidelijker maken. Zeker als je het fokdoel van een ander helder wilt krijgen is het goed om het op papier te zetten. Je kunt het dan samen bekijken, doorspreken en bijstellen.

## Beoordelen van paarden op hun fokdoel

Fokdoelen bevatten gedeeltelijk *objectieve kenmerken*: Iedereen oordeelt over zo'n kenmerk hetzelfde. Objectieve kenmerken zijn bijvoorbeeld: kleur, schofthoogte, geslacht, stand van de schouder, paslengte, snelheid over een bepaalde afstand. Deze kenmerken zijn meetbaar. Daarnaast bevat het fokdoel *subjectieve kenmerken*. Dit zijn de kenmerken waarover verschil van mening kan bestaan, mensen kunnen hierover verschillend oordelen. Bijvoorbeeld: dressuuraanleg, doorzetter, vechter, onverstoortbaar. Als deze kenmerken worden 'gemeten', gebeurt dat meestal met punten, klasseringen en beoordelingen door een jury. Het verschil tussen objectieve en subjectieve kenmerken komt min of meer overeen met het verschil tussen lichamelijke kenmerken en karaktereigenschappen.

Omdat sommige eigenschappen meetbaar zijn en andere niet, wordt het heel moeilijk om een paard te beoordelen op zijn fokdoel. Bovendien spelen bij deze beoordeling ook nog de smaak en de voorkeur van de beoordelaar een grote rol.

Om een fokdoel te kunnen beoordelen moeten er daarom afspraken zijn over de manier van beoordelen: een systeem waarmee eigenschappen zo objectief mogelijk beoordeeld kunnen worden. Bij het FPS (Fries Paarden Stamboek) en het KWPN gebruikt men hiervoor onder andere het lineaire scoringsformulier. Daar bovenop

---

komt dan nog dat je nooit precies weet hoe groot de invloed van het milieu is bij een eigenschap. Alleen als een eigenschap voor een deel erfelijk bepaald is, heeft het zin om daarop te selecteren en te fokken. Het is dus ook belangrijk de erfelijkheidsgraad voor de gewenste eigenschappen te weten.

Pas dan kan een fokdoel goed beoordeeld worden.

Bij de stamboeken heeft men meestal een bepaald doel en dus ook voor een groot gedeelte gelijke fokdoelen. Daarom worden de paarden bij zo'n stamboek centraal beoordeeld op *keuringen*. Als het paard voldoet aan het fokdoel van het stamboek, levert dit een opname in het stamboek op en eventueel predikaten.

**Fig. 3.2**  
*Beoordeling van het  
paard.*



---

## Lineair scoren

### *lineaire scoringssysteem*

Het KWPN maakt voor de exterieurbeoordeling gebruik van het zogenaamde *lineaire scoringssysteem*. In het kort komt dat neer op het volgende: voor twintig exterieurkenmerken, negen bewegingskenmerken en acht springkenmerken worden punten gegeven van 0 tot 40. Deze punten zijn geen waardeoordeel, maar geven aan hoe de kenmerken van een bepaald paard zich verhouden tot het gemiddelde van de populatie (in dit geval alle paarden binnen het KWPN). Is een bepaald kenmerk gelijk aan het gemiddelde van de populatie, dan worden hiervoor 20 punten toegekend. Bijvoorbeeld: het kenmerk hoofd-halsverbinding zoals dat gemiddeld in de populatie voorkomt, en zoals het als ideaal wordt beschouwd, heeft 20 punten. Is bij een paard deze verbinding extreem licht, dan wordt voor dit kenmerk een 0 gegeven. Een extreem zware hoofd-halsverbinding scoort 40 punten. Het hoeft overigens beslist niet zo te zijn, dat het gemiddelde in de populatie (20 punten) ook het ideaalbeeld is. Normaliter scoort ongeveer 68% van de paarden tussen de 13 en 27 punten, 0 en 40 zijn grote uitzonderingen!

Dit systeem van scoren geeft een overzicht van de sterke en zwakke exterieuronderdelen van een individueel paard. De puntentoekenning is geen waardering, maar een constatering. Daarom is deze manier van beoordelen redelijk objectief. Als het goed is, komt iedere keurmeester bij hetzelfde paard tot dezelfde puntenverdeling, want er wordt alleen maar geconstateerd hoe de kenmerken zijn in vergelijking met het gemiddelde beeld in de populatie. De persoonlijke smaak van de keurmeester speelt daarbij geen enkele rol. Deze manier van vaststellen van exterieurkenmerken geeft de mogelijkheid de gegevens via de computer te verwerken. Hierdoor wordt het onder andere mogelijk voor hengsten een exterieurindex te berekenen, natuurlijk vooropgesteld dat deze kenmerken voor een gedeelte erfelijk bepaald worden.

**Fig. 3.3**  
Lineair scoringsformulier  
KWPN.

| Datum:<br>Gezicht: Ma / Me / Ju<br>Stokmaat: / |                       | Paardnaam en nummer:<br>Type: Ap / Tp / Sp / Au<br>Opgenomen: ja / nee |                                                                                                                                                                              | Vader:<br>Paard inspecteur: Afd. |  |
|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|
| Afd.                                           |                       |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| KENMERK                                        | TRAJECT<br>(00) (100) | SCORE                                                                  | AFWIJING / GEBREK                                                                                                                                                            |                                  |  |
| Conditie                                       |                       |                                                                        | <input type="checkbox"/> overconditie<br><input type="checkbox"/> schaal                                                                                                     |                                  |  |
| Mond                                           |                       |                                                                        | <input type="checkbox"/> onderbeet<br><input type="checkbox"/> overbeet                                                                                                      |                                  |  |
| Hoofd                                          |                       |                                                                        | <input type="checkbox"/> rymhoofd<br><input type="checkbox"/> gruf<br><input type="checkbox"/> lang                                                                          |                                  |  |
| 1 Hoofd-halsverbinding                         | licht zwaar           |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 2 Halslengte                                   | lang kort             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 3 Halsrichting                                 | verticaal horizontaal |                                                                        | <input type="checkbox"/> afdag uit de hals                                                                                                                                   |                                  |  |
| 4 Halsbeugeling                                | zwaar arm             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 5 Schoftlengte                                 | lang kort             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 6 Hoogte van de schoft                         | hoog laag             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 7 Schouderlengte                               | lang kort             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 8 Schouderligging                              | schuin steil          |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 9 Lengte van rug en lendenen                   | lang kort             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 10 Verloop van rug en lendenen                 | strak week            |                                                                        | <input type="checkbox"/> hol<br><input type="checkbox"/> bol                                                                                                                 |                                  |  |
| 11 Krullegging                                 | halfsteil recht       |                                                                        | <input type="checkbox"/> dalkromme                                                                                                                                           |                                  |  |
| 12 Krullengte                                  | lang kort             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 13 Beugeling van de dijen                      | veel weinig           |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 14 Stand voorbeen<br>Bouw achterbeen           | bolleberg hol         |                                                                        | <input type="checkbox"/> onderstaand<br><input type="checkbox"/> ingetrokene pijp                                                                                            |                                  |  |
| 15 Stand achterbeen<br>Bouw achterbeen         | subleberg steil       |                                                                        | <input type="checkbox"/> kortkukig<br><input type="checkbox"/> ingetrokene pijp<br><input type="checkbox"/> afw. springgewicht<br><input type="checkbox"/> afw. knoetgewicht |                                  |  |
| 16 Kootstand                                   | week steil            |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 17 Hoefvorm                                    | breed smal            |                                                                        | <input type="checkbox"/> ongelijk                                                                                                                                            |                                  |  |
| 18 Verpenen                                    | hoog laag             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 19 Kwaliteit benen                             | hard voor             |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 20 Omvang beenwerk                             | zwaar fijn            |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 21 Stap ruimte                                 | lang kort             |                                                                        | <input type="checkbox"/> onbegrensd                                                                                                                                          |                                  |  |
| 22 Stap souplesse                              | soepel stijf          |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 23 Correctheid in stap                         | toornadend fram       |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 24 Draf ruimte                                 | lang kort             |                                                                        | <input type="checkbox"/> onbegrensd                                                                                                                                          |                                  |  |
| 25 Draf souplesse                              | soepel stijf          |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |
| 26 Draf kracht/impuls                          | krachtig slap         |                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                  |  |

Bij het FPS gebruikt men ook een dergelijk systeem. Daar worden 39 exterieurkenmerken beoordeeld.

### Vragen 3.1

- Is het gemakkelijker om op een enkele of op meer eigenschappen te fokken? Licht je antwoord duidelijk toe.
- Wat is het nut van het op papier zetten van een fokdoel?
- Wat is het verschil tussen objectieve en subjectieve kenmerken?
- Zijn alle lichamelijke kenmerken van een paard objectief? Leg uit.
- Zijn alle karaktereigenschappen subjectief? Leg uit.
- Leg uit wat het betekent als op het lineaire scoringsformulier 25 punten gescoord wordt voor hoefvorm.
- Wat betekent een score van 9 punten voor de hoogte van de schoft?

## 3.2 Fokwaarde schatten

Als je hebt besloten om te gaan fokken en je weet precies wat je wilt gaan fokken, is het zaak om de dieren waarmee je wilt gaan fokken eens goed te bekijken. Je moet je dan afvragen hoe je bijvoorbeeld bepaalde merries kunt inzetten om je fokdoel te bereiken en met welke hengst je ze, rekening houdend met je fokdoel, het best zou kunnen combineren.

Je hebt al geleerd dat de buitenkant (het fenotype) van een paard niet zoveel zegt over de binnenkant (het genotype). Het is dus belangrijk om te weten door hoeveel genen een kenmerk wordt bepaald en hoe groot de erfelijkheidsgraad is. Hierover kun je meer te weten komen door stamboomonderzoek. Om de fokwaarde van een dier te schatten kun je gegevens verzamelen van de voorouders, (half)broers en (half)zusters en nakomelingen van dit dier. Daarnaast leveren de gegevens over eigen prestaties natuurlijk ook informatie op.

**Fig. 3.4**

Informatiebronnen voor de fokwaardeschatting.



Zodra je te maken krijgt met kwantitatieve kenmerken als prestatie, is het heel lastig om te bepalen hoeveel van de gemeten prestatie nu echt erfelijk is en voor welk deel die te danken is aan bijvoorbeeld de kwaliteit van de ruiter. Alleen het gedeelte dat erfelijk is, is voor de fokker interessant.

*fokwaarde*

De *fokwaarde* van een individu is gelijk aan de som van de gemiddelde effecten van de genen die het bezit. Voor een betrouwbare en zuivere fokwaardeschatting voor merries en hengsten zijn dus veel waarnemingen nodig. Het doel is erachter te komen welk deel van de eigen prestaties van een individueel paard over kan erven naar de volgende generatie. Dat is dan de fokwaarde van het dier. Hoe meer waarnemingen er zijn, des te betrouwbaarder kan de schatting zijn. De geschatte fokwaarden voor de verschillende kenmerken worden weergegeven in een *index*. Je hebt dan alle fokwaarden van een paard overzichtelijk op een rijtje, waardoor je gemakkelijker paarden met elkaar kunt vergelijken.

*index*

Een paard waarvan de fokwaarde bepaald moet worden, wordt gepaard met verschillende partners. Het verschil tussen het gemiddelde van de nakomelingen van dit paard en het gemiddelde van de populatie wordt verdubbeld. Dit is dan de fokwaarde. Uiteraard moet dit gecorrigeerd worden voor allerlei milieu-invloeden.

De fokwaarde is dus een schatting van de erfelijke aanleg van het paard op basis van gegevens van zoveel mogelijk bronnen. Als voorbeeld van zo'n schatting gaan we eens kijken hoe het KWPN dit aanpakt.

---

Het KWPN berekent de fokwaarde voor twee groepen kwantitatieve kenmerken: de exterieurkenmerken en de sportkenmerken. De exterieurfokwaarde van een hengst of merrie geeft aan hoe het dier vererft op exterieuronderdelen. De sportfokwaarde geeft de vererving aan in dressuur, springen (bij rijpaarden) of aangespannen sport (bij tuigpaarden).

## Het gemiddelde

De fokwaarde moet aangeven hoe een paard vererft voor bepaalde kenmerken ten opzichte van de andere paarden binnen de populatie (in dit geval: het stamboek). Daarom wordt er een gemiddeld genetisch niveau van elk kenmerk bepaald. Hiervoor gebruikt men de gegevens van alle bij het stamboek ingeschreven paarden. Het gemiddelde kan dus van jaar tot jaar iets veranderen.

Van elk individueel paard kan nu bekeken worden waar zijn kenmerken liggen ten opzichte van dit gemiddelde. Men stelt het gemiddelde niveau elk jaar op 100 punten.

## De spreiding

Nu is het natuurlijk de vraag of een fokwaarde van 118 punten voor het kenmerk dressuur nog normaal kan worden gevonden. Of is het misschien hoog of zeer hoog? De fokwaarde ligt wel 18 punten boven het gemiddelde, maar vererft dit paard nu erg veel dressuuraanleg of valt het wel mee? Om deze vraag te kunnen beantwoorden moet je weten wat het maximale aantal punten zou kunnen zijn.

*normale verdeling*  
*spreiding*  
*standaardafwijking*

Hiervoor gebruikt men de wiskundige statistiek. Je bent in hoofdstuk 1 al het begrip *normale verdeling* tegengekomen. Bij de normale verdeling gebruikt men de term *spreiding*. Deze spreiding zit aan weerszijden van het gemiddelde. De breedte van de spreiding loopt dus van het minimum via het gemiddelde naar het maximum. De mate van spreiding wordt aangegeven door de *standaardafwijking*.

Men heeft nu het volgende vastgesteld: de standaardafwijking voor sportfokwaarde is 20 punten en voor exterieurfokwaarde 4 punten. Het gemiddelde voor beide groepen is altijd 100 punten. Volgens de regels van de normale verdeling valt ongeveer 68% van alle dieren binnen het gebied van het gemiddelde + of – eenmaal de standaardafwijking.

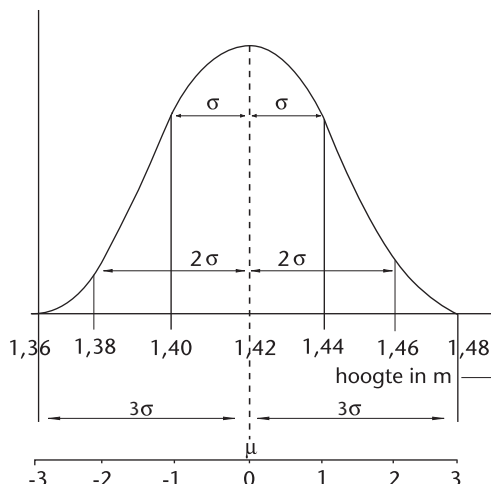
Dit betekent dat 68% van alle KWPN-paarden voor sportfokwaarde tussen de 80 en 120 punten zit en voor exterieurfokwaarde tussen de 96 en 104 punten. De paarden die in dit gebied zitten, noemen we gemiddeld of normaal.

Ons voorbeeldpaard met een dressuurfokwaarde van 118 punten hoort dus bij de normale dieren.

De normale verdeling zegt ook dat ongeveer 16% van de dieren een sportfokwaarde heeft van meer dan 120 punten (gemiddelde + meer dan een maal de standaardafwijking) en dat maar 2% een sportfokwaarde heeft van meer dan 140 punten (gemiddelde + meer dan twee maal de standaardafwijking). Datzelfde geldt ook voor de waarden links van het gemiddelde.

**Fig. 3.5**

Normale verdeling van  
de schofthoogte bij de  
Welsh pony  
( $\mu$  = gemiddelde,  
 $\sigma$  = standaardafwijking).



Conclusie hieruit is dus: 68% zit in het gebied tussen  $\mu - \sigma$  en  $\mu + \sigma$ . 16% zit in het gebied links van  $\mu - \sigma$  en rechts van  $\mu + \sigma$  en 2% in het gebied links van  $\mu - 2\sigma$  en rechts van  $\mu + 2\sigma$ . Een extreem sterke vererving zit in het gebied rechts van  $\mu + 3\sigma$ . Dit is bij het KWPN maar 0,5%.

Samenvattend komt het erop neer dat:

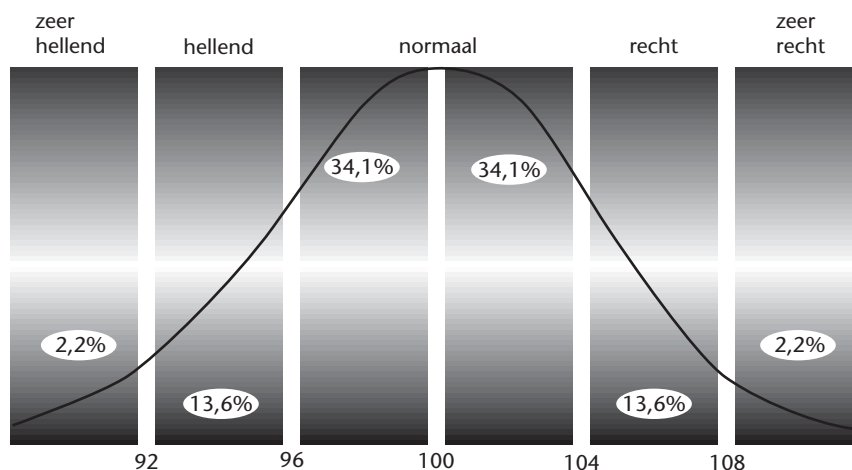
- 68% van de dieren zit tussen  $\mu - \sigma$  en  $\mu + \sigma$ ;
- 96% van de dieren zit tussen  $\mu - 2\sigma$  en  $\mu + 2\sigma$ ;
- 99% van de dieren zit tussen  $\mu - 3\sigma$  en  $\mu + 3\sigma$ .

De buigpunten van de grafiek van de normale verdeling liggen altijd bij  $\sigma$ ,  $2\sigma$  en  $3\sigma$ .

Voor verbetering van de fokkerijresultaten in de sport zijn de gebieden aan de linker kant van het gemiddelde natuurlijk niet interessant. Lage punten betekent immers dat de aanleg voor de sport slechter dan gemiddeld vererft.

Volgens bovenstaande grenswaarden kun je nu ook vaststellen dat voor de exterieurfokwaarde het gebied tussen 96 en 104 normaal genoemd wordt. Bij het beoordelen van exterieurkenmerken wordt echter gewerkt met een ander beoordelingssysteem. Het gemiddelde ligt nog steeds op 100, maar links en rechts daarvan geeft in beide gevallen een afwijkend beeld te zien. Een paard dat kruisligging vererft met 103 punten valt binnen de gemiddelde groep. Boven de 104 punten wordt het kruis steeds platter, bij minder dan 96 punten wordt het kruis steeds hellender. Hier is het dus niet automatisch zo, dat links van het midden negatief is. Het geeft alleen maar aan op welke manier het afwijkt van het gemiddelde.

**Fig. 3.6**  
Vererving van  
kruisligging bij KWPN-  
paarden.



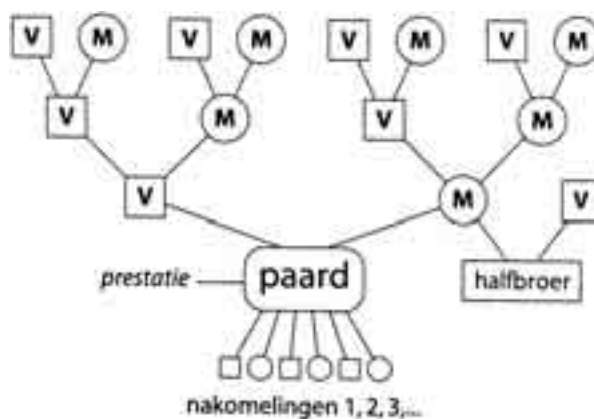
Wanneer je conclusies uit de fokwaardepunten wilt trekken, kun je alleen grofweg zeggen dat een paard met een fokwaarde voor springen van 140 punten (gemiddelde + twee maal de standaardafwijking) waarschijnlijk in zijn nakomelingen meer springaanleg zal vererven dan een paard dat in de gemiddelde groep zit. Het precieze aantal punten maakt niet zo heel veel uit, wel in welke groep ze zitten.

### Betrouwbaarheid

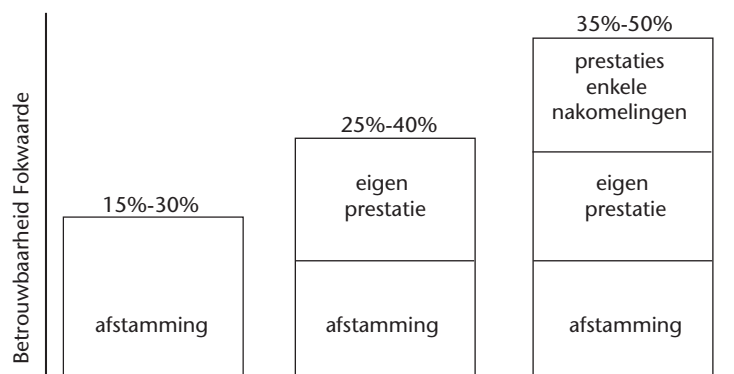
Hoe betrouwbaar zijn deze fokwaardeschattingen nu?

De erfelijke aanleg voor een kwantitatieve eigenschap, die vaak voor een groot deel mede wordt beïnvloed door het milieu, is nooit precies te meten. Zoals gezegd, de fokwaarde is een schatting op basis van waarnemingen. Als je niet weet hoe betrouwbaar zo'n schatting is, heb je er niet zo veel aan. Een hoge betrouwbaarheid betekent dat de schatting goed overeenkomt met de daadwerkelijke erfelijke aanleg. Hoe meer informatie er beschikbaar is voor het berekenen van de fokwaarde, des te betrouwbaarder wordt de fokwaarde. Deze informatie komt van allerlei bronnen: de ouders en alle familieleden van het betreffende paard, maar ook zijn eigen nakomelingen. Bij voldoende informatie gaat men uit van een betrouwbaarheid van 60% of meer. De informatie komt dan voor het grootste deel van de nakomelingen.

**Fig. 3.7**  
Diermodel  
fokwaardeschatting.



**Fig. 3.8**  
Verband tussen  
betrouwbaarheid en  
informatiebronnen.



Nu is het natuurlijk niet zo, dat een hengst met een hoge fokwaarde voor springen allemaal zeer goed springende nakomelingen heeft. Daarvoor vererven deze kwantitatieve eigenschappen te ingewikkeld, dat heb je al geleerd bij de erfelijkheidsleer. Het zegt wel iets over het gemiddelde van de totale groep nakomelingen. Je kunt verwachten dat dit misschien iets hoger ligt. Maar de vader vererft slechts de helft van zijn fokwaarde naar zijn nakomelingen, de andere helft komt van de merrie. Het is dus belangrijk dat deze ook voor deze eigenschappen een goede fokwaarde heeft. Maar zelfs dan is het niet zeker dat nakomelingen van een dergelijke combinatie een goede springaanleg zullen tonen. Want beide dieren vormen natuurlijk geslachtscellen van allerlei verschillende genetische samenstelling, en daar kunnen ook een heleboel minder gunstige genencombinaties tussen zitten. Dat betekent dat er bij iedere paring altijd een toevalsfactor in het spel is: welke setjes genen worden met elkaar gecombineerd? De conclusie moet dus zijn, dat fokwaarden wel iets zeggen over het gemiddelde verervingsbeeld van een hengst of merrie, maar geen garantie geven. Er kunnen nakomelingen bij zijn die boven dit gemiddelde uitkomen, maar er zullen er ook genoeg zijn die onder het gemiddelde blijven.

## Verwachtingswaarde

verwachtingswaarde

Als je van een paard weet wat de fokwaarden van zijn vader en van zijn moeder zijn, weet je al een beetje wat je van zo'n paard kunt verwachten. Men gebruikt het gemiddelde van deze twee waarden om aan te geven wat de verwachting van dit paard is: de *verwachtingswaarde*. Je hebt eerder al gelezen dat bij het berekenen van de fokwaarden drie soorten informatie worden gebruikt:

- 1 waarnemingen aan de ouders van het dier, inclusief alle familieleden;
- 2 waarnemingen aan het dier zelf;
- 3 waarnemingen aan het nageslacht van het dier.

Zolang het dier nog geen eigen prestaties heeft of nakomelingen met prestaties, is de informatie uit de stamboom (ouders en andere familieleden) de enige bron. Een fokwaarde die alleen hierop wordt geschat, noem je dus een *verwachtingswaarde*. Verwachtingswaarden kunnen worden berekend voor de kenmerken die al eerder zijn genoemd: sport (springen, dressuur, aangespannen) en exterieur.

Het handige van de *verwachtingswaarde* is, dat je daar al vrij vroeg over kunt beschikken; het veulen hoeft nog niet eens geboren te zijn. Je zou zelfs al bij het zoeken naar een geschikte vader deze waarde kunnen berekenen. Dit doen veel fokkers natuurlijk al op het moment dat ze de fokwaarden van verschillende hengsten met elkaar vergelijken, met in hun hoofd de fokwaarde van hun merrie en het fokdoel.

---

Stel dat de merrie een fokwaarde voor springen heeft van 98 en de hengst heeft een fokwaarde voor springen van 140, dan kun je de verwachtingswaarde berekenen door de helft van de fokwaarde van de vader op te tellen bij de helft van de fokwaarde van de moeder:

Verwachtingswaarde =  $1/2$  fokwaarde V +  $1/2$  fokwaarde M

In dit geval zou de verwachtingswaarde dan zijn:  $49 + 70 = 119$ .

Hoe betrouwbaar is nu zo'n verwachtingswaarde? Je kunt dat berekenen met het volgende sommetje:

Betrouwbaarheid verwachtingswaarde veulen =

$1/4 \times$  betrouwbaarheid fokwaarde vader +  $1/4 \times$  betrouwbaarheid fokwaarde moeder.

Stel je voor dat de fokwaarden van vader en moeder beide een betrouwbaarheid van 100% hebben, dan wordt de betrouwbaarheid van de verwachtingswaarde  $25\% + 25\% = 50\%$ .

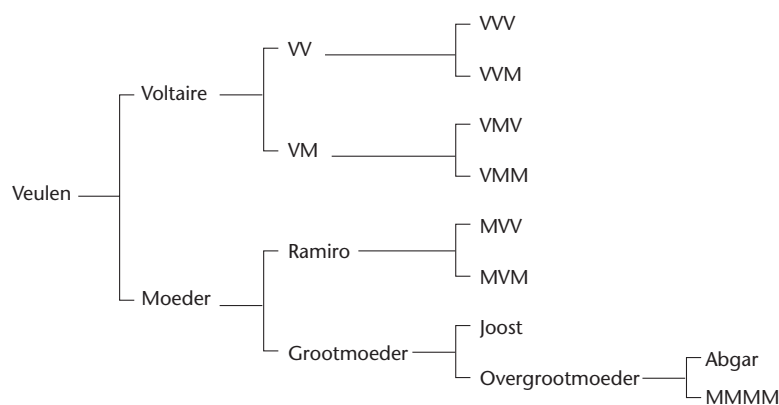
Dit is dus het maximaal haalbare en komt meestal niet voor. Bij het KWPN gaat men uit van een betrouwbaarheid van de verwachtingswaarde van 15 tot 30%.

*EPT* Pas als een paard zichzelf bewijst door een prestatie in de sport of bij de *EPT* (= eigen prestatietest), of door goede nakomelingen, kun je erachter komen of dat paard nu echt is wat je er via zijn verwachtingswaarde al van had gewacht.

*stamboomindex* Soms is van een ouder, meestal de merrie, geen fokwaarde bekend. Je kunt dan geen echte verwachtingswaarde berekenen. Wat je wel kunt doen, is een *stamboomindex* berekenen over twee of drie generaties. Voor een *stamboomindex* over drie generaties (SI3) gaat dat zo:  $1/2$  fokwaarde vader +  $1/4$  fokwaarde vader van de moeder +  $1/8$  fokwaarde vader van de moeders moeder.

De betrouwbaarheid hiervan is veel minder groot dan die van de verwachtingswaarde.

**Fig. 3.9** Stamboom met fokwaarden.



|                                                    |     |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| Aantal/<br>generatie                               | 1   | 2   | 4   | 8   | 16   |
| Verwantschap<br>(bijdrage in fokwaarde van veulen) | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 |

|                    |          |        |       |       |
|--------------------|----------|--------|-------|-------|
| Afstamming veulen: | Voltaire | Ramiro | Joost | Abgar |
| Springindex:       | 154      | 151    | 147   | 112   |
| Dressuurindex:     | 119      | 153    | 88    | 83    |

De verwachtingswaarde van het veulen bereken je dan als volgt:

Verwachtingswaarde veulen =  $1/2$  fokwaarde vader ( $FW_V$ ) +  $1/2$  fokwaarde moeder ( $FW_M$ ) =

$1/2 FW_V + 1/2 (1/2 FW_{MV} + 1/2 FW_{MM}) = 1/2 FW_V + 1/4 FW_{MV} + 1/4 (1/2 FW_{MMV} + 1/2 FW_{MMM}) =$

$1/2 FW_V + 1/4 FW_{MV} + 1/8 FW_{MMV} + 1/8 (1/2 FW_{MMMMV} + 0) =$

$1/2 FW_V + 1/4 FW_{MV} + 1/8 FW_{MMV} + 1/16 FW_{MMMMV} + 0$

Wanneer een fokwaarde niet berekend is, mag je uitgaan van het gemiddelde. Dit is, zoals je weet, voor sport - en exterieurindexen 100.

Voor de berekening moet je alleen de afwijkingen van het gemiddelde gebruiken.

Dus als de fokwaarde van de vader ligt op 120, bereken je voor  $1/2 FW_V$ :  $1/2 (120 - 100) = 10$ . Aan het einde van de hele berekening tel je er dan het gemiddelde (= 100) weer bij.

Bij de gegeven indexen van de voorouders kom je voor de verwachtingswaarde voor springen voor dit veulen uit op:  $1/2 FW_{Voltaire} + 1/4 FW_{Ramiro} + 1/8 FW_{Joost} + 1/16 FW_{Abgar} =$

$1/2 (154 - 100) + 1/4 (151 - 100) + 1/8 (147 - 100) + 1/16 (112 - 100) + 100 = 27 + 12,75 + 5,875 + 0,75 + 100 = 146,375$

### Vragen 3.2

- Waarom wordt bij het berekenen van de fokwaarde het verschil van het nakomelingengemiddelde met het populatiegemiddelde verdubbeld?
- Waarom mag je bij de berekening van de verwachtingswaarde niet gewoon alle hele fokwaarden gebruiken, aan het einde van de berekening tel je er toch weer 100 bij?

- c Bereken de verwachtingswaarde (SI3) voor de dressuurindex van het veulen uit figuur 3.7.
- d De kampioen van 1998 is Ninko H (een Voltaire × Nimmerdor × Maykel × Magneet). Het volgende is bekend:

| Sportindex    | Voltaire | Nimmerdor | Maykel | Magneet |
|---------------|----------|-----------|--------|---------|
| Springindex   | 154      | 162       | 109    | 84      |
| Dressuurindex | 119      | 90        | 98     | 89      |

Bereken de verwachtingswaarden (SI3) voor het springen en voor de dressuur van Ninko H.

- e Gegeven: een groep van 30 000 dravers. Hiervan bekijken we de kilometertijd. Deze blijkt gemiddeld te liggen op 1 minuut 25,4 seconden. De standaardafwijking is 4 seconden. Hoeveel dravers hebben een kilometertijd tussen de 1.21,4 en 1.29,4?
- f Hoeveel dravers hebben een lagere kilometertijd dan 1.13,4?
- g Hoeveel dravers zitten nog onder de 1.13,4?
- h Teken voor de hele populatie dravers de Gauss-kromme van de normale verdeling.

### 3.3 Fokwaarde en index

#### Sportfokwaarden

De sportfokwaarden omvatten de fokwaarden voor springen, dressuur en winstsom (bij tuigpaarden). Het KWPN publiceert geen fokwaarden van hengsten die nog geen nakomelingen in de sport hebben. Daarbij worden de hengsten in drie groepen ingedeeld, waarbij gelet wordt op het aantal nakomelingen met een sportprestatie en de leeftijd van de oudste nakomelingen. Een vierde groep wordt gevormd door buiten het stamboek gefokte hengsten, zoals volbloedhengsten en uit het buitenland geïmporteerde hengsten. Meestal ontbreekt het hierbij aan de nodige afstammingsinformatie.

**Fig. 3.10**

Fokwaarden, sportindex  
2001/2002.

|     |                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Naam hengst                                                       |
| 2.  | springindex                                                       |
| 3.  | betrouwbaarheid springindex                                       |
| 4.  | dressuurindex                                                     |
| 5.  | betrouwbaarheid dressuurindex                                     |
| 6.  | aantal nakomelingen deelgenomen aan stationsverrichtingsonderzoek |
| 7.  | geboortjaar jongste nakomelingen                                  |
| 8.  | geboortjaar oudste nakomelingen                                   |
| 9.  | aantal nakomelingen in de discipline springen                     |
| 10. | geboortjaar jongste nakomelingen                                  |
| 11. | geboortjaar oudste nakomelingen                                   |
| 12. | aantal nakomelingen in de discipline dressuur                     |
| 13. | geboortjaar jongste nakomelingen                                  |
| 14. | geboortjaar oudste nakomelingen                                   |

Fokwaarden van hengsten met minimaal vijf 4 t/m 5-jarige nakomelingen, op alfabetische volgorde

| Naam hengst | 2   | 3  | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Graham      | 106 | 48 | 95  | 41 | 0  | 0  | 0  | 5  | 97 | 95 | 7  | 97 | 95 |
| Idis        | 105 | 46 | 109 | 49 | 0  | 0  | 0  | 3  | 96 | 95 | 10 | 97 | 95 |
| Iron        | 111 | 47 | 114 | 42 | 0  | 0  | 0  | 6  | 97 | 95 | 9  | 96 | 95 |
| Jacardo     | 94  | 42 | 135 | 59 | 3  | 97 | 95 | 5  | 96 | 95 | 25 | 97 | 95 |
| Jackson     | 128 | 64 | 127 | 52 | 3  | 97 | 95 | 24 | 97 | 95 | 18 | 97 | 95 |
| Jacorde     | 132 | 60 | 86  | 45 | 1  | 96 | 96 | 16 | 97 | 95 | 8  | 97 | 95 |
| Jazz        | 73  | 45 | 184 | 78 | 17 | 98 | 95 | 5  | 96 | 95 | 96 | 97 | 95 |
| Jenaldo     | 96  | 43 | 122 | 49 | 2  | 96 | 96 | 2  | 97 | 96 | 8  | 97 | 95 |
| Jester      | 118 | 46 | 132 | 45 | 5  | 95 | 95 | 3  | 96 | 95 | 7  | 95 | 95 |
| Jeffro      | 106 | 43 | 104 | 41 | 1  | 97 | 97 | 3  | 95 | 95 | 4  | 95 | 95 |
| Jetset D    | 122 | 58 | 140 | 73 | 20 | 98 | 95 | 14 | 97 | 95 | 71 | 97 | 95 |
| Jeudi       | 105 | 44 | 112 | 47 | 1  | 95 | 95 | 0  | 0  | 0  | 6  | 96 | 95 |
| Jintown     | 143 | 58 | 122 | 35 | 3  | 97 | 97 | 17 | 97 | 96 | 6  | 97 | 96 |
| Jom         | 138 | 48 | 90  | 40 | 0  | 0  | 0  | 3  | 96 | 95 | 5  | 96 | 95 |
| Julus       | 105 | 50 | 103 | 32 | 1  | 97 | 97 | 9  | 97 | 97 | 1  | 97 | 97 |
| Jumbo-Jet   | 118 | 55 | 92  | 38 | 1  | 96 | 96 | 11 | 97 | 95 | 3  | 96 | 96 |
| Junior SV   | 64  | 34 | 184 | 57 | 3  | 98 | 97 | 1  | 96 | 96 | 20 | 97 | 95 |
| Jupilot     | 124 | 52 | 80  | 27 | 0  | 0  | 0  | 11 | 96 | 95 | 1  | 95 | 95 |
| Juvenius    | 70  | 35 | 141 | 65 | 4  | 96 | 95 | 1  | 97 | 97 | 46 | 97 | 95 |
| Kakusha     | 142 | 46 | 117 | 38 | 0  | 0  | 0  | 3  | 97 | 96 | 3  | 97 | 96 |
| Karandasj   | 158 | 71 | 115 | 42 | 2  | 97 | 97 | 45 | 97 | 96 | 11 | 97 | 96 |
| Karlstad    | 125 | 57 | 101 | 44 | 0  | 0  | 0  | 14 | 97 | 96 | 2  | 97 | 96 |
| Karthago    | 124 | 43 | 85  | 31 | 1  | 97 | 97 | 8  | 97 | 96 | 4  | 97 | 96 |
| Kastello    | 150 | 54 | 111 | 38 | 2  | 96 | 96 | 7  | 97 | 96 | 1  | 96 | 96 |
| Kelvin      | 106 | 42 | 131 | 46 | 0  | 0  | 0  | 5  | 97 | 96 | 7  | 97 | 97 |
| Kennedy     | 82  | 48 | 173 | 59 | 6  | 98 | 97 | 8  | 97 | 97 | 23 | 97 | 96 |
| Kenwood     | 135 | 57 | 112 | 36 | 1  | 98 | 98 | 13 | 97 | 96 | 1  | 96 | 96 |
| Kigall      | 144 | 52 | 95  | 34 | 0  | 0  | 0  | 7  | 97 | 96 | 0  | 0  | 0  |
| Kimberley   | 76  | 31 | 170 | 46 | 2  | 97 | 97 | 1  | 97 | 97 | 7  | 97 | 96 |
| Kingston    | 122 | 52 | 106 | 48 | 0  | 0  | 0  | 8  | 97 | 96 | 11 | 97 | 96 |
| Koss        | 63  | 38 | 142 | 42 | 1  | 97 | 97 | 1  | 96 | 96 | 4  | 97 | 96 |
| Krack C     | 85  | 34 | 171 | 46 | 1  | 98 | 98 | 0  | 0  | 0  | 6  | 97 | 97 |
| Lancelot    | 152 | 60 | 103 | 43 | 2  | 97 | 97 | 15 | 97 | 97 | 5  | 97 | 97 |
| Lennard     | 126 | 48 | 102 | 39 | 3  | 97 | 97 | 3  | 97 | 97 | 3  | 97 | 97 |
| Lester      | 147 | 44 | 89  | 20 | 0  | 0  | 0  | 5  | 97 | 96 | 0  | 0  | 0  |

De paardenfokkerij wordt steeds internationaler. Bij het KWPN wordt al jaren ongeveer 10% van de dekkingen uitgevoerd met sperma van hengsten die bij andere stamboeken staan geregistreerd en goedgekeurd. Heel veel rijpaardstamboeken zijn internationaal actief en wisselen fokmateriaal uit. Al deze stamboeken hebben zo hun eigen manier om gegevens te verwerken tot fokwaarden. Dat komt de duidelijkheid natuurlijk niet ten goede. Daarom is in 1998 het *project Interstallion* opgericht op initiatief van de WBFSH (World Breeding Federation for Sport Horses). Dit is een vereniging van sportpaardenstamboeken, waarvan ook het KWPN lid is. Dit project gaat fokwaarden omrekenen van het ene stamboek naar het andere, zodat er een lijst komt waarop de hengsten van beide stamboeken met elkaar vergeleken kunnen worden. Daardoor kan een KWPN-er direct vergeleken worden met een Holsteiner.

*project Interstallion*

---

Over een aantal jaar zal het resultaat hiervan duidelijk worden. Voor exterieurfokwaarden zal dit niet mogelijk zijn, omdat de meeste stamboeken niet lineair scoren en dus daarvoor geen fokwaarden berekenen.

## Exteriefokwaarden

Bij exterieurfokwaarden geldt behalve het hierboven staande ook nog dat de exterieurkenmerken worden opgesplitst in twee groepen.

### 1 Onderbalk-kenmerken

Dit zijn 26 kenmerken die iets vaststellen over het exterieur, bijvoorbeeld model, hoofd-halsverbinding, schouderlengte, kootstand enzovoort. Er wordt geconstateerd of dit kenmerk links of rechts van het gemiddelde (100 punten) ligt, dus meer of minder vererft in een bepaalde richting. Er is hierbij dus geen sprake van goed of fout. Voor het beoordelen van het exterieur maakt het KWPN gebruik van het *lineair scoringsformulier*, waarop zo objectief mogelijk alle exterieurkenmerken en gangen worden beoordeeld op afwijkingen van het gemiddelde. Hoe meer afstammelingen een hengst heeft, des te betrouwbaarder worden deze getallen, want als veel nakomelingen hetzelfde beeld laten zien, geeft dit een veel betrouwbaarder idee over de mate van vererving van een kenmerk.

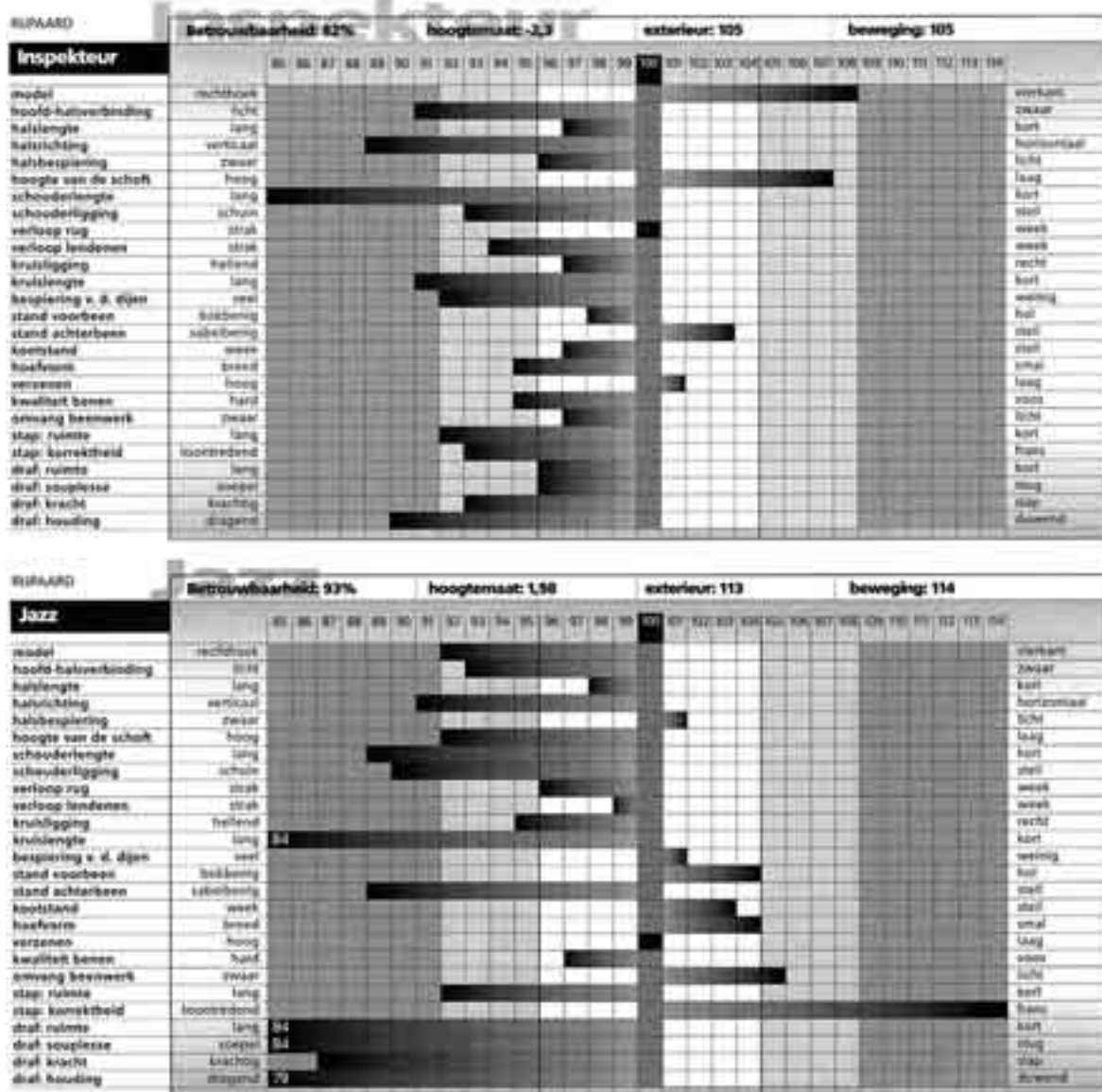
### 2 Bovenbalk-kenmerken

Deze kenmerken geven een waardering voor exterieur en beweging. Voor deze fokwaarden geldt: hoe hoger ze zijn, hoe beter de nakomelingen het ideale beeld op deze kenmerken zullen kunnen benaderen.

De fokwaarde voor de hoogtemaat is een bijzondere. Deze wordt niet zoals alle andere in punten maar gewoon in centimeters uitgedrukt. Een + of – teken geeft daarbij aan of er een kans is dat de nakomelingen groter of kleiner zullen uitvallen. Deze fokwaarde moet altijd bekeken worden ten opzichte van de gemiddelde hoogtemaat voor het KWPN-paard: 164 cm. Het zal je duidelijk zijn dat een hengst met een fokwaarde voor hoogtemaat van 1,04 daarvan maar 50% doorgeeft aan zijn nakomelingen. Dat is dus in dit geval  $1,04 : 2 = 0,52$  cm.

Bij de exterieurindexen is de betrouwbaarheid zeer verschillend per kenmerk, want ieder kenmerk heeft zijn eigen erfelijkheidsgraad. Om van alle 26 kenmerken de betrouwbaarheid te berekenen zou een heel gedoe worden. Daarom houdt men voor alle exterieuronderdelen een gemiddelde erfelijkheidsgraad van 0,2 aan.

**Fig. 3.11** Fokwaarden, exterieurindex 2001/2002.



Alle fokwaarden en betrouwbaarheidscijfers worden jaarlijks gepubliceerd door het stamboek in de vorm van zogenaamde *indexen*. Als je van een bepaald paard gedurende een aantal jaren de index bekijkt, zul je daarin verschillen tegenkomen. Hoe kan dat nu? Het paard is toch niet veranderd? Nee, maar er is in de loop van de tijd wel steeds meer informatie bijgekomen over dat paard. Bijvoorbeeld door eigen prestaties of door prestaties van nakomelingen. Daardoor verandert de betrouwbaarheid van de fokwaarde, vooral voor de sportfokwaarde natuurlijk. Voor exterieurfokwaarden is er geen internationale afstemming, omdat de meeste stamboeken geen gebruik maken van een lineair scoringsformulier.

---

## Fokwaarden op basis van winsommen bij tuigpaarden

Bij tuigpaarden worden de fokwaarden berekend op basis van prestaties. Hierbij wordt het diermodel (figuur 3.7) gebruikt, waarbij rekening wordt gehouden met de genetische kwaliteit van vader, moeder en andere verwanten. Men baseerde de fokwaardeschatting tot nu toe op het kenmerk winsommen die de tuigpaarden op het concoursveld behaalden. Het percentage gestarte nakomelingen telt ook mee in de berekening. De fokwaarden hebben ook hier een gemiddelde van 100 punten, waarbij een standaardafwijking wordt gehanteerd van 20 punten. Dat wil dus ook hier zeggen dat een paard als gemiddeld moet worden beschouwd wanneer hij scoort tussen de 80 en 120 punten. Boven de 120 punten verwacht men een positieve bijdrage aan de verbetering van tuigpaardeigenschappen. Hoe bepaalt men deze fokwaarde nu? Er wordt gekeken hoe vaak een paard op een concours iets wint. Wordt er regelmatig een winsom behaald en het percentage nakomelingen dat ook goed presteert (dus ook wordt uitgebracht) is hoog, dan kan de fokwaarde redelijk betrouwbaar worden geschat. Voor het berekenen van fokwaarden voor winsommen is natuurlijk ook een correctie nodig voor niet-genetische effecten. Alles wat niet erfelijk is, heeft ook hier uiteraard niets te maken met de fokwaarde en kan dus leiden tot een verkeerde onderlinge vergelijking van dieren. Daarom corrigeert men op leeftijd. Oudere dieren halen door hun grotere ervaring vaak betere winsommen. Ook corrigeert men op geslacht, omdat gebleken is dat hengsten betere resultaten halen dan ruïnen en deze doen het weer beter dan merries. Tot slot wordt ook nog gecorrigeerd op het effect van de individuele wedstrijd. Bijvoorbeeld verschillen in tegenstanders, prijzengeld, wedstrijdomstandigheden enzovoort.

Met ingang van het jaar 2000 zijn de rubrieken op de tuigpaardconcoursen niet meer ingedeeld op basis van de winsommen. Maar de KNHS heeft in 2001 ook nog de behaalde winsommen bijgehouden. Daarom is de fokwaardeschatting voor tuigpaarden nog steeds op basis van de winsommen. Nu de KNHS gaat stoppen met de registratie van de winsommen zal de fokwaardeschatting daarop moeten worden aangepast. De fokwaardeschatting gaat voortaan waarschijnlijk gebeuren op basis van winstpunten en plaatsing.

De erfelijkheidsgraad voor het kenmerk behaalde winsom is ongeveer 0,1. Dit is ongeveer op hetzelfde peil als bij dressuurprestaties.

**Fig. 3.12**

Fokwaarden, index  
tuigpaarden 2001/2002.

| Verklaring |                                                                       |  |  |  |  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 1.         | naam hengst                                                           |  |  |  |  |
| 2.         | fokwaarde winsom                                                      |  |  |  |  |
| 3.         | betrouwbaarheid                                                       |  |  |  |  |
| 4.         | aantal nakomelingen in de sport                                       |  |  |  |  |
| 5.         | % nakomelingen in de sport van het aantal geregistreerde nakomelingen |  |  |  |  |
| 6.         | geboortjaar van de jongste nakomeling in de sport                     |  |  |  |  |

| Naam hengst    | 2   | 3   | 4   | 5     | 6    |
|----------------|-----|-----|-----|-------|------|
| Renovo         | 170 | 90  | 291 | 1962  | 1998 |
| Waterman       | 169 | 85  | 122 | 1065  | 1998 |
| Cinovo         | 167 | 63  | 17  | 710   | 1997 |
| Jochiem        | 162 | 48  | 6   | 10.00 | 1997 |
| Gelviro        | 159 | 55  | 8   | 0.00  | 1994 |
| Fabrieus       | 155 | 82  | 111 | 12.88 | 1998 |
| Cambridge Cole | 154 | 85  | 117 | 14.47 | 1996 |
| Kolonel        | 153 | 59  | 10  | 11.63 | 1998 |
| Larix          | 150 | 48  | 9   | 6.02  | 1998 |
| Ganges         | 148 | 64  | 22  | 5.20  | 1997 |
| Jonker         | 146 | 60  | 15  | 10.94 | 1998 |
| Handro         | 145 | 53  | 6   | 8.11  | 1997 |
| ...            | ... | ... | ... | ...   | ...  |
| Bayard         | 111 | 59  | 14  | 1.84  | 1992 |
| Factor         | 110 | 55  | 11  | 4.48  | 1997 |
| Exponent       | 110 | 67  | 26  | 7.84  | 1994 |
| Doriau         | 108 | 67  | 21  | 6.70  | 1994 |
| ...            | ... | ... | ... | ...   | ...  |
| Urant          | 80  | 58  | 17  | 5.36  | 1991 |
| Navigator      | 75  | 55  | 12  | 3.22  | 1991 |
| Ahoy           | 68  | 56  | 10  | 1.31  | 1995 |
| Rentmeester    | 63  | 67  | 33  | 4.45  | 1994 |

Bij het Friese Paardenstamboek hanteert men een fokwaarde-indicatie die inhoudelijk erg veel lijkt op die van het KWPN, waarbij ook gebruik gemaakt wordt van een lineair scoringsformulier. Dit formulier bevat 39 beoordelingspunten voor exterieur en verder gegevens over de hoogtemaat en rapportcijfers (van 0 tot 10) over rastype, bouw, beenwerk, bespiering, stap en draf. Daarnaast wordt aangegeven of het dier meer tuigtypisch of dressuurtypisch is. Deze gegevens worden vervolgens op dezelfde statistische manier doorgerekend om een index te maken.

### Vragen 3.3

Gebruik bij het beantwoorden van deze vragen de figuren 3.10, 3.11 en 3.12.

- Hoe oud zijn de hengsten in figuur 3.10? Leg uit hoe je aan je antwoord komt.
- Hoe oud zijn de nakomelingen waarvan de gegevens gebruikt zijn voor deze indexering?
- Welke hengst heeft de hoogste dressuurindex?
- Welke hengst heeft de hoogste springindex?
- Wat wordt er bij de hengst Lester bedoeld met een betrouwbaarheidspercentage van 20% bij de dressuurindex? Kun je dit verklaren?
- Wat wordt er bij de hengst Karandasj bedoeld met een betrouwbaarheidspercentage van 71% bij de springindex? Kun je dit verklaren?

- 
- g Hoeveel nakomelingen van Jackson lopen er in de discipline springen?
  - h Hoeveel nakomelingen van Kennedy lopen er in de discipline dressuur?
  - i Waarom is het belangrijk om te weten hoeveel nakomelingen er actief zijn in de sport?
  - j Welke gegevens vind jij belangrijk in de index en waarom?
  - k De hoogtemaat van Inspekteur is -2,3 en die van Jazz 1,98. Wat betekent dat?
  - l Welke hengst vererft het beste voor draf?
  - m Hoe vererft de hoofd-halsverbinding van Inspekteur?
  - n Wat kun je bij Inspekteur en Jazz terugvinden over het verloop van rug en lendenen?
  - o Welke informatie staat er over de benen van beide hengsten vermeld?
  - p In welke discipline denk je dat Jazz goed scoort? Licht je antwoord toe.
  - q In welke discipline denk je dat Inspekteur actief is? Licht je antwoord toe.

### 3.4 Verbetering door middel van selectie

Je hebt nu gezien hoe fokwaarden worden vastgesteld. Waarom doet men dit nu eigenlijk? Een voor de hand liggend antwoord is dat je met deze fokwaarden kunt proberen om in de populatie een verbetering tot stand te brengen van de gemiddelde erfelijke aanleg. Fokken is op deze manier geen gokken meer, want je hebt de nodige voorkennis, waardoor de kans op succes groter wordt. Je gaat er dan vanuit dat een combinatie van beter dan gemiddeld presterende ouders ook betere nakomelingen oplevert. Daarom kiest een fokker de beste ouders uit. Dat wil zeggen: de dieren die het meest beantwoorden aan zijn fokdoel en die de gewenste eigenschappen het best kunnen doorgeven aan de volgende generatie. Dit noemen we *selectie*.

Met selectie maak je gebruik van de erfelijke verschillen die in de populatie aanwezig zijn. Als je dieren met de hoogste fokwaarde paart, zal de volgende generatie hoogst waarschijnlijk beter zijn en zal het aandeel van de gewenste erfelijke eigenschappen toenemen. Als je nog even terugdenkt aan de normale verdeling (figuur 3.5), kun je je misschien voorstellen dat het gemiddelde van de populatie verschuift in de gewenste richting. Daardoor zal dus de hele Gauss-kromme in die richting verschuiven.

*selectieresultaat* Deze verschuiving wordt ook wel het *selectieresultaat* ( $R$ ) genoemd. Hoe groot dit selectieresultaat is, hangt af van de erfelijkheidsgraad en het selectieverschil.

#### De erfelijkheidsgraad

Je weet dat de fokwaarde voor een kenmerk nauwkeuriger kan worden geschat naarmate de  $h^2$  groter is. Het selectieresultaat zal daardoor ook groter worden. Als de  $h^2$  groot is, wordt een kenmerk voornamelijk door erfelijke invloeden geregeld. Daarop kun je selecteren. Op milieu-invloeden valt niet te selecteren. Deze moeten daarom zoveel mogelijk voor alle paarden hetzelfde zijn, waardoor je deze invloeden kunt uitsluiten bij de beoordeling.

#### Het selectieverschil

*selectieverschil* Het verschil tussen de gemiddelde prestatie van de geselecteerde dieren en het gemiddelde van de hele populatie noemen we het *selectieverschil* ( $S$ ).

### Voorbeeld

Je gaat selecteren op schofthoogte. De gemiddelde hoogte (P) van de totale populatie is 167 cm. De paarden die jij geselecteerd hebt, hebben een gemiddelde hoogtemaat ( $P_s$ ) van 171 cm. Het selectieverschil is dan 4 cm. Maar de hoogte die je meet, is het fenotype. Een gedeelte daarvan is niet erfelijk bepaald. Als de erfelijkheidsgraad ( $h^2$ ) voor hoogtemaat 0,6 is, zal dus maar 60% van het gemeten verschil erfelijk zijn. Het selectieresultaat is dan  $R = h^2 \times S$ . In dit geval dus  $R = 0,6 \times 4 = 2,4$  cm. Je kunt dus verwachten dat de nakomelingen van deze geselecteerde dieren 2,4 centimeter hoger zijn dan de gemiddelde hoogtemaat van de groep.

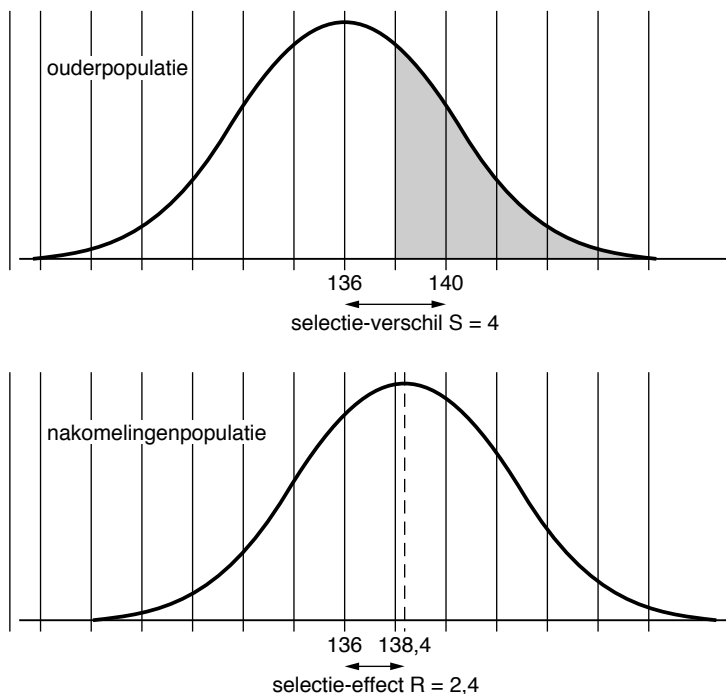
In dit voorbeeld hebben we voor beide ouders een geselecteerd paard gebruikt. Als je alleen de hengst selecteert, zal het selectieresultaat nog maar de helft zo groot zijn. Dan geldt:  $R = 2,4 : 2 = 1,2$  cm.

Als voor een bepaald kenmerk in een populatie grote verschillen zijn te meten, is de spreidingsbreedte (van minimum naar maximum) dus groot. Daaruit kun je volgens de normale verdeling de conclusie trekken dat de standaardafwijking ook groot moet zijn. De grootte van het selectieverschil zal afhangen van de standaardafwijking

**Fig. 3.13**

*Het selectie-effect dat je kunt verwachten bij selectie op schofthoogte bij de Welsh pony.*

#### Selectie op kwantitatieve eigenschappen



Bij paarden kan de selectie op hengsten veel intensiever zijn dan op merries. Dat komt met name door de voortschrijdende techniek, die het gebruik van diepvriessperma mogelijk maakt. Je kunt daardoor ook voorraden sperma van geselecteerde hengsten aanleggen. Bovendien maken verdunningstechnieken het mogelijk dat fokhengsten massaal worden gebruikt.

---

## Risico's

Wanneer je selecteert op een bepaalde eigenschap, loop je het risico dat je je blind staart op die ene eigenschap. Alle andere eigenschappen van een hengst of merrie zie je dan plotseling niet meer, hoe goed of slecht die misschien ook zijn. Je selecteert dan bepaalde paarden op die ene eigenschap waarop je helemaal gefixeerd bent, maar kiest daarmee misschien paarden met een aantal minder gewenste andere eigenschappen. Daarmee is de fokkerij niet gediend.

Aan de andere kant kan het net zo goed voorkomen dat je een bepaald paard niet selecteert, omdat het niet voldoet aan de eisen voor die ene eigenschap. En dat terwijl het een aantal zeer goede eigenschappen heeft. Deze goede eigenschappen gaan dan verloren voor de fokkerij. Dit kan ertoe leiden dat heel belangrijke eigenschappen in een populatie als het ware in de prullenmand verdwijnen, omdat wij er op dit moment even geen interesse voor hebben. Die ene eigenschap waarop je nu zo gefixeerd bent, kan door veranderende inzichten over een tijdje wel eens minder belangrijk zijn geworden. Ondertussen ben je die andere goede eigenschappen kwijtgeraakt. Dit veroorzaakt een verarming van de totale voorraad erfelijke eigenschappen in de populatie. Het wordt dan ook wel *genetische erosie* genoemd. Verloren gegane eigenschappen zijn niet zo gemakkelijk weer terug te krijgen. Kijk maar eens hoeveel moeite het kost om het Groninger paard weer zuiver terug te fokken.

Een ander risico van selecteren is, dat op den duur in de populatie een veel smallere Gauss-verdeling ontstaat. Je hebt wel gezien dat na selectie de grafiek opschuift in de gewenste richting, maar dat gaat natuurlijk niet eindeloos door. Op den duur zal de basis van de grafiek smaller worden. Dit betekent dat de standaardafwijking kleiner wordt en dat er dus uiteindelijk niet veel meer te selecteren valt. De populatie is dan heel gelijkvormig geworden. Het is de vraag of je dat wilt, want dan zal er in de fokkerij voor die eigenschap weinig vooruitgang meer te boeken zijn.

### Vragen 3.4

- Bij dravers is de standaardafwijking voor paslengte 30 cm. Vergelijk dit eens met de standaardafwijking voor kilometertijd van 4 seconden. Waarom denk je dat genetische vooruitgang voor paslengte sneller te realiseren is dan voor snelheid?
- Als je bij KWPN-paarden de hoogtemaat (gemiddeld 164 cm) in de hele populatie gemiddeld 2 cm omhoog wilt brengen, en je selecteert zowel bij merries als bij hengsten, welke hoogtemaat moeten deze dieren dan hebben?
- Wat versta je onder genetische erosie en welke gevolgen kan dit verschijnsel hebben?

## 3.5 Verrichtingsonderzoeken en andere beoordelingen

Voor de fokwaarden-sport moeten de gegevens komen uit prestaties, waarbij ervan uitgegaan wordt dat deze voor een deel erfelijk bepaald zijn. Zowel het KWPN als het Fries Paardenstamboek (FPS) gebruiken hiervoor, naast prestaties in de wedstrijd sport, prestatietoetsen die meer inzicht moeten geven in aanleg voor sport en gebruik. Deze eigenschappen worden gemeten aan hengsten en merries.

Deze toetsen leveren natuurlijk ook weer extra informatie over erfelijke aanleg van de ouders van de geteste paarden. Dit kan dan weer verwerkt worden in de berekening

van hun fokwaardepunten. Ook eventuele erfelijke gebreken komen bij deze beoordelingen via veterinaire keuringen aan het licht.

### Centraal Onderzoek

CO Het Centraal Onderzoek (CO) test jonge hengsten op hun aanleg voor sport en gebruik. Gedurende 70 dagen worden de via keuringen geselecteerde hengsten in Ermelo uitgebreid beoordeeld, ook veterinaire. Gedurende deze periode vindt na vijf weken een selectie plaats, waardoor niet alle hengsten de eindstreep van het onderzoek halen. Ook om veterinaire redenen kan een hengst voortijdig uit het onderzoek worden verwijderd. Je hebt al eerder kunnen lezen dat onder andere gescreend wordt op het erfelijke gebrek cornage. Het uiteindelijke beoordelingsrapport geeft informatie over belangrijke dingen als:

- gangen;
- geschiktheid als dressuurpaard (getest in een terreinproef of rijproef);
- aanleg voor springen (getest als vrijspringen en springen onder de man);
- aanleg voor tuigpaard (getest als trekproef, menproef en showwagenproef met en zonder hulpmiddelen). Dit onderdeel komt alleen voor bij het CO voor KWPN-tuigpaarden en het FPS;
- karakter (denk daarbij aan humeur, durf, aard, gehoorzaamheid, betrouwbaarheid en intelligentie);
- stalgedrag (tijdens verzorging, opzadelen, aanspannen) en gegevens over eventuele stalondeugden en eetgedrag;
- Gegevens die uit het trainingsrapport komen zoals werklust, inzet, reageren op hulpen enzovoort.

De gegevens blijken vrij goed te voorspellen wat nakomelingen zouden kunnen presteren.

**Fig. 3.14**

Voorbeeld van een uitslag van het CO voor jonge Friese hengsten.

|                                 |      |       |          |          |           |           |          |            |             |
|---------------------------------|------|-------|----------|----------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|
| Brandus 345 199209121           |      |       |          |          |           |           |          |            |             |
| Uitslag Centraal onderzoek 1995 |      |       |          |          |           |           |          |            |             |
| Stap                            | Draf | Galop | Rijproef | Menproef | Trekproef | Showproef | Karakter | Stalgedrag | Train.rapp. |
| 8,5                             | 9    | 8     | 8        | 8,5      | 7         | 9,5       | 9        | 10         | 9           |

### IBOP (Instituut Bruikbaarheids Onderzoek Paarden/Pony's)

Paarden en pony's worden onder verantwoordelijkheid van de Stichting Verrichtingsonderzoek Paarden en Pony's getest op bruikbaarheid. Deze stichting valt weer onder het Bestuur Paarden van het Productschap voor Vee, Vlees en Eieren. Dit onderzoek is vroeger opgezet om een paard te testen op zijn bruikbaarheid als landbouwtuigpaard. Sinds 1963 test men naast tuigpaardkenmerken ook rijpaardkenmerken. Dit onderzoek bestaat alleen uit een examen, dat ongeveer vijftien minuten duurt. De eigenaar of gebruiker van het paard moet het paard hier zelf op voorbereiden. Sommige eigenaren doen dit inderdaad zelf, maar er zijn er ook heel wat die hun paard door min of meer professionele IBOP-trainers laten voorbereiden. Heel veel ponystamboeken, maar ook het KWPN en het FPS nemen hieraan deel. Uit onderzoek is gebleken dat de voorspellende waarde van de IBOP-gegevens niet zo heel erg groot is. Zeker niet als je die vergelijkt met de uitslagen van het CO. Dit komt

---

omdat over het algemeen de  $h^2$  erg laag is voor zaken als karakter, houding en wendbaarheid (0,03 - 0,06). Ook voor zaken als springen en basisgangen hebben we al eerder gezien dat de  $h^2$  niet zo hoog is: deze ligt globaal tussen de 0,14 en 0,22. Dat betekent dat de erfelijke factoren hierbij zeker geen hoofdrol spelen. Veel meer worden deze eigenschappen bepaald door dingen als training, opfok en andere omgevingsfactoren, zoals de kwaliteit van de ruiter en de invloed van het publiek. Bij het CO vindt een centrale training plaats en zijn omgevingsfactoren 70 dagen lang voor elk paard hetzelfde. Dit betekent dat de verschillende paarden dus beter en vaker met elkaar vergeleken kunnen worden op de rest van het fenotype: de erfelijke aanleg. Daardoor kan de uitslag van het CO meer voorspellende waarde hebben. De IBOP-proef is een momentopname.

Je kunt er dus niet meer waarde aan hechten dan een voorzichtige inschatting van de aanleg van het paard.

Het onderzoek bevat, afhankelijk van het ras of type, een of meer van de volgende onderdelen:

- Een proef voor de remwagen (trekpaarden en fjorden). Er wordt een wagen getrokken over 50 meter, waarbij men telkens de weerstand verhoogt. Ook beoordeelt men hierbij gedrag, werkwillegheid, trekhouding en manier van aanzetten, trekvastheid, gangen en temperament. Het resultaat wordt weergegeven met een certificaat van verschillende niveaus: A, B of C. Wordt het paard afgekeurd, dan krijgt het een D.
- Een aangespannen proef. Hierbij wordt het paard beoordeeld op zijn gedrag bij het optuigen, de manier van gaan in stap en draf, zijn houding, stelling en wendbaarheid en trekvastheid. Daarnaast vindt een beoordeling plaats op karakter, temperament en gehoorzaamheid en algemene geschiktheid als menpaard. Aan deze (men)proef nemen allerlei paarden deel: fjorden, Friezen, haflingers, KWPN, Shetlanders, Welsh pony's enzovoort.
- Een dressuurproef voor aangespannen paarden (tuigpaardproef). Hierbij gaat het vooral om de tuigpaardmanieren: manier van gaan in stap en draf, wendbaarheid en houding, temperament, karakter en gehoorzaamheid. De proef bestaat uit een menproef en een showproef. Daarbij test de menproef het voldoende betuigd zijn van het paard, terwijl in de showproef wordt gekeken naar houding, zweefmoment, actie van het voorbeen, gebruik van het achterbeen, looplust en het algemene beeld als tuigpaard. De menproef is alleen een soort toelatingstest voor de showproef en telt verder niet mee in het eindresultaat.
- Een zadelproof (IBOP-rijpaardproef). Het paard moet dan voor de jury opgezadeld en voorgereden worden. Deze proef bestaat uit een dressuurgedeelte en een springgedeelte. De jury beoordeelt bij het dressuurgedeelte de manier van gaan in stap, draf en galop, houding en wendbaarheid en de algemene geschiktheid als dressuurpaard. Bij het springgedeelte gaat het om afzet, techniek en de algemene geschiktheid als springpaard. In de proef moet het paard vrijspringen en onder de man. Natuurlijk wordt ook hier gekeken naar karakter.

Per onderdeel wordt een cijfer uitgedeeld (maximaal een 10). Door een speciale berekening toe te passen is het totale testresultaat altijd maximaal 100. De behaalde punten in de IBOP-proef kunnen bijdragen aan het toekennen van een predikaat door het stamboek.

---

## Stationsmerrietest

*EPTM*

Net zoals jonge hengsten in het CO getest worden, is het natuurlijk ook belangrijk voor een stamboek om de merries te testen op een aantal eigenschappen. Zij leveren tenslotte de andere genetische helft van de stamboekaanwas van de toekomst. Dit gebeurt ook. Bij het KWPN is er de stationsmerrietest, ook wel *EPTM* (Eigen Prestatie Toets Merries) genoemd. Bij het FPS kent men de Aanleg en Bruikbaarheidstest Friese Paarden (ABFP). Dit onderzoek duurt vijf weken en men toetst naast de aanleg voor de diverse verrichtingen ook op stalgedrag en karakter. In principe gaat het hierbij om driejarige merries die aan het begin van hun loopbaan staan, hetzij als sportpaard, hetzij als fokmerrie. Het certificaat dat hierbij hoort, is natuurlijk een belangrijke meerwaarde als je met zo'n merrie wilt gaan fokken, maar zeker als je haar zou willen verkopen.

De gebruikswaarde van een merrie voor de fokkerij wordt groter als er meer gezegd kan worden over de prestatieaanleg van de merrie. Natuurlijk kun je dat het beste testen in de praktijk door de merrie uit te brengen in de sport. Niet iedereen heeft daar echter de mogelijkheden voor en bovendien kan het voor de merrie wel eens veel te zwaar zijn om naast het fokken ook nog in de sport actief te zijn.

Hierboven heb je al kunnen lezen dat de IBOP-proef niet zo'n heel grote voorspellende waarde heeft. De stationstest geeft de mogelijkheid een merrie meerdere malen onder gelijke omgevingsomstandigheden te beoordelen, waardoor de uitslag een grotere voorspellende waarde krijgt over de prestatiemogelijkheden van het dier. Uit onderzoek is gebleken dat dit ook zo is. Op basis van de resultaten van de test worden dan voor het paard de sportindex dressuur en/of de sportindex springen berekend. Het KWPN heeft met ingang van 1999 de test ook opengesteld voor ruinen in de fokrichtingen rijpaard en Gelders paard. Het KWPN heeft geen stationstest voor tuigpaarden. Je vraagt je misschien af waarom ruinen aan zo'n test mee doen, aangezien zij toch niet meer zullen bijdragen aan de fokkerij. Ze kunnen toch aan zo'n test meedoen omdat de resultaten ervan kunnen bijdragen aan de sportindexen van het vader- en moederdier.

De resultaten van de *EPTM* kunnen belangrijk zijn of zelfs een voorwaarde voor het toekennen van een predikaat aan de moeder.

## Vijfweekse test

Deze test is vooral bedoeld voor driejarige merries en ruinen. Op het Fries Paardencentrum in Drachten en op het Nederlands Hippiisch Centrum in Deurne wordt deze test afgelegd. Men test met een team van deskundige ruiters groepjes van dertig paarden. Ook hier geldt dat de omstandigheden voor alle paarden gelijk moeten zijn om ze goed te kunnen beoordelen, ook ten opzichte van elkaar. Daarom moeten de paarden als ze komen bij voorkeur al zadelmak zijn en een goede conditie hebben. De paarden worden dan iedere week beoordeeld op dezelfde kenmerken als in het CO voor jonge hengsten. Aan het eind van de periode wordt daaruit dan een gemiddeld eindcijfer berekend.

---

## **Tweeweekse test**

Deze is bedoeld voor aangereiden merries en ruinen van vier jaar en ouder die niet in de sport zijn uitgebracht. Het paard moet worden voorgereden voor de jury en in ieder geval een basisafrichting hebben en een sprongetje kunnen nemen. De jury beoordeelt dan of het paard voldoende gereden is om de aanleg in twee weken te kunnen inschatten. De beoordelingscriteria zijn hetzelfde als in de vijfweekse test.

## **PROK ( Project Röntgenologisch Onderzoek KWPN-merries)**

Bij het KWPN is het fokdoel gericht op verhoging van de prestatie-aanleg en de gezondheid, met behoud van een aanvaardbaar exterieur en correcte bewegingen. Natuurlijk kunnen prestaties alleen bereikt worden met een gezond paard dat langdurig bruikbaar is. Omdat uit onderzoek was gebleken dat 60% van alle paarden die door de verzekering waren overgenomen problemen had met het bewegingsmechanisme, werd in 1993 een heel groot nakomelingenonderzoek opgezet. Hierbij waren 590 dochters van 30 hengsten betrokken. Men toonde aan dat de kwaliteit van het straalbeen en de kogelkatrol mede werd beïnvloed door erfelijke factoren. Ook spat bleek een gedeeltelijk erfelijke aandoening te zijn. In 1998 deed men een tweede nakomelingenonderzoek naar OC. Ook bij deze aandoening spelen erfelijke factoren een rol. Het lijkt dus zin te hebben om fokdieren op deze eigenschappen te selecteren. In 1987 had men al röntgenologisch onderzoek bij hengsten gedaan en in 1990 werd het PROK ingesteld. Door het KWPN erkende PROK-dierenartsen maken röntgenfoto's van straalbeen, kogel, spronggewricht en kniegewricht. Deze opnamen worden door een PROK-commissie beoordeeld. Het paard komt dan op basis van de beoordeling in een bepaalde klasse terecht. Deze klassenindeling loopt van 0 tot 4. Klasse 0 betekent dat alle beoordeelde elementen prima in orde zijn. Klasse 4 geeft aan dat er bij de beoordeelde elementen grote afwijkingen geconstateerd zijn, die kunnen leiden tot problemen in de gewrichten. Dit wordt vermeld op het certificaat. De gegevens uit het PROK kunnen dan bijdragen tot een betere partnerkeuze.

Het PROK is vooral bedoeld voor twee- en drie-jarige merries, maar ook oudere merries kunnen worden onderzocht. De gegevens uit het PROK kunnen de fokker een grotere kans geven op gezonde fokproducten en kunnen leiden tot extra kwaliteit. Er zijn de laatste jaren echter ook wel tegengestelde geluiden gehoord. Zo zouden op basis van het PROK paarden zijn afgekeurd, die anders een prima bijdrage aan de fokkerij hadden kunnen leveren. De discussie hierover is nog niet afgelopen.

- Vragen 3.5**
- a Hoe denk je dat het komt dat de uitslag van het IBOP minder betrouwbaar is dan de uitslag van het EPTM?
  - b Leg uit wat voor zin het heeft om een ruïn te laten meedoen aan een stationsmerrietest.
  - c Welke belangrijke beenderen aan het voorbeen en het achterbeen worden in het PROK betrokken?
  - d Wat betekent binnen het PROK een klasse 3-beoordeling van het spronggewricht voor een toekomst in de fokkerij?
  - e Wat betekent binnen het PROK een klasse 3-beoordeling van het spronggewricht voor een toekomst in de sport?
  - f Waarom is er nogal wat discussie over het PROK?

---

## 3.6 Fokkerijgegevens van ouderdieren

Als je een heel mooie dekhengst over hoge hindernissen ziet gaan alsof het niets is, kun je daar kippenvel van krijgen. Je besluit dat jouw merrie een veulen moet krijgen van die hengst. Na veel inspanning heb je dan uiteindelijk een vierjarige van die hengst. Dressuur gaat wel goed, maar hij komt nog niet over de laagste balkjes. Op dat moment is het te laat om te bedenken dat een hengst niet alles vererft wat je ziet. Om een goede selectie te maken van de ouderdieren, moet je fokkerijgegevens raadplegen die het betreffende stamboek publiceert.

### Fokkerijgegevens van de hengst

Als fokker wil je van een dekhengst een aantal dingen weten:

- uiterlijk, gedrag en prestaties van de hengst zelf;
- kenmerken van zijn voorouders;
- kenmerken van zijn nakomelingen;
- kenmerken van eventuele broers en zussen.

Sommige van deze kenmerken zijn in fokwaardegetallen uit te drukken. Maar daarnaast is het natuurlijk ook interessant om meer te weten over vererving van karakter en eventuele erfelijke gebreken die in een bepaalde familie voorkomen. Ieder stamboek heeft daarover gegevens beschikbaar, maar het ene stamboek geeft veel meer informatie dan het andere. Je hebt in paragraaf 3.5 al kunnen lezen hoe het KWPN dit aanpakt, maar bij andere stamboeken zijn dergelijke gegevens vaak niet of veel moeilijker te achterhalen. Afstammingsinformatie is meestal nog wel mogelijk, maar beoordelingsrapporten, keuringsverslagen of berekende fokwaarden zijn lang niet altijd beschikbaar. Het is dan belangrijk om keuringen en wedstrijden te bezoeken om op die manier een indruk te krijgen van de eventuele kwaliteiten van een hengst en zijn nakomelingen.

Alle fokkerijgegevens die je uiteindelijk verzamelt, moet je wel op de goede manier gebruiken. Dat wil zeggen dat je in staat moet zijn de informatie goed te interpreteren. Het is dus belangrijk dat je de getallen die bijvoorbeeld in een index vermeld staan, op de goede manier uitlegt. Bovendien is het door de grote hoeveelheid gegevens soms moeilijk om de voor jou echt belangrijke gegevens eruit te pikken. Je zult dus moeten selecteren. Dan pas kun je verder.

#### **Voorbeeld 1**

Stel, je hebt een merrie die uitblinkt in dressuur. Hiervan wil je graag een nakomeling waarmee je later ook de dressuur in kunt gaan. Voor jou zijn dan bepaalde fokkerijgegevens belangrijker dan andere. Je kijkt in het bijzonder naar de dressuurindex, de betrouwbaarheid van de index, gegevens over prestaties van nakomelingen in de dressuur en natuurlijk ook naar die kenmerken van de exterieurindex die voor de dressuur belangrijk zijn.

---

### **Voorbeeld 2**

Een andere merrie waarmee je wilt fokken, gebruik je voornamelijk bij springwedstrijden, hoewel ze ook best goede dressuurprestaties kan leveren. Je zult nu naar andere gegevens kijken, zoals de springindex en misschien andere exterieurkenmerken. Deze merrie heeft goede gangen, een mooie hals, een lage schoft, een goede rug, maar een erg recht kruis. De hoefsmid klaagt wel eens dat haar hoeven zo smal zijn met lage verzenen. Met de nakomeling wil je graag zelf verder in de springsport. Je probeert dan op basis van de gegevens een hengst uit te kiezen die de sportkwaliteiten op een positieve manier vererft en die daarnaast de minder gewenste eigenschappen van jouw merrie zou kunnen compenseren in de nakomeling.

Om duidelijk te maken welke informatie je uit de gegevens haalt en wat je ermee kunt doen, moet je in staat zijn om de informatie toe te lichten. Dat betekent bijvoorbeeld dat je moet kunnen lezen dat een bepaalde hengst een heel verticale halsrichting heeft en dat je weet dat dit gevolgen kan hebben voor de manier van nageeflijkheid.

### **Fokkerijgegevens van de merrie**

Bij de merrie is het natuurlijk net zo belangrijk om meer te weten over haar fokkerijgegevens. Zij levert tenslotte de andere 50% van het genetisch materiaal van het toekomstige veulen. Ook hier geldt dat je meer wilt weten over de merrie zelf, haar voorouders, haar andere nakomelingen en eventuele broers en zussen. Het zal duidelijk zijn dat er bij een merrie, in vergelijking tot de hengst, nooit zoveel informatie is over nakomelingen en hun prestaties, daarvoor zijn het er in verhouding veel te weinig. Ook over de afstamming zal soms bij merries veel minder bekend zijn. Via het stamboek kun je proberen zoveel mogelijk informatie over de voorouders te krijgen. En misschien is er wel een lineaire scoring, een EPTM-uitslag of andere interessante informatie.

- Vragen 3.6**
- a    Waarom is er bij een merrie vaak veel minder bekend over prestaties van nakomelingen?
  - b    Wat kun je doen als er weinig gegevens zijn over een hengst?

## **3.7    Fokkerijplan en fokselectie van ouderdieren**

Stel je voor dat je manager bent van een fokstal met 25 merries. Het is jouw taak om te bepalen welke merries worden ingezet voor de fokkerij en door welke hengsten ze gedekt worden. Kortom, jij bepaalt hoeveel veulentjes het komende jaar op de wereld komen in dat bedrijf en wie de ouders zijn.

**Fig. 3.15**  
Hengsten- en  
merriekeuze.



Je weet al dat het doel van de fokkerij is een paard te fokken dat past bij het gebruiksdoel dat je voor ogen staat. Het fokproduct moet passen bij de bedrijfsvoering, het management. Je probeert dus paarden te kiezen die dat het beste doen. Dat kun je selectie noemen. Het systematisch kiezen van dieren die als ouders voor de volgende generatie dienen, noemen we *fokkerij*. De keuze van de ouderdieren wordt bepaald door het fokdoel dat je hebt. Als op een bepaalde eigenschap al heel wat generaties geselecteerd is in de familie van een paard, is de kans groot dat dit paard die eigenschap ook heeft. Daarom zijn fokkers ook altijd heel trots als ze een goede *merriestam* hebben. Daaronder verstaan ze de moeder en haar afstamming in vrouwelijke lijn. Hengsten worden door de fokjury onder andere geselecteerd op hun afstamming. Daarom hebben ze eigenlijk altijd een goede lijn. Zo'n lijn die al meerdere generaties goede nakomelingen levert, die de fokker aangehouden heeft, noemen we ook wel een *bloedlijn*. Dit slaat dus op de vader en zijn afstamming in mannelijke lijn. Als je zorgvuldig omgaat met de partnerkeuze, kun je zo'n bloedlijn in stand houden.

### **Merriekeuze**

Om te bepalen welke merries interessant zijn om in te zetten voor de fokkerij, moet je jezelf enkele vragen stellen.

#### ***Voor welk fokdoel wil ik een veulen?***

Het kan zijn dat je bijvoorbeeld gewoon een veulen wilt voor uitbreiding van het bedrijf of ter vervanging van gebruikspaarden of van fokpaarden in het bedrijf. Het kan ook zijn dat je van plan bent een veulen te fokken voor de verkoop of voor je eigen hobby.

---

### ***Is deze merrie geschikt voor de fokkerij?***

Je kijkt dan naar eventuele erfelijke afwijkingen en interessante eigenschappen voor de fokkerij. Daarbij kun je, zoals je weet, ook gebruik maken van informatie over afstamming en eventuele andere gegevens van het stamboek. Natuurlijk is het ook belangrijk om te weten of de merrie wel in staat is om drachtig te worden en een veulen te dragen en te zogen. Daarnaast moet je je ook afvragen of de merrie wel gemist kan worden in het werk, bijvoorbeeld in de manege of in de sport.

### ***Hoe zit het met de kosten als je die afzet tegen de eventuele opbrengst?***

Je kunt wel een prachtige hengst uitzoeken, maar hoe hoog is het dekgeld en hoeveel kosten moet je maken om de merrie drachtig te krijgen? Ook moet je je realiseren dat het extra onderhoud voor merrie en veulen extra kosten met zich meebrengt. Daarnaast is het verstandig ook te bedenken welke risico's een en ander met zich meebrengt. En tot slot, zeker niet de minst belangrijke overweging, wat zal een veulen van de gekozen hengst uit deze merrie opbrengen? Je zult dus moeten proberen de waarde van het veulen op de langere termijn in te schatten.

### ***Wat vraagt de markt?***

Het is verstandig je goed te oriënteren op de vraag die op de markt leeft. Het is daarbij verstandig om te proberen vooruit te kijken. De markt is onderhevig aan veranderingen en tegen de tijd dat dit veulen oud genoeg is om een prestatie neer te zetten of zelf een bijdrage te leveren aan de fokkerij, kan het wel eens zo zijn, dat de vraag naar het type waarop je nu fokt behoorlijk is afgenomen. Daarom is het goed om geregeld je oor te luisteren te leggen op keuringen of vergaderingen en de meningen daarover in de vakbladen bij te houden.

### ***Hoe zit het met de beschikbare middelen op het bedrijf?***

Hierbij moet je denken aan mogelijkheden voor fokkerij in de ruimste zin. Het gaat daarbij om de beschikbare hoeveelheid geld voor de fokkerij, maar natuurlijk ook om goede mogelijkheden voor huisvesting voor merries met veulens en het aantal aanwezige arbeidskrachten dat kan worden ingezet tijdens allerlei bijzondere werkzaamheden zoals dekking of inseminatie, controle en geboortebegeleiding.

## **Hengstenkeuze**

Als je al deze vragen naar tevredenheid hebt kunnen beantwoorden en je hebt bepaald welke merries in aanmerking komen voor een dekking, ben je nog maar halverwege. Het selecteren van de geschikte fokmerries is natuurlijk maar de helft van het verhaal. Nu moet je er nog vaderdieren bij zoeken. Ook bij de hengstenkeuze zul je weer een aantal vragen moeten beantwoorden.

### ***Voor welk doel wil ik een veulen fokken?***

Hierbij gelden dezelfde overwegingen die je eerder bij de merrie hebt gemaakt: uitbreiding, vervanging, gebruikspaard, fokpaard, verkoop of hobby.

### ***Welke hengst past het best bij mijn fokdoel?***

Je hebt je fokdoel al omschreven en nu moet je kijken of de hengst die je eventueel wilt gaan gebruiken wel past bij het algemene fokdoel van het bedrijf en bij het fokdoel van de merrie. Daarbij moet je je afvragen welke positieve en negatieve eigenschappen de hengsten die je op het oog hebt, kunnen doorgeven aan hun nakomelingen. Ook

---

kun je nu gaan kijken hoe een hengst bij een bepaalde merrie een verbetering zou kunnen opleveren, bijvoorbeeld door zwakkere punten van de merrie te compenseren of juist sterke punten extra te benadrukken. Je stelt nu als het ware een soort toptienlijstje samen van de hengsten die het meest jouw voorkeur hebben. Daarvoor maak je uiteraard gebruik van alle middelen die tot je beschikking staan. Afhankelijk van het stamboek zijn dat bijvoorbeeld: allerlei afstammingsinformatie, sportprestaties en eventueel fokwaardeschattingen en indexcijfers. Sommige stamboeken hebben een uitgebreide registratie van allerlei gegevens, waardoor er een gedegen keuze mogelijk wordt. Bij andere stamboeken is informatie soms veel moeilijker te achterhalen en moet je meer op je eigen inzicht vertrouwen. Het FPS heeft zelfs een hengstenadviesprogramma (HAP) op de computer, waarmee voor de merrie de beste partner kan worden geadviseerd.

Uiteindelijk moet je op grond van al die informatie de hengst selecteren die het best bij jouw fokdoel past.

### ***Hoe zit het met de kosten als je die afzet tegen de opbrengst?***

Bij de hengstenkeuze spelen de kosten natuurlijk ook een rol. Je kunt wel een fantastische hengst uitkiezen, maar een hoog dekgeld geeft geen garantie voor een fantastisch veulen. Dat weet je natuurlijk wel, maar het is goed je dat op het moment van de keuze nog eens te realiseren. Een middelmatige merrie levert meestal geen superpresterend veulen op, ook al was de vader een tophengst. Je moet je bij dit kostenplaatje ook bedenken dat er soms vrij hoge kosten verbonden zijn aan transport naar en verblijf op een dekstation of aan het verzenden van sperma. Al deze kosten moeten natuurlijk wel opwegen tegen de eventuele waarde die een veulen van deze vader zou hebben.

### ***Hoe zit het met de vraag van de markt?***

Het is belangrijk je goed te oriënteren op de vraag naar nakomelingen van een bepaalde hengst op dit moment en in de nabije toekomst. Daarbij spelen vaak veranderende inzichten in bijvoorbeeld exterieurkwaliteiten een grote rol; de paardenfokkerij is bepaald niet ongevoelig voor mode!

*fokkerijresultaten*

In het bovenstaande heb je vragen beantwoord om voor jezelf op een rijtje te krijgen wat je nu precies wilt. Nu kun je gaan bepalen welke en hoeveel merries van het bedrijf worden ingezet voor de fokkerij en welke hengsten daarvoor gebruikt gaan worden. Het is uiteindelijk de bedoeling om je *fokkerijresultaten* te verhogen.

Daarvoor is het absoluut noodzakelijk om goed op de hoogte te zijn van wat er speelt in de fokkerijwereld. Het beste bereik je dit door regelmatig keuringen en dergelijke te bezoeken of er zelf aan deel te nemen. Goede contacten met medefokkers, voorlichters, hengstenhouders en het stamboek zijn ook onmisbaar om op de hoogte te blijven.

**Fig. 3.16**  
*En als je geluk hebt, fok  
je een winnaar.*



### Planning

Nu je het fokkerijplan hebt gemaakt en bepaald hebt welke hengst(en) je wilt gebruiken, wordt het tijd om een plan te maken voor alles wat er nog gebeuren moet. Een plan op papier levert nog geen veulen op. Daarvoor moeten een aantal dingen worden georganiseerd. Denk bijvoorbeeld aan hengstigheidsonderzoek, dekking of inseminatie, ontwormen, enten en ga zo maar door. Bij een compleet fokkerijplan hoort een tijdsplanning waarop duidelijk per jaar staat aangegeven wat wanneer moet gebeuren. Zo bereik je dat de merries tijdig worden aangeboden op het KI-station en de veulens tijdig worden ontwormd.

In een fokkerijplan wordt vermeld welke merries en hengsten worden ingezet voor de fokkerij, welke acties worden ondernomen voor het dekken of insemineren en alles wat daarbij hoort en vervolgens alle activiteiten die verder moeten plaatsvinden gedurende dracht, geboorte, spenen, opfok enzovoort.

- Vragen 3.7**
- a Met welke kostenposten moet je rekening houden als je met een merrie wilt gaan fokken?
  - b Welke extra arbeid brengt het met zich mee als je met een merrie wilt gaan fokken?
  - c Wat wordt in de tekst bedoeld met de vraag van de markt?
  - d Met welke factoren moet je rekening houden bij het kiezen van een hengst?

## 3.8 Afsluiting

Fokkerij begint bij het bepalen van je fokdoel. Je kunt dan bekijken wat je precies wilt en hoe je dat doel wilt bereiken. De hengst en merrie bepalen beide voor 50% de eigenschappen van de nakomeling. Door van beide ouderdieren zo veel mogelijk gegevens op te zoeken en deze goed te bekijken, kun je proberen te voorspellen hoe het veulen zal worden.

Wil je op bedrijfsniveau gaan fokken, dan zul je een selectie moeten maken, waarbij de merries worden beoordeeld op hun geschiktheid voor de fokkerij. Tot slot zoek je bij de uitgeselecteerde merries een geschikte hengst.

---

## 4 De merrie en de hengst

### Oriëntatie

Als het voorjaar wordt, gaat bij de fokkers het bloed weer sneller stromen. De eerste veulens zijn al geboren en veel hoogdrachtige merries lopen topzwaar rond te scharrelen. De niet-drachtige merries krijgen last van lentekriebels. Bij hen beginnen onder invloed van de hoger wordende temperatuur en de langer wordende dagen de hormonen hun werk te doen. De fokker probeert ze te betrappen op de eerste hengstigheid. Hoe werkt nou precies die hormooncyclus bij de merrie? In dit hoofdstuk krijg je daar een antwoord op. Je leert de bouw en de werking van de geslachtsorganen en er is aandacht voor allerlei moderne methoden die bij de voortplanting van het paard toegepast kunnen worden.

### 4.1 Geslachtskenmerken

*primaire  
geslachtskenmerken*

Als het veulen geboren wordt, is het al in het bezit van geslachtsorganen. Maar het duurt nog een tijdje voordat het daar wat mee kan. Gedurende de eerste periode van het leven van een paard gebeurt er nog niet zoveel in de geslachtsorganen. Dit komt omdat de hormonen die alles regelen nog niet voldoende gevormd worden. Het paard is dan nog niet geslachtsrijp. Toch kun je aan het opgroeiende paard al wel zien of het een hengst of een merrie is. Bij de hengst is duidelijk een deel van het geslachtsorgaan aan de buitenkant te zien en ook bij de merrie zie je dat. Dit noemen we *primaire geslachtskenmerken*. Als het paard verder opgroeit, zijn nog wel verdere aanwijzingen voor zijn geslacht op te merken. Een merrie gaat een uier ontwikkelen en een hengst gaat tegenover soortgenoten steeds meer hengstengedrag vertonen. Dit zijn eerst allemaal oefenspelletjes voor het echte werk als volwassen (dek)hengst later. Steigeren is later belangrijk in de strijd om de rangorde, bespringen van andere paarden moet ook geleerd worden en bijten is onderdeel van het drijven van de merrie voor het paren en ook onderdeel van het gevecht tussen hengsten onderling.

*secundaire  
geslachtskenmerken*

Bovendien ontwikkelt een hengst zich ook tot een forser, bespierder paard met een zware manenkam. Dit noemen we de *secundaire geslachtskenmerken*.

#### Ontwikkeling van veulen naar geslachtsrijp paard

*FSH  
hypofyse*

De ontwikkeling van veulen naar geslachtsrijp paard wordt bij zowel de merrie als de hengst vooral gestuurd door het hormoon *FSH* (Follikel Stimulerend Hormoon). Dit hormoon wordt gevormd door de bij de hersenen gelegen *hypofyse* (ook wel pijnappelklier genoemd). FSH stimuleert de rijping van de follikels (blaasjes met daarin een eikel) bij de merrie. Bij de hengst wordt de vorming van zaadcellen gestimuleerd door datzelfde FSH.

Gedurende de puberteit, dat wil zeggen de periode waarin het paard langzamerhand geslachtsrijp wordt, wordt dit hormoon in steeds grotere hoeveelheden gevormd, totdat de hoeveelheid voldoende groot is om volledig seksueel te kunnen functioneren. Het paard is er dan in principe klaar voor om zich voort te planten: het

is geslachtsrijp. De puberteit ligt gemiddeld voor de hengst bij 18 tot 24 maanden, voor de merrie bij 15 tot 24 maanden. Vanaf 36 maanden zijn beide seksueel volwassen.

Alle ontwikkelingen van veulen tot volwassen, geslachtsrijp paard worden verder geregeld door een samenspel van nog een aantal hormonen. Deze hormonen worden in grotere of kleinere hoeveelheden gevormd onder invloed van een groot aantal factoren en vormen samen een verfijnd regelsysteem voor de geslachtelijke voortplanting. In een volgende paragraaf zul je daar meer over te weten komen.

#### Vragen 4.1

- a Wat zijn bij de merrie de primaire geslachtskenmerken?
- b Wat zijn bij de merrie de secundaire geslachtskenmerken?
- c Wat zijn bij de hengst de primaire geslachtskenmerken?
- d Wat zijn bij de hengst de secundaire geslachtskenmerken?
- e Wanneer noem je een paard geslachtsrijp?

## 4.2 Voortplantingsorgaan van de hengst

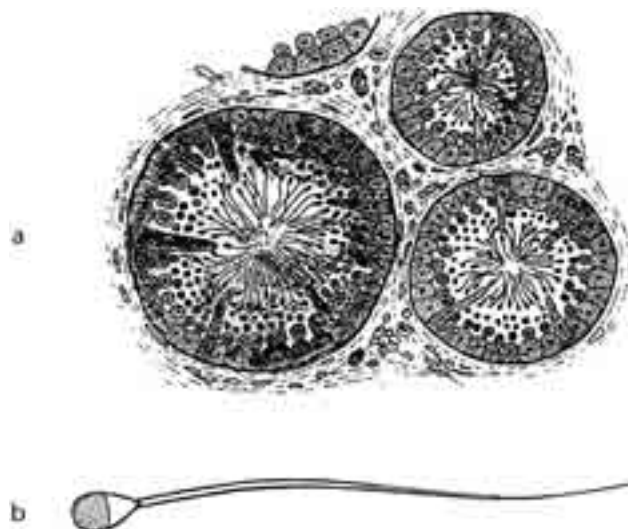
Het voortplantingsorgaan van de hengst bevindt zich voor een deel aan de buitenkant van het lichaam. Dit gedeelte is dus goed te zien. Het voortplantingsorgaan van de hengst is zo gebouwd, dat zijn voortplantingscellen op een handige manier bij de voortplantingscel van de merrie gebracht kunnen worden.

### Testikels

Bij de hengst bestaat het belangrijkste deel van het voortplantingsorgaan uit twee geslachtsklieren. Deze worden meestal teelballen, testikels of *testes* genoemd. Jonge hengsten hebben in verhouding nog kleine testikels. Als de hengst ouder wordt, worden ze iets groter. De testikels van een paard wegen elk ongeveer 200 gram. Ze zijn 5 tot 8 cm breed en 8 tot 14 cm lang. Dat hangt een beetje af van het ras en de leeftijd. De buitenkant is omgeven door een omhulsel van stevig wit bindweefsel dat veel bloedvaten bevat. Meestal zijn de twee testikels niet allebei precies even groot, maar als er echt een groot verschil is, is er sprake van een afwijking.

**Fig. 4.1**

a) Doorsnede  
testisbuisjes 300 maal  
vergroet. b) Zaadcel.

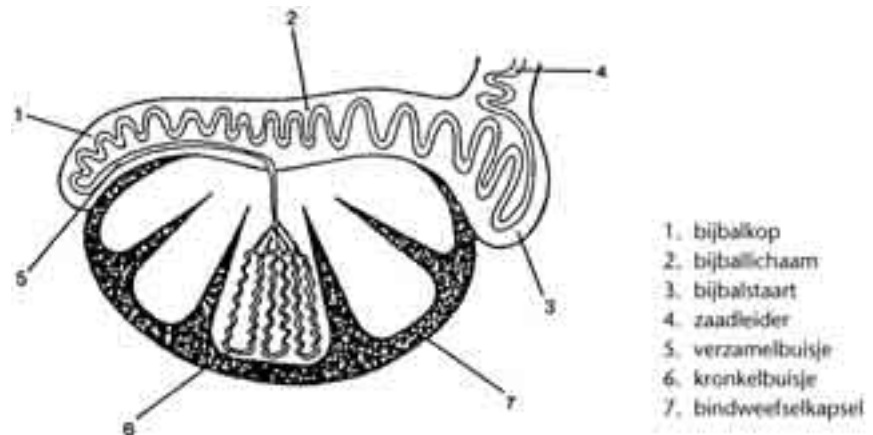


spermatozoïden

testosteron

De testikels zijn gevuld met gekronkelde testisbuisjes, die totaal wel 500 meter lang zijn. Vanuit de wanden van die buisjes worden de mannelijke zaadcellen, ook wel *spermatozoïden* genoemd, gevormd. Deze cellen hebben een staart, zodat ze zwemmende bewegingen kunnen maken. Ze zien eruit als kikkervisjes. Het weefsel tussen de buisjes vormt hormonen. Bij de hengst is dat vooral het mannelijk geslachtshormoon *testosteron*. Dit hormoon wordt via de bloedsomloop door het lichaam verspreid. Zo kan het dus op andere plaatsen in het lichaam zijn werk doen. Het hormoon zorgt ervoor dat de hengst de mannelijke kenmerken vertoont, de secundaire geslachtskenmerken, en het regelt de geslachtsdrift. Binnen een jaar na de geboorte kan bij een jonge hengst de productie van zaadcellen al beginnen. Het hele proces van de vorming van de zaadcellen tot het moment van zaadlozing duurt ongeveer twee maanden. In principe kan een hengst van ongeveer een jaar oud dus al een merrie dekken, ook al is hij eigenlijk nog niet helemaal seksueel volwassen!

**Fig. 4.2**  
Testis, bijbal en  
zaadleider.



De testisbuisjes komen uit in een sterk kronkelende buis van wel 75 meter lang, die als een U-vorm boven op de testikel ligt. Dit is de bijbal. De bijbal zit vast aan de oppervlakte van de testikel. Hierin rijpen de zaadcellen na en worden ze opgeslagen. De bijbal is als het ware de voorraadkamer voor de zaadcellen. Als de hengst een tijdje niet seksueel actief is geweest, kunnen er wel 50 miljard zaadcellen opgeslagen zitten!

De bijbal vormt een voedende vloeistof die de rijping en het transport van de zaadcellen makkelijker maken. Het grootste deel van de vloeistof die de bijbal produceert, wordt later weer door het lichaam opgenomen. Hierdoor ontstaat een geconcentreerd zaad. De wanden van de bijbal hebben krachtige spieren om het zaad voort te stuwten tijdens een zaadlozing. Bij een zaadlozing wordt een groot deel van de voorraad zaadcellen afgevoerd uit de bijbal, maar er gaan ook tussendoor zaadcellen verloren door 'lekkage'. Dat wil zeggen dat ze per ongeluk terechtkomen in het urinekanaal en met de urine mee naar buiten komen. Als de zaadcellen lang in de bijbal blijven, sterft er ook een gedeelte af. In het eerste zaad na een periode van seksuele rust kan dan ook een groot percentage dode zaadcellen zitten.

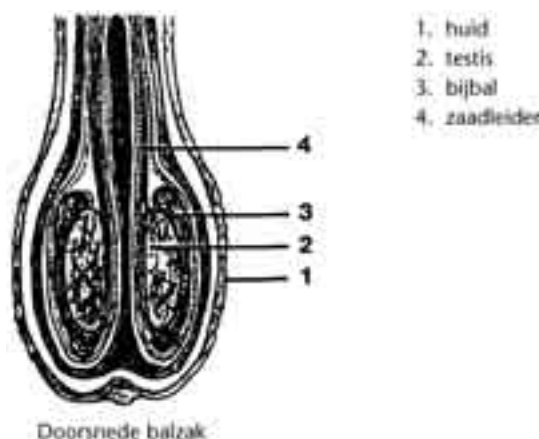
## Balzak

scrotum

De testikels en bijballen bevinden zich in de balzak (*scrotum*), een uitwendig omhulsel, hoog tussen de dijen van de hengst. Deze bestaat uit een dunne, donkere en onbehaarde huid. De balzakhuid bevat veel vetkliertjes, waardoor de huid glimt.

Bovendien bevat de huid ook veel zweetkliertjes. Deze spelen een rol bij het op temperatuur houden van de testikels. De binnenlaag van de balzak is eigenlijk een uitzakking van het buikvlies. Tegen het einde van de dracht of kort na de geboorte dalen bij het hengstveulen de testikels vanuit de buikholte via het lieskanaal in deze zak. Er blijft dus een open verbinding tussen de holte in de balzak en de buikholte. Daardoor kunnen delen van het darmkanaal terechtkomen in de balzak. Dit heet een zakbreuk.

**Fig. 4.3**  
*Doorsnede scrotum.*



De temperatuur in de balzak is enkele graden lager dan de lichaamstemperatuur. De vorming van goede zaadcellen is sterk afhankelijk van de temperatuur en de beste temperatuur daarvoor ligt een paar graden lager dan de lichaamstemperatuur van de hengst.

Als het koud is, kunnen spiertjes in de huid van de balzak ervoor zorgen dat de huid rimpelig samentrekt om de zaadcellen te beschermen tegen de kou. Ook zorgen spiertjes ervoor dat de testikels kunnen worden opgetrokken in de richting van het lichaam, waar het warmer is.

Je kunt je voorstellen dat een hengst die koorts heeft, en daardoor een hogere lichaamstemperatuur, een verstoring in de zaadcelproductie krijgt. Je moet er dan rekening mee houden dat dit pas ongeveer twee maanden later te merken zal zijn in een mindere zaadkwaliteit.

## Secundaire geslachtsklieren

*zaadleiders* Vanuit de bijballen lopen twee dunne, stevige buisjes, de *zaadleiders*, door het lieskanaal in de richting van de buikholte. In de buurt van de blaas monden ze uit in de urinebuis. Bij een zaadlozing (*ejaculatie*) worden de zaadcellen in de door de bijballen gevormde vloeistof via de zaadleiders naar de urinebuis geperst.

*ejaculatie* Bij een zaadlozing komen gemiddeld zo'n 50 tot 200 miljoen zaadcellen vrij. De zaadleiders verbinden dus de testikels met de urinebuis. Door deze urinebuis wordt ook de urine naar buiten afgevoerd vanuit de blaas.

Als het zaad de bijballen verlaat, is het zeer geconcentreerd. Daarom zitten er bij de uitmonding van de zaadleiders in de urinebuis nog enkele klieren die vocht aanmaken om het zaad vloeibaarder te maken. Bovendien bevorderen deze vloeistoffen de

levensduur en de beweeglijkheid van het zaad. Deze klieren noemen we de secundaire geslachtsklieren en de hengst heeft daar vier soorten van:

- De zaadblazen. Dit zijn twee klieren van ongeveer 20 cm groot, die aan weerszijden van de blaas liggen. Het zijn de grootste secundaire geslachtsklieren van de hengst. Ze produceren slijm. Bij sommige hengsten wordt hiervan een grote hoeveelheid afgescheiden aan het eind van de zaadlozing.
- prostaat* – De *prostaat*. Deze klier wordt ook wel de voorstanderklier genoemd. Hij ligt naast en bovenop de urineleider en is ongeveer 7 cm lang.
- De ampullen (ook wel Cowperse klieren genoemd). Deze klieren vormen een verdikking van de wand van de laatste 10 tot 15 cm van de zaadleiders.
- De pisbuis klieren. Deze twee klieren liggen aan weerszijden van de urineleider. Ze zijn maar 4 cm groot. Ze scheiden een waterige vloeistof af, die dient om de urineleider schoon te maken voordat het zaad erdoor komt. Bij de zaadlozing is dit te zien als het zogenaamde *voorvocht*.

*sperma* De vloeistoffen uit deze klieren (en dus vooral uit de prostaat en de ampullen) vermengen zich met het zaad in de urinebuis. Ze geven de zaadcellen energie en bevatten beschermstoffen. De zaadcellen en het vocht samen noemen we *sperma*. Bij een zaadlozing bestaat uiteindelijk 60% tot 90% van het volume van het sperma uit dit vocht.

**Fig. 4.4**  
Geslachtsorganen van de hengst.



## De penis

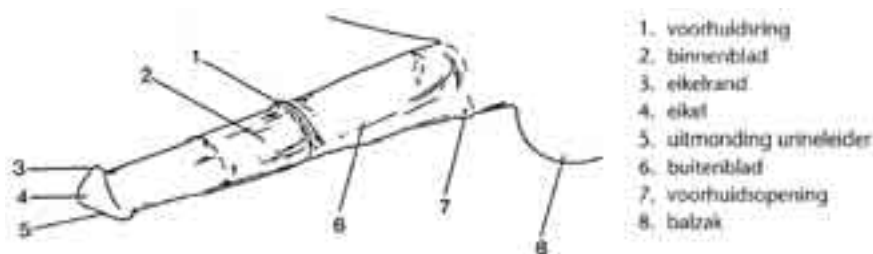
*roede koker* De penis of *roede* is het uitwendige geslachtsorgaan van de hengst. De penis ligt in het lichaam teruggetrokken en bevindt zich in een vlezige huidplooi, de *koker* (voorhuid), wanneer hij niet gebruikt wordt voor voortplanting of urineren. Hij is staafvormig, met iets afgeplatte zijkanten en ligt, naar voren gericht, tussen de dijen van de hengst.

*erectie* Het sperma moet de baarmoeder van de merrie bereiken. Daarom is het nodig dat de penis van de hengst dan stijf en gezwollen is. Dit noemen we de *erectie*. De penis bestaat voor het grootste deel uit een sponsachtig weefsel, dat veel bloed kan

*zwellichaam* opnemen; het *zwellichaam*. Dit zwellichaam zit om de urinebuis heen. De erectie ontstaat doordat bij seksuele opwinding de spieren aan de basis van de roede worden samengetrokken. Daardoor richt de roede zich op en worden de afvoerende bloedvaten afgekneld. Tegelijkertijd worden de toevoerende bloedvaten ruimer, waardoor het zwellichaam vol bloed loopt. De urinebuis is het afvoerkanaal van zowel het zaad als de urine. Eigenlijk is dit merkwaardig, want urine werkt zaaddodend.

*eikel* Het voorste gedeelte van de roede is de *eikel*, ook wel de glans genoemd. Tijdens de dekking vult dit gedeelte zich extra met bloed en krijgt de vorm van een puntige paddestoelhoed. Aan de voorkant, midden in de eikel zit de eikelholte, waarin de urinebuis uitmondt. Tijdens de dekking wordt de eikel in de baarmoedermond geduwd, zodat deze geopend wordt. De uitmonding van de urineleider kan zich dan uitstulpen in de baarmoederhals van de merrie, zodat het sperma zo ver mogelijk naar binnen kan worden gebracht.

**Fig. 4.5**  
De roede en de koker in  
uitgeschachte toestand.



## De koker

Om de roede zit de koker (voorhuid). In rust is deze huidplooi als een dubbele laag om de roede gevouwen. De roede is dan ongeveer 20 cm lang. De buitenlaag van de koker wordt ook wel het buitenblad genoemd. Wanneer de penis opzwellt en langer wordt, strekken de twee huidlagen zich en komt de penis te voorschijn uit de koker. Het binnenste gedeelte van de koker, ook wel het binnenblad genoemd, wordt dan zichtbaar. Het is zwart en haarloos en bevat een aantal klieren die een slijmerige gele stof afscheiden, het *smegma*. Bij een erectie kan de roede wel een lengte bereiken van 90 cm.

*uitschachten* Dit als het ware telescopisch uitschuiven noemen we *uitschachten*. Twee spieren zorgen ervoor dat de penis kan worden uitgestoken (uitgeschacht) en teruggetrokken. Als er een hengstige merrie in de buurt is, wordt het zenuwstelsel van de hengst geprikkeld. Daardoor ontspant zich de *terugtrekspier*, die vastzit aan de basis van de roede. Normaal zorgt deze spier ervoor, dat de roede teruggetrokken in het lichaam blijft. Nu komt de roede, die dan nog slap is, uit de koker te voorschijn. Pas dan wordt er extra bloed naar de roede gepompt door een andere spier, de aanvoerende bloedvaten worden daarbij wijder. Dit leidt tot de erectie.

*terugtrekspier* Het smegma zorgt ervoor dat het uitschachten gemakkelijk gaat. Ook bij het urineren moet de penis zover buiten de koker worden gebracht, dat de urine niet via de koker het lichaam verlaat. Als de hengst nooit dekt, kan het smegma zich ophopen tussen de penis en de koker. Daarom moet de roede regelmatig gereinigd worden met bijvoorbeeld een spons of een zachte straal lauw water.

Een hengst die via de koker urineert, moet ook regelmatig worden gecontroleerd op vuilophoping in de koker, omdat dit de uitschachting van de penis kan belemmeren. De koker moet dan regelmatig gereinigd worden.

---

## De zaadlozing

Op het moment dat de zaadlozing kan plaatsvinden, krijgen de spieren van de secundaire geslachtsklieren een seintje vanuit de hersenen. Daardoor trekken de spieren zich samen en lozen de klieren hun inhoud. Dit vocht mengt zich op dat moment met het zaad dat zich heeft opgehoopt in de urineleider. De spieren die rondom de urineleider zitten, trekken zich vervolgens samen, waardoor het sperma naar buiten wordt geperst. De zaadlozing gebeurt in drie stappen. Eerst komt het voorvocht, dan komt het eigenlijke sperma, dat wordt geloosd in ongeveer tien stoten met rustpauzes van ongeveer een seconde tussen elke stoot. Ongeveer 75% van het totale aantal zaadcellen zit in de eerste paar stoten. Als laatste komt het slijm uit de zaadblazen.

*knikken* Bij een hengst is de zaadlozing te herkennen aan het bewegen, *knikken*, met de staart.

De geslachtsdrift is bij een geslachtsrijpe hengst altijd aanwezig en zijn testikels produceren voortdurend sperma. De hengst is dus het hele jaar door vruchtbaar. In de buurt van een hengstige merrie zal zijn geslachtsdrift groter zijn, terwijl een hengst die erg hard moet werken, misschien wat minder puf heeft, maar in principe kan een hengst altijd dekken.

De spermaproductie is afhankelijk van de hengst, het seizoen en het gebruik van de hengst. Per ras treden er ook verschillen op. Het is gewenst om de hengst niet meer dan drie of vier keer per week te laten springen of dekken, anders blijft de spermakwaliteit niet constant. Bij een tweede sprong op een dag is het aantal spermacellen al aanzienlijk lager. Er is nog niet zoveel bekend over de invloed van voeding, conditie en lichaamsbeweging op de spermakwaliteit van de hengst, maar als de hengst in een redelijke conditie is en volgens de norm gevoerd wordt, is er geen reden om problemen te verwachten met de spermakwaliteit.

## Klophengst

Het komt soms voor dat de testikels niet indalen in de balzak. Ze blijven dan in de buikholte zitten. Omdat de temperatuur daar te hoog is, kunnen ze dan geen goed sperma produceren. Zo'n hengst is dus verminderd vruchtbaar, hoewel hij zich tegenover merries net zo gedraagt als een gewone hengst. Dit verschijnsel wordt aangeduid met de term klophengst. Het is een erfelijk probleem. Bovendien vertonen klophengsten vaak nogal prikkelbaar gedrag. Daarom is het beter om deze hengsten te opereren. Daarbij kun je denken aan een operatie om de beknelde testikels uit de buikholte te halen. Maar omdat deze hengsten, vanwege het erfelijke karakter van deze afwijking, toch beter niet gebruikt kunnen worden voor de fokkerij, kiest men meestal voor castratie.

## Castratie

*ruin* Hengsten waarmee men niet verder wil fokken, worden vaak gecastreerd. Dat betekent dat de dierenarts de testikels weghaalt. Een gecastreerde hengst heet een *ruin*. Na deze operatie zijn de paarden steriel: ze kunnen geen sperma meer vormen. Je weet dat de testikels ook het hormoon testosteron produceren, dat verantwoordelijk is voor de geslachtsdrift en de secundaire geslachtskenmerken. Als de testikels er niet meer zijn, zal er geen testosteron meer worden geproduceerd. Dit heeft gevolgen voor het gedrag van het paard en het paard vertoont ook meestal geen geslachtsdrift

---

meer. In de praktijk verandert daardoor het temperament van het paard. Toch zijn er wel uitzonderingen. Sommige ruins blijven ook na castratie in staat een erectie te krijgen en te 'dekken'. Het is ook een vergissing om te denken dat je een pas gecastreerde hengst nu wel bij merries in de wei kunt zetten. Er kan altijd nog wat sperma in de zaadleiders of urinebuis zijn achtergebleven, dat alsnog een ongewenste bevruchting tot gevolg kan hebben. Ongeveer zes weken na de castratie is dit gevaar voorbij.

Over het algemeen worden hengsten gecastreerd als ze twee jaar zijn. Als het eerder gebeurt, groeit het veulen hoger op de benen, wordt groter en minder bespied. Ook kan het zich dan ontwikkelen tot een nerveus paard. Een veulen dat later gecastreerd wordt, ontwikkelt zich over het algemeen tot een sterker, beter bespied paard met een compactere bouw.

De termen castratie en sterilisatie worden nog wel eens door elkaar gebruikt, maar het gaat om verschillende ingrepen, met verschillende gevolgen. Bij castratie worden de testikels weggehaald, bij sterilisatie blijven ze gewoon aanwezig. Hier wordt alleen door het onderbreken van de zaadleiders voorkomen dat het zaad nog in de urinebuis terecht kan komen. De zaadlozing zal bij een gesteriliseerde hengst alleen bestaan uit de vloeistoffen van de secundaire geslachtsklieren.

#### Vragen 4.2

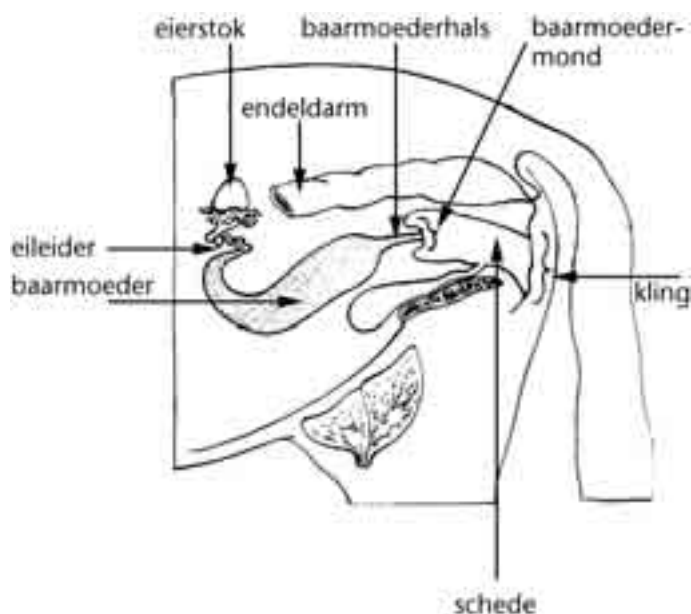
- a In welk orgaan vindt de reductiedeling plaats waaruit de zaadcellen ontstaan?
- b Waarom heeft een gesteriliseerde hengst nog wel deklust en een gecastreerde hengst niet?
- c Welke stoffen maken de testikels?
- d Wat versta je onder een klophengst?
- e Wat kun je zeggen over de zaadkwaliteit van een klophengst?
- f Wat kun je zeggen over het gedrag van een klophengst?
- g Wat is een ruïn?
- h Heeft een ruïn primaire geslachtskenmerken?
- i Heeft een ruïn ook secundaire geslachtskenmerken?
- j In welk deel van de mannelijke geslachtsorganen vindt de opslag van zaadcellen plaats?
- k Waarvoor dienen de klieren die rondom de zaadleider en de urinebuis zitten?
- l Waar wordt de urine opgeslagen?
- m Hoe verlaat de urine het lichaam?
- n Wanneer gaat een hengst uitschachten?
- o Waardoor gaat de roede zwellen?
- p Wat gebeurt er met de koker tijdens het uitschachten?
- q Hoeveel zaadcellen bevruchten de eicel?
- r Hebben al die andere zaadcellen ook nog een functie?
- s Hoe lang kan een zaadcel in leven blijven in de eileider?

### 4.3 Voortplantingsorgaan van de merrie

Het geslachtsorgaan van de merrie bestaat uit de twee eierstokken, die vrij hoog verborgen zitten tussen de laatste ribben van de merrie en haar heupen. De eierstokken staan via de eileiders in verbinding met de baarmoeder (uterus). Vanuit de baarmoeder is er via de baarmoederhals een open verbinding met de schede (vagina). Deze schede mondt uit in een opening onder de staart, omgeven door twee

*kling* schaamlippen. Dit noemen we de *kling* of vulva. Via deze opening wordt bij dekking of inseminatie het sperma in de merrie gebracht.

**Fig. 4.6**  
Geslachtsorgaan van de  
merrie.



## De eierstokken

*ovaria* De eierstokken (*ovaria*) zijn gemiddeld ongeveer 8 cm lang en 4 cm breed. Ze zien eruit als een paar grote bonen. Bij de geboorte bevatten de eierstokken van een merrieveulen al een voorraad van een paar duizend oer-eicellen. Deze voorraad zorgt ervoor dat de merrie vanaf de puberteit, dus als ze geslachtsrijp wordt, haar hele leven kan ovuleren.

Alleen deze oer-eicellen in het weefsel van de eierstokken kunnen zich verder ontwikkelen tot echte eicellen. De merrie maakt dus niet steeds nieuwe geslachtscellen, zoals de hengst wel doet. Pas als de merrie geslachtsrijp is, kunnen de oer-eicellen, als ze gestimuleerd worden door een hormoon, uitgroeien tot kleine, met vloeistof gevulde blaasjes. Dit noemen we de *follikels* of eiblaasjes. Iedere eierstok bevat een groot aantal van deze eiblaasjes, die in grootte sterk verschillen. Sommige zijn haast niet waar te nemen, terwijl andere een paar cm groot zijn. Tijdens de hengstigheid groeit een follikel van enkele mm uit tot een grootte van 4 tot 6 cm. In iedere follikel zit een eicel, die bij de *eisprong* (ovulatie) wordt afgegeven en via de eileider naar de baarmoeder wordt vervoerd. De eicellen zijn minder dan 1 mm groot. Voor de ovulatie wordt de follikel, die eerst vrij stevig was, zacht. Na de ovulatie vormt de rest van de follikel het *gele lichaam*. Dit vormt een hormoon en is actief tot het begin van de volgende hengstigheid. Daarna verdwijnt het.

Per ovulatie springt meestal maar 1 eiblaasje. De andere follikels die aan het groeien waren, worden weer kleiner. De wand van de blaasjes wordt dikker en het vocht dat erin zat, wordt weer opgenomen door het weefsel van de eierstok. Soms springen er meer follikels. Als dit gebeurt, neemt de kans op een meerlingdracht toe. Bij paarden wordt dit gezien als ongewenst.

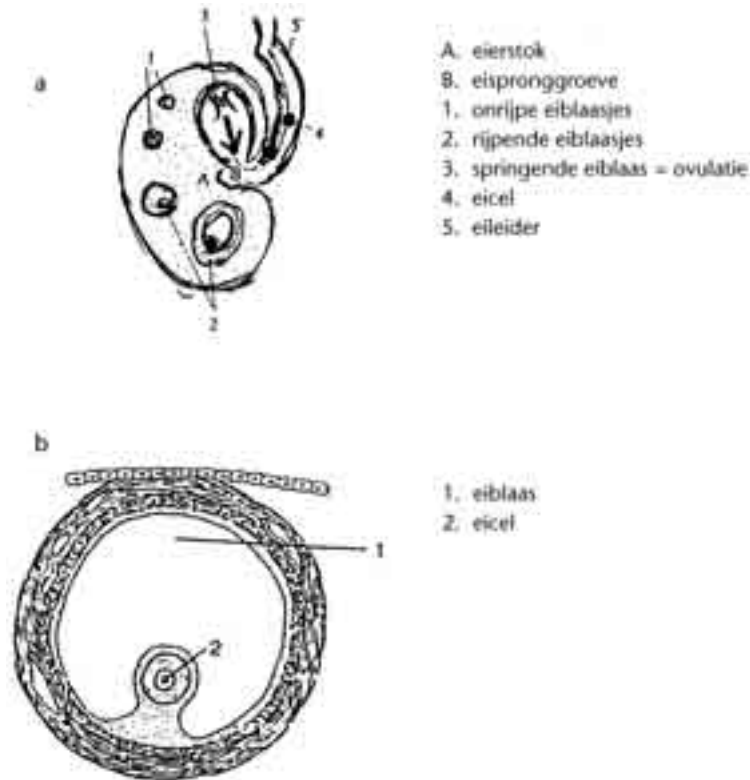
De eierstokken vormen ook hormonen die de hengstigheidscyclus regelen.

eispronggroeve

Om de eierstok heen zit een hard kapsel. Dit voorkomt dat de eiblaas overal zijn eicel kan afgeven. De enige plaats waar een eisprong kan plaatsvinden is aan de holle kant van de eierstok, de *eispronggroeve*.

**Fig. 4.7**

- a) Eierstok met eiblaasjes  
in verschillende stadia  
van ontwikkeling.  
b) Eiblaasje met eicel.



## De eileiders

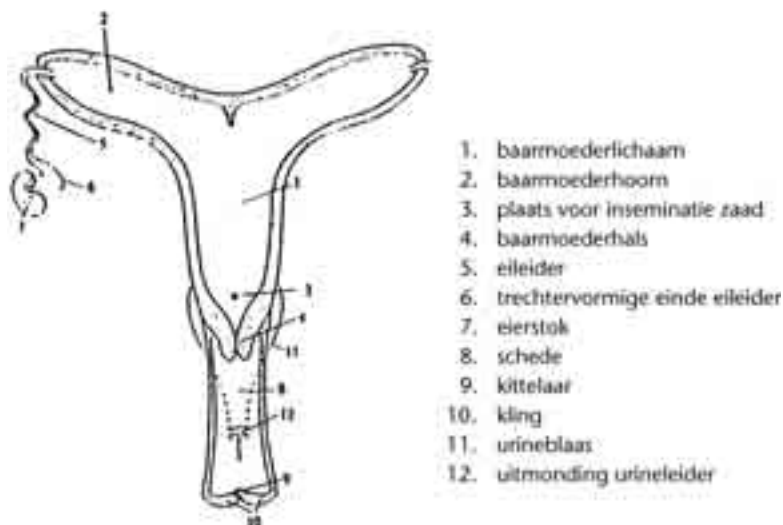
De eierstokken zijn met de rest van het voortplantingsorgaan verbonden door twee eileiders. Deze hebben een trechtervormig uiteinde (trompet) aan de kant van de eierstok, waarin bij de ovulatie het ei wordt opgevangen. De eileiders zijn ongeveer 25 cm lang en heel dun: ze hebben een doorsnede van 2 tot 3 mm. Aan de binnenkant zitten trilhaartjes die het eitje als het ware in de goede richting duwen. Het eitje gaat nu op reis naar de baarmoeder. Als er gedurende deze periode een dekking of inseminatie plaatsvindt, is de kans groot dat het eitje op deze tocht zaadcellen ontmoet, die vanuit de baarmoeder de eileider ingezwommen zijn. In de eileider vindt dan een versmelting van het eitje met een zaadcel plaats. Dit is de bevruchting. De bevruchte eicel deelt zich al in de eileider een aantal malen tot een klompje cellen: het vruchtje. De eileider wordt steeds nauwer en eindigt in de top van een baarmoederhoorn.

## De baarmoeder

*uterus*

De baarmoeder (*uterus*) is een vlezige zak die voorzien is van krachtige spieren. De baarmoeder heeft de vorm van de letter Y, doordat ze twee hoorns heeft waarin de eileiders uitkomen. De twee baarmoederhoorns komen samen en vormen het baarmoederlichaam.

**Fig. 4.8**  
De baarmoeder.



Als er een bevruchting optreedt, zal het vruchtje zich na ongeveer 16 dagen vestigen in een van deze hoorns. In die 16 dagen beweegt het vruchtje voortdurend door beide hoorns.

De baarmoeder van een merrie die niet drachtig is, is geplooid. Het 20 cm lange baarmoederlichaam ligt dan voor het grootste deel in de bekkenholte, de ongeveer even lange baarmoederhoorns liggen verder naar voren, in de buikholte. Bij de drachtigheid zal de baarmoeder zich ontvouwen naarmate de vrucht groter wordt. Omdat de hele baarmoeder eigenlijk een soort holle spier is, kan deze steeds verder worden opgerekt. De baarmoeder is aan weerskanten opgehangen aan banden van bindweefsel, die een soort hangmat vormen. Tijdens de dracht rekken deze banden mee. Bij oudere merries die al een aantal drachten achter de rug hebben, kan de rek van de banden er wel eens een beetje uit zijn. Daardoor kan een verzakking optreden die ophoping van vloeistof onderin de baarmoeder tot gevolg kan hebben. Hierdoor kunnen er problemen optreden bij het opnieuw drachtig worden.

De binnenkant van de baarmoeder is bekleed met slijmvlies met daarop een groot aantal kliertjes. Deze spelen een rol tijdens de dracht, doordat zij hormonen kunnen afscheiden om de dracht in stand te houden.

### De baarmoederhals en baarmoedermond

De baarmoeder wordt aan de kant van de schede afgesloten door de baarmoederhals (cervix). Dit is een sterke en ook heel rekbare kringspier, die 5 tot 8 cm lang is. Deze spier kan meer of minder gesloten zijn. Dat hangt ervan af of de merrie wel of niet drachtig is, of wel of niet hengstig is. Zelfs het stadium van de hengstigheid kan een verschil van sluiting van de baarmoederhals te zien geven. Aan de binnenkant is de baarmoederhals bedekt met een taai slijm, dat als het ware een prop vormt die de baarmoederhals afsluit. Dit voorkomt dat er van buitenaf een besmetting kan plaatsvinden in de baarmoeder. Als de merrie hengstig is, maar ook tijdens een geboorte, ontspant de kringspier. Tijdens het geboorteproses spreek je dan van *ontsluiting*. Ook het slijm wordt dunner. Daardoor kan dan het sperma of het veulen erdoor.

**Fig. 4.9**

De baarmoederhals  
tijdens verschillende  
perioden van de  
vruchtbaarheidscyclus:  
links buiten de  
hengstigheid, rechts  
tijdens de hengstigheid.

baarmoedermond



U. uterus (baarmoeder)  
C. cervix (baarmoederhals)  
V. vagina (schede)

Bij inseminatie wordt de inseminatiepipet door de baarmoederhals gebracht, zodat het sperma in de baarmoeder kan worden gedeponerd. Bij een natuurlijke dekking wordt het sperma door de hengst niet verder dan in de baarmoederhals gebracht. De baarmoederhals eindigt in de *baarmoedermond*, die uitsteekt in de schede.

## De schede

vagina  
kling

De baarmoeder gaat over in een lang, vlezig kanaal, schede of *vagina* geheten, dat uitmondt in een opening onder de staart. Deze opening noemen we de *kling*. De schede is ongeveer 25 cm lang en 12 cm breed.

voorhof

De schede is het gedeelte waar het geslachtsorgaan samen komt met de urineweg. Omdat de schede ook een deel is van het geboortekanaal, kan deze enorm oprekken. De wand van het voorste deel van de schede is vrij dun. Deze wand is de afscheiding tussen de schede en de buikholte. Bij een dekking of inseminatie kunnen aan deze wand beschadigingen ontstaan. In het laatste gedeelte van de schede, de *voorhof*, ongeveer 10 cm lang, komt de urineweg uit. Net voor de uitmonding van de urineweg zit tussen de voorhof en de rest van de schede een kleine vernauwing. Op deze plaats zit bij nog niet eerder gedekte of geïnsemineerde merries (zogenaamde *maiden merries*) het maagdenvlies (hymen). Dit maagdenvlies sluit bij sommige merries de baarmoeder volledig af van de buitenwereld, maar bij andere merries kun je het vliesje nauwelijks vinden. Soms is het maagdenvlies zo dik, dat de dierenarts het moet doorbreken voordat de merrie kan worden gedekt.

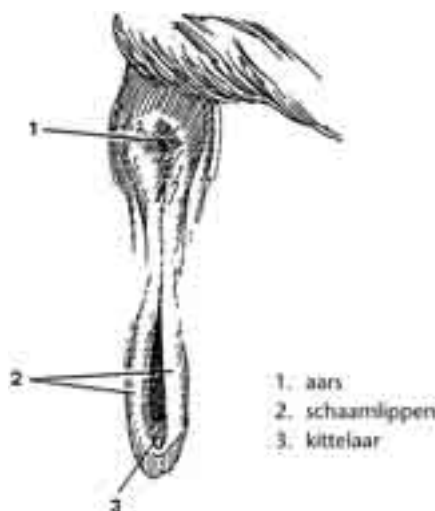
maiden merries

In de wand van de schede zitten slijmvormende kliertjes. Dit slijm dient als glijmiddel bij het dekken.

## De kling

De uitmonding van de schede naar buiten is de kling (vulva). Eigenlijk is het een opening met daaromheen twee verticale huidplooien. Deze huidplooien noemen we de schaamlippen. Normaal liggen deze over de hele lengte tegen elkaar aan, waardoor de toegang tot de schede is afgesloten.

**Fig. 4.10**  
De kling.



Bij sommige merries is de afsluiting niet zo goed meer. Dit kan komen door bijvoorbeeld beschadiging of ouderdom. Deze merries zuigen soms lucht door deze opening. Als zo'n merrie hengstig is, kun je dit goed waarnemen. Ook bij inspannende verrichtingen, zoals springen, is dit te merken. Op zich is dit verschijnsel niet zo erg, maar het brengt een risico van infectie met zich mee.

Meestal zijn de schaamlippen lichtrood van kleur, maar tijdens seksuele opwinding worden ze donkerrood. In de onderhoek van de kling bevindt zich de clitoris (kittelaar), een heel gevoelig zwellichaampje dat een belangrijke rol speelt bij de opwinding van de merrie tijdens de paring. Tijdens het 'blitzen' van een hengstige merrie is de clitoris zichtbaar. De schaamlippen gaan dan open en dicht en de opgezwollen clitoris wordt naar buiten geperst.

### De oestrus

De eicel doet er een dag of zes over om de baarmoeder te bereiken. De eicel kan alleen worden bevrucht in de twaalf uur na de ovulatie. Wanneer gedurende die tijd in de eileider een ontmoeting met een zaadcel plaatsvindt, kan er bevruchting optreden. Gebeurt dat niet, dan sterft de eicel af. De rest van het eiblaasje maakt hormonen die de baarmoeder voorbereiden op de opname van een bevruchte eicel. Vindt er geen bevruchting plaats, dan treedt er na 21 tot 25 dagen weer een ovulatie op. Voor de ovulatie vertoont de merrie gedurende gemiddeld zes dagen bronstverschijnselen (*hengstigheid*). De hele periode van de ontwikkeling van het ei tot en met de ovulatie heet de vruchtbare periode of *brons*. Dit wordt ook wel de oestrus (spreek uit: eustrus) genoemd.

*hengstigheid*  
*brons*

Als er een bevruchting heeft plaatsgevonden, nestelt de bevruchte eicel zich na ongeveer 16 dagen in het slijmvlies van de baarmoederwand en groeit daar uit tot embryo. Het overblijfsel van het eiblaasje blijft in dat geval hormonen produceren die de zwangerschap in stand houden.

De geboorte vindt plaats na een dracht van ongeveer 340 dagen. In de baarmoederwand bevinden zich spiervezels, die zich tijdens de dracht vermeerderen. Deze zullen in het laatste stadium van de dracht een belangrijke rol spelen bij het uitdrijven van de vrucht tijdens de weeën.

---

**Vragen 4.3**

- a In welke organen vindt bij de merrie de reductiedeling plaats?
- b Wat ontstaat er bij de reductiedeling?
- c Wat is precies een follikel?
- d Van waar tot waar loopt de eileider?
- e Wat is de functie van de eileider?
- f Wat verstaan we onder een maiden merrie?
- g Wat gebeurt er tijdens de eisprong?
- h Waar bevindt zich de clitoris en wat is de functie ervan?
- i Wanneer en waarom is de baarmoederhals open?
- j Hoe ziet de baarmoeder eruit?
- k Waarom heeft de baarmoeder ophangbanden?
- l Waar moet de eicel worden bevrucht?
- m Tot waar brengt de hengst bij een natuurlijke dekking het sperma?
- n Tot waar wordt het sperma ingebracht bij KI en wat is daarvan het voordeel?
- o Begint de bevruchte eicel zich al te delen in de eileider of gebeurt dit pas in de baarmoeder?
- p Waar zal het embryo zich nestelen?
- q Wat is een placenta?
- r Hoe komen voedingsstoffen en zuurstof van de merrie in het bloed van de vrucht?
- s Waaraan zijn de ophangbanden van de baarmoeder bevestigd?

## 4.4 De vruchtbaarheidscyclus en hengstigheid

Een merrie is op een leeftijd van ongeveer 18 maanden al geslachtsrijp, maar meestal wordt ze niet gedekt voor het derde levensjaar. Drachtigheid op te jonge leeftijd belemmert namelijk de groei en ontwikkeling van de merrie.

**Fig. 4.11**

*Vruchtbaarheid van de merrie.*

---

### Cyclus

---

|                                    |                                              |
|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Geslachtsrijp op een leeftijd van: | 18 maanden                                   |
| Type cyclus:                       | seizoengebonden (april-september)            |
| Aantal cycli per jaar:             | ongeveer 15                                  |
| Cycluslengte:                      | 21 dagen ( 19-26 )                           |
| Duur hengstigheid:                 | 6 dagen ( 2-10 )                             |
| Eerste hengstigheid na werpen:     | 9 dagen ( 4-14 )                             |
| Tijdstip vrijkomen eicel:          | 1-2 dagen voor het einde van de hengstigheid |
| Beste tijdstip van dekken:         | Stadium 4 bij het schouwen                   |

---

---

*season breeder*

De meeste merries vertonen alleen in bepaalde seizoenen van het jaar verschijnselen van hengstigheid (brunst). Het paard wordt met een Engelse term ook wel een *season breeder* genoemd. In Nederland (en de rest van het noordelijk halfrond) is dit vooral in de maanden mei tot augustus. Toch zijn er ook merries die het hele jaar door hengstig worden.

Als je weet dat de dracht bij een paard ongeveer elf maanden duurt, is het ook wel logisch dat een merrie in het voorjaar hengstig wordt, want als ze dan bevrucht wordt, komt het veulen ook weer in het voorjaar ter wereld. Uit overlevingsstandpunt gezien is dat de beste periode. Er is dan volop voedsel en de temperatuur neemt toe.

Door het langer worden van de dagen en het stijgen van de temperatuur, maar ook door veranderingen in de samenstelling en de kwaliteit van het voer komt er een hormonaal proces op gang. Onder invloed van deze hormonen worden de eierstokken gestimuleerd tot de vorming van de follikels en gaat de merrie

*cyclus*

hengstighedsverschijnselen vertonen. Tegen het einde van de hengstigheid vindt de ovulatie plaats. Bij de merrie gaat de productie van follikels gepaard met bijbehorend hengstighedsgedrag en veranderingen van de geslachtsorganen. Dit gebeurt telkens in een periode van 20 tot 23 dagen: de *cyclus*. Een *cyclus* is een kringloop van steeds weer terugkerende processen in een bepaalde volgorde. De *cyclus* loopt van eisprong naar eisprong. De eisprong is dus het einde van de ene *cyclus* en het begin van de volgende *cyclus*.

De merrie produceert in het natuurlijke voortplantingsseizoen het meest regelmatig rijpe follikels. De vruchtbaarheidscycli zijn dan vrij regelmatig. In de overgangstijd tussen zomer en winter en tussen winter en voorjaar komen vaak nog onregelmatige cycli voor. Er treden dan gedurende een paar dagen hengstighedsverschijnselen op, afgewisseld met een paar dagen zonder verschijnselen. De verschijnselen zijn dan ook minder duidelijk. Er zijn merries die in die periode wel twintig dagen achter elkaar hengstig zijn. In de winter, dus buiten het dekseizoen, hebben de meeste merries helemaal geen *cyclus*.

Je kunt de *cyclus* bij de merrie onderverdelen in twee stadia:

- De periode van hengstigheid. Deze duurt gemiddeld vijf tot zes dagen. De eisprong vindt meestal plaats 24 tot 48 uur voor het einde van de hengstigheid (oestrus).
- De periode tussen twee hengstighedsperiodes in. Deze duurt ongeveer 15 tot 16 dagen (dioestrus).

## Hormonen

*hormonen*

De voortplantingscyclus van de merrie wordt geregeld door geslachtshormonen, die in verschillende klieren worden aangemaakt. *Hormonen* zijn stoffen die gevormd worden in klieren in het lichaam. Ze komen in de bloedbaan terecht en kunnen dan op allerlei plekken in het lichaam hun invloed uitoefenen. Tijdens het dekseizoen spelen allerlei hormonen een rol. Door bloedonderzoek kan bepaald worden in welke hoeveelheden de verschillende hormonen op bepaalde momenten gedurende de *cyclus* in het lichaam aanwezig zijn. Dit worden *hormoonspiegels* genoemd.

*hormoonspiegels*

Gedurende de *cyclus* is er een verfijnd samenspel van hormonen aan de gang dat precies regelt wat er op een bepaald moment in de *cyclus* gebeurt.

---

## FSH en oestrogeen

*hypofyse*  
*FSH*  
*oestrogeen*

Zodra de dagen langer worden en het weer beter, gaat een deel van de hersenen, de hypothalamus, een groep hormonen afscheiden die op hun beurt weer inwerken op het hersenaanhangsel (de *hypofyse*) van de geslachtsrijpe merrie. Deze krijgt daardoor signalen om het follikel stimulerend hormoon (*FSH*) te vormen. Door dit hormoon wordt de eierstok geprikkeld om een of (in ongeveer 15% van de gevallen) twee oer-eicellen te laten uitgroeien tot een follikel. Een met vocht gevuld blaasje, waarin een eikel zit. Dit blaasje produceert dan vervolgens het bronsthormoon oestradiol of *oestrogeen*. Dit hormoon zorgt voor de hengstigheidsverschijnselen en zorgt er ook voor dat de baarmoeder klaargemaakt wordt voor een eventuele drachtigheid. Daarvoor wordt het slijmvlies waarmee de baarmoeder van binnen bekleed is dikker. De baarmoedermond zwelt op en wordt zachter en de schede en de kling verslappen. De baarmoeder en de geboorteweg worden vochtiger.

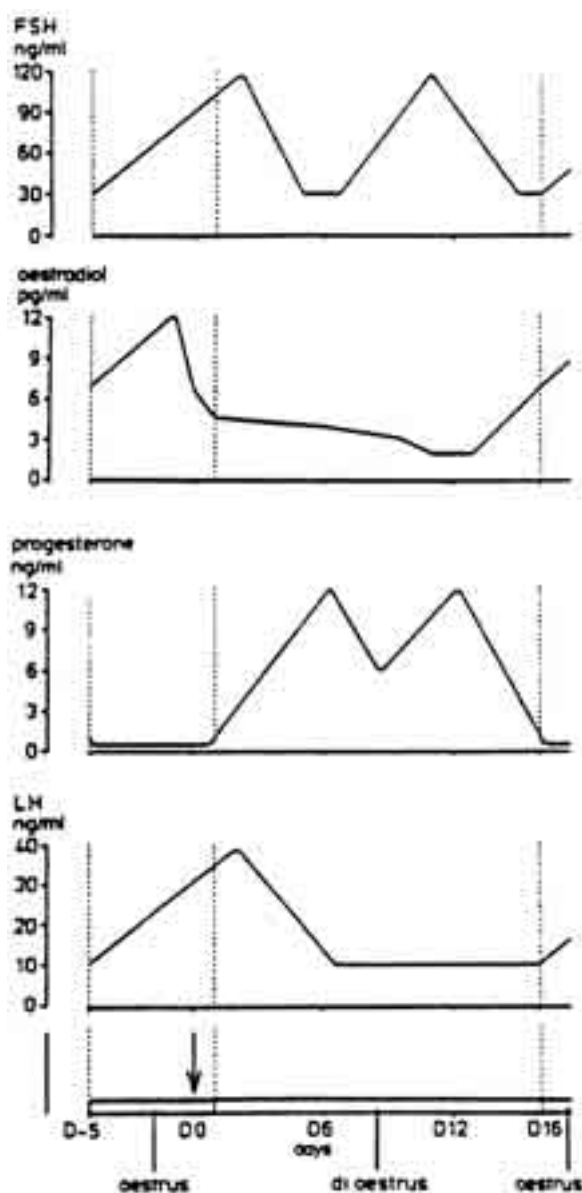
## De ovulatie

*ovulatie*

De rijpe follikel is nu zo sterk uitgegroeid, dat hij buiten de eierstok uitpuilt. Op een gegeven moment springt de follikel open en de eikel wordt als het ware in de trompet van de eileider gespoten. Dit vrijkomen van de eikel heet de *ovulatie*. Al het oestrogeen dat nog in de follikel zat, komt nu ineens in het bloed terecht. De merrie komt nu op het toppunt van de hengstigheid. Alleen in deze periode laat ze een hengst bij zich in de buurt toe. Na de eisprong daalt de oestrogeenconcentratie in het bloed. Dit kun je aan de buitenkant merken, want de hengstigheid wordt minder. 24 tot 48 uur na de eisprong is de hengstigheid voorbij. Het oestrogeen remt de vorming van FSH, waardoor er nu geen nieuwe eiblaas tot rijping komt.

**Fig. 4.12**

Hormoonspiegels tijdens de cyclus.



Schematische weergave van FSH, progesteron, oestradiol- en LH-concentratie in het bloed van de merrie gedurende de oestrische cyclus. D0 is de dag van ovulatie.

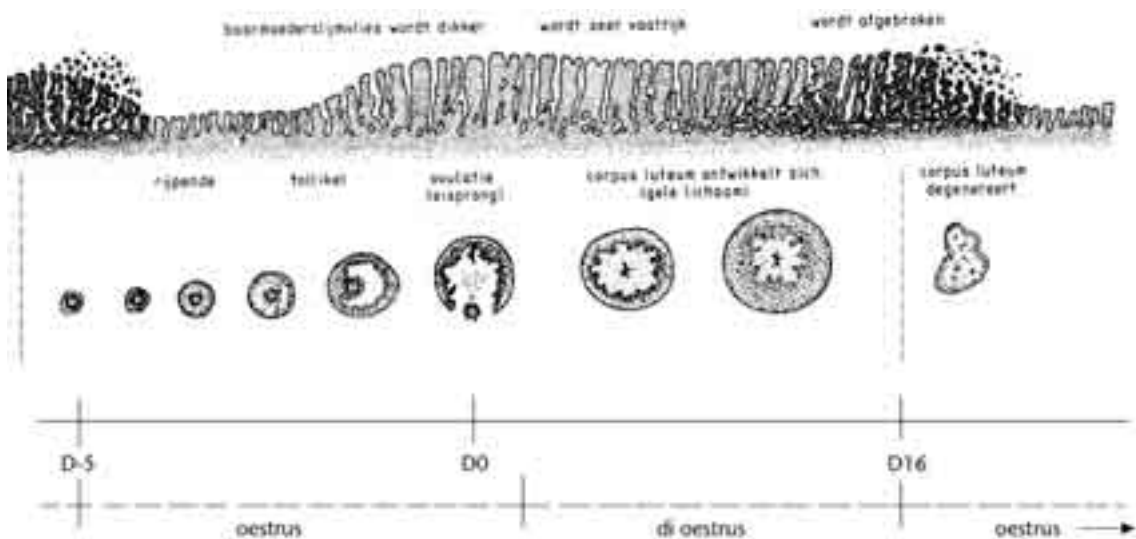
## LH en progesteron

*LH* De hypofyse heeft ondertussen, onder invloed van het oestrogeen, ook nog een ander hormoon aangemaakt, het luteïniserend hormoon (*LH*). Dit hormoon helpt mee bij het rijpen van de eiblaas en bij de eisprong.

*gele lichaam* *LH* zorgt er verder voor dat de rest van de follikel, dat nu eigenlijk niet meer is dan een leeg zakje in de eierstok, zich gaat ontwikkelen tot het zogenaamde *gele lichaam* (corpus luteum). Dit gele lichaam maakt vervolgens weer een ander hormoon:

*progesteron* *progesteron* (ook wel het zwangerschapshormoon genoemd). Door dit hormoon wordt het baarmoederslijmvlies nog dikker, zodat het klaar is om een bevrucht eitje te ontvangen. Ook de melkklieren in de uier gaan zich ontwikkelen. De schede en de baarmoedermond worden droger en steviger. Zolang er progesteron gemaakt wordt, maakt de hypofyse minder FSH. Bij andere diersoorten stopt de productie van FSH helemaal. Daardoor kan er geen nieuwe follikel tot ontwikkeling komen, en wordt het vrouwelijke dier ook niet brontig meer. Bij de merrie stopt de productie van FSH niet helemaal, waardoor er toch nieuwe eiblaasjes zouden kunnen uitgroeien en er zelfs een eisprong mogelijk is. Het is bij de merrie dus mogelijk dat er tijdens de dracht toch rijpende follikels op de eierstok kunnen zitten met de bijbehorende hengstigheidsverschijnselen.

**Fig. 4.13** Ontwikkeling van het baarmoederslijmvlies gedurende de cyclus.



## Situatie na bevruchting

Als de eicel onderweg in de eileider bevrucht wordt door een zaadcel, blijft het gele lichaam tot een aantal maanden in de eierstok aanwezig om progesteron te maken, omdat dit de dracht in stand houdt. Het bevruchte eitje wordt langzaam maar zeker naar de baarmoeder geduwd door de trilharen in de eileider. Ondertussen is het al bezig zich te delen tot een klein, meercellig klompje van ongeveer 0,1 mm doorsnede. Uiteindelijk nestelt het zich in de dikke slijmvlieslaag van een van de baarmoederhoorns. Uit dit klompje cellen ontwikkelen zich dan het embryo en de vruchtvliezen. Er ontstaat ook een zeer innig contact tussen de vliezen met de

*placenta* slijmvlieslaag van de baarmoeder: de *placenta* of moederkoek. Hierin lopen bloedvaten van moeder en veulen heel dicht naast elkaar, waardoor zuurstof en voedsel door het moederbloed kunnen worden afgegeven aan het veulen en ook afvalstoffen van het veulen kunnen worden afgevoerd.

Vanaf ongeveer de 40ste dag tot de 120ste dag na de bevruchting vormen klierjes in het baarmoederslijmvlies, de zogenaamde 'endometrium cups', het hormoon EG (Equine Gonadotrofine). Dit hormoon zorgt voor het ontstaan van nieuwe, secundaire, gele lichaampjes op de eierstokken, die de productie van progesteron overnemen van het eerste gele lichaam. Dit gebeurt tot de 150ste dag van de dracht. Daarna neemt de baarmoederwand de productie van progesteron over van deze secundaire gele lichaampjes. Tegen het einde van de dracht daalt de concentratie van oestrogenen heel sterk evenals de concentratie van progesteron.

**Fig. 4.14**

Overzicht van de hormonen bij de merrie.

| Hormoon  | Volledige naam                  | Producerende klier               | Werkt in op                 |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| GnRH     | Gonadotrofine Releasing Hormoon | Hypothalamus                     | Hypofyse                    |
| FSH      | Follikel Stimulerend Hormoon    | Hypofyse                         | Eierstok                    |
| LH       | Luteïniserend Hormoon           | Hypofyse                         | Eierstok                    |
| E2       | Oestrogeen (oestradiol)         | Eilaasje                         | Hersenen / geslachtsorganen |
| P4       | Progesteron                     | Geel lichaampje                  | Hersenen / geslachtsorganen |
| PGF2 - α | Prostaglandine                  | Baarmoeder                       | Geel lichaampje             |
| EG       | Equine gonadotrofine            | Klierjes op baarmoederslijmvlies | Eierstok                    |

Als het veulen geboren is en ook de placenta is niet meer aanwezig in het lichaam, komt er dus geen progesteron meer vrij. Daardoor gaat de hypofyse weer meer FSH vormen en komt er een nieuwe follikel tot ontwikkeling. De merrie kan nu weer hengstig worden. Deze *veulenhengstigheid* kan al vrij snel na de geboorte van het veulen optreden. 5 tot 9 dagen na de geboorte kan er al weer een ovulatie plaatsvinden.

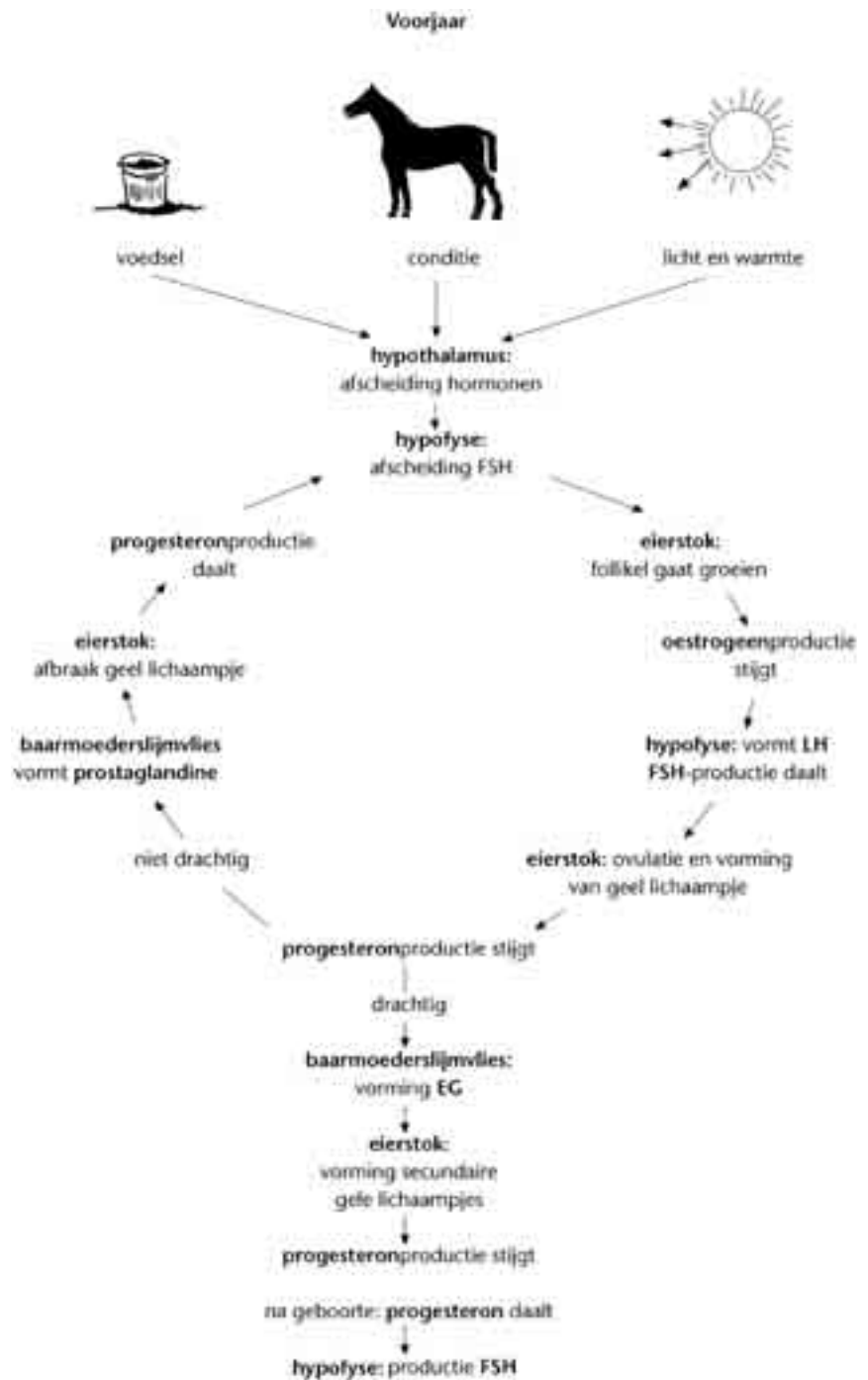
### Geen bevruchting

De andere mogelijkheid is dat de eicel niet bevrucht wordt. In dat geval verschrompelt het gele lichaam 14 tot 16 dagen na de eisprong. Dat komt doordat de baarmoeder dan het hormoon *prostaglandine* gaat produceren. Van het gele lichaam blijft niet veel meer over dan een klein litteken op de eierstok. Nu stopt dus ook de progesteronproductie door het gele lichaam. De slijmvliesen in de baarmoeder worden daardoor weer dunner en de hypofyse kan weer FSH gaan maken. Hierdoor kan zich weer een nieuwe follikel gaan ontwikkelen. De cyclus is nu rond. Bij een paard duurt deze hele cyclus 20 tot 22 dagen.

Hoe het ingewikkelde samenspel van de hormonen verloopt, zie je ook in figuur 4.15.

**Fig. 4.15**

Het samenspel van de hormonen bij de vruchtbaarheidscyclus van de merrie.



## Hengstigheid

Midden in de winter vertoont een merrie geen hengstigheidsgedrag. Als de dierenarts de eierstokken dan zou controleren, voelen ze klein en hard aan. Deze periode wordt aangeduid als de *anoestrus*. De drie factoren die de voortplantingsactiviteiten in het lichaam van de merrie in gang zetten, voedsel, temperatuur en licht, zijn op hun gunstigst in mei en juni. In deze periode is de merrie dan ook het vruchtbaarst. De

---

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>in oestrus</i> | merrie geeft dan aan dat ze <i>in oestrus</i> is door allerlei gedragingen te vertonen die anders zijn dan normaal. Zij voelt zich nu aangetrokken tot hengsten (en zelfs ruinen!) en laat dat merken ook. Zij tilt haar staart op en knippert met de kling. Hierbij toont ze ook de clitoris. Dit wordt ook wel <i>blitzen</i> genoemd. Ze loost ook geregeld kleine beetjes slijmerige urine. Op het toppunt van de hengstigheidsperiode is deze urine troebel en heeft de kleur van sinaasappelsap. Ook verandert in deze tijd het karakter van de merrie. Van een rustige merrie kan ze veranderen in een krijsend loeder, maar ook het omgekeerde kan voorkomen. |
| <i>blitzen</i>    | Als de hengstigheid voorbij is, zal de merrie de hengst niet meer bij zich in de buurt laten, maar hem <i>afslaan</i> : elke toenadering wordt dan beantwoord met trappen, bijten en gillen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>afslaan</i>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Vroege hengstigheid

Sommige fokkers willen graag heel vroeg in het voorjaar al een veulen hebben. Bij volbloeds bijvoorbeeld is januari de officiële geboortemaand. Een vroeg geboren veulen is relatief groter en sterker dan leeftijdgenoten en dat is een voordeel bij keuringen en wedstrijden. Maar de merrie is zo vroeg in het voorjaar meestal nog niet hengstig. Je kunt proberen de merrie eerder hengstig te krijgen door de dagen met kunstlicht te verlengen en tegelijkertijd wat meer voer en warmte toe te dienen. Het paardenlichaam denkt dan dat het al lente is. De verlenging van de dag met kunstlicht moet aan het einde van de dag gebeuren, niet 's morgens. De daglichtverlenging moet ook geleidelijk plaatsvinden, met dertig minuten per week tot een maximum van 15 uur licht per dag. De lichtbron moet ook voldoende sterk zijn, een gloeilamp van 60 watt is echt niet genoeg. Je moet denken aan 200 watt in een ruimte van 4 bij 4 meter. Soms komen daardoor de eierstokken eerder op gang. Als je voldoende effect wilt krijgen, moet de lichtbehandeling minstens vier tot zes weken achter elkaar plaatsvinden en liever niet voor 15 december starten. Je moet wel bedenken dat ook een paard acht tot negen uur nachtrust nodig heeft. Dus dag en nacht het licht aanlaten, is niet goed. Daar heeft de vruchtbaarheid juist onder te lijden. Een hormoonkuur aan het eind van de lichtbehandeling verhoogt de kans op succes.

Bij heel veel merries komt in het voorjaar de hengstigheid wat moeizaam op gang. De cycli zijn dan nog wat onregelmatig en soms vertoont de merrie helemaal geen hengstigheidsverschijnselen. Een dierenarts kan een merrie dan injecteren met de hormonen die normaliter de hypofyse op gang brengen of de hormonen die de eierstokken stimuleren (FSH en LH), maar ook dat geeft niet altijd het gewenste resultaat. Bedenk dat de natuur zijn loop moet hebben en zich niet altijd precies laat afstemmen op onze wensen.

Het ingrijpen in de cyclus van de merrie kan ook tijdens het seizoen gebeuren. De dierenarts zal dan prostaglandine toedienen om daarmee het gele lichaam 'weg te spuiten'. Er komt dan weer een nieuwe follikel tot ontwikkeling. Dit wordt aangeduid met de term *hengstig spuiten*.

*hengstig spuiten*

Van de gedekte merries werpt ongeveer 60% een veulen. Daarom wordt vaak beweerd dat het paard als landbouwhuisdier minder vruchtbaar is dan bijvoorbeeld het rund. Echter, in de vrije natuur werpt meer dan 85% van de merries een veulen. Het ligt dus voor de hand om de slechte drachtigheidsresultaten eerder te zoeken in de manier waarop wij het dier behandelen dan in het dier zelf. De situatie is alleen te verbeteren door een goede samenwerking tussen merriehouder, hengstenhouder en

---

dierenarts. Factoren die een rol kunnen spelen bij lage drachtigheidspercentages zouden, naast erfelijke onvruchtbaarheid en veterinaire problemen, bijvoorbeeld kunnen zijn:

- Het dekseizoen van het stamboek valt niet samen met het lichamelijke dekseizoen. Bij veel stamboeken begint het dekseizoen al in februari, terwijl dan nog maar weinig merries ovuleren. Het dekseizoen van het stamboek eindigt al in juli, wanneer de oestrus nog volop aan de gang is.
- Te vroeg laten dekken van merries kan problemen opleveren.
- Onregelmatige en slechte waarneming van hengstigheid.
- Vertraagd op gang komen van de oestrus door een koud voorjaar.
- Onvoldoende (dag)licht in de stal.
- Te kleine of verkeerd samengestelde rantsoenen.

De negatieve invloeden van veel van bovenstaande factoren kunnen door goede planning en goede samenwerking tussen alle betrokken partijen tot een minimum beperkt worden.

#### Vragen 4.4

- Wat wordt er bedoeld met een merrie in oestrus?
- Hoe lang doet een eicel erover om de baarmoeder te bereiken?
- Hoe lang kan een eicel bevrucht worden?
- Welk hormoon speelt een rol bij het tot ontwikkeling komen van een follikel?
- Waar wordt dit hormoon gemaakt?
- Wat produceert de eierstok nog meer behalve eicellen?
- Hoe lang duurt de vruchtbare periode van een merrie in een bronstcyclus?
- Als het bloed van een merrie progesteron bevat, hoe reageert het lichaam daar dan op?
- De anticonceptiepil bevat de hormonen oestradiol en progesteron. Verklaar de werking van deze pil.
- Blijft het gele lichaam gedurende de hele drachtigheid actief?
- Wat gebeurt er tijdens de menstruatie bij de vrouw?
- Heeft de merrie ook een menstruatie? Licht je antwoord toe.

## 4.5 Moderne voortplantingstechnieken

In het eerste deel van dit hoofdstuk heb je alles kunnen lezen over de vruchtbaarheidscyclus en de geslachtsorganen. Daarbij zijn al eens de woorden 'dekking' en 'inseminatie' gevallen. In de natuur zorgt de hengst ervoor, dat zijn sperma in de merrie komt. Zijn voortplantingsorgaan is daarvoor perfect geschikt. Tot zo'n 15 jaar geleden werden de meeste merries ook nog op natuurlijke wijze gedekt. Maar dit brengt een aantal beperkingen met zich mee. Als een merrie maar heel kort vruchtbaar is, moet de hengst er dus op precies het juiste moment bij zijn. Dat levert problemen op als die hengst heel ergens anders verblijft. In de praktijk betekende dat, dat er veel met de hengsten gereisd werd om allerlei merriehouders te bezoeken. Of de merriehouders brachten hun merrie naar de hengstenhouder. Behalve het probleem van het reizen was er ook nog het probleem van de grotere afstand: dekken door een buitenlandse hengst was bijna onmogelijk. Bij de rundveehouderij en de varkenshouderij gebruikte men daarom al langer het systeem van kunstmatige inseminatie (KI). Daarmee was een groot deel van de genoemde problemen opgelost.

---

CEM

Bij de paardenhouderij is de grote doorbraak van de kunstmatige inseminatie gekomen, toen ontdekt werd dat bepaalde infectieziekten met het dekken konden worden overgebracht. Met name CEM (Contagious Endo Metritis, een besmettelijke baarmoederinfectie) moet in dit verband genoemd worden. Op het ogenblik worden daarom de meeste merries via KI bevrucht.

De laatste tijd wordt er ook steeds meer gepraat over embryotransplantatie bij paarden. Ook deze techniek is al wat langer in gebruik in de rundveehouderij.

### **Kunstmatige inseminatie**

Deze techniek heeft zich in de paardenhouderij stormachtig ontwikkeld, vooral omdat dit allerlei dekinfecties voorkomt. Een ander duidelijk voordeel van KI is dat een hengst veel effectiever gebruikt kan worden. Hij hoeft bijvoorbeeld nog maar 1 keer op een dag te springen en levert dan genoeg sperma om die dag meer merries te bedienen. Het sperma kan eventueel worden ingevroren om later weer ontdooid te worden (als de spermakwaliteit het toelaat). Daardoor kan er een voorraadjie worden aangelegd van zo'n hengst in de periode dat het minder druk is met dekken. Bij voorkeur wordt sperma 's winters ingevroren, omdat het sperma 's zomers niet zo geschikt is om in te vriezen. Dankzij invriezen kan de hengst in het seizoen als fokhengst dienen en toch in de sport lopen zonder dat het ritme van training en concoursen wordt onderbroken.

Het grote voordeel van KI voor de merriehouder is, dat hij een grotere keuze heeft uit het hengstenaanbod en dat hij niet bang hoeft te zijn dat zijn merrie wordt besmet tijdens het dekken. Bovendien is de kwaliteit van het sperma gegarandeerd goed, want dit wordt van tevoren onderzocht. Door KI wordt het ook mogelijk om hengsten uit het buitenland te gebruiken, want ingevroren sperma kan over de hele wereld worden verzonden. Aan dit laatste kleven natuurlijk wel weer enkele risico's. De kans op verspreiding van besmettelijke infecties via het sperma wordt hiermee een stuk groter. Een voorbeeld daarvan is de verspreiding van EAV (Equine Arteritis Virus) over allerlei landsgrenzen heen.

### **Het winnen en verwerken van sperma**

SWS

Op een SWS (Sperma Win Station) wordt er, als het nodig is, iedere dag sperma gewonnen van de aanwezige hengsten. Deze hengsten hebben in het dekseizoen meestal een vast ritueel. Voor 10.00 uur 's morgens moeten de telefoontjes van de klanten binnen zijn. Dan is bekend hoeveel porties sperma van iedere hengst die dag moeten worden klaargemaakt voor gebruik.

### **Spermawinning**

*fantoom*

*bokmerrie*

De hengsten springen op een *fantoom*, een houten bok die dienst doet als 'nepmerrie'. Soms springen de hengsten op een echte merrie, die kunstmatig hengstig gehouden wordt, een zogenaamde *bokmerrie*. De methode met het fantoom is het meest aan te bevelen. Het zaadvangen kan hygiënischer en veiliger gebeuren en een persoon kan het doen. Bij een bokmerrie is er ook iemand nodig die de bokmerrie onder controle houdt. Bovendien is een hengst op een fantoom minder snel uitgekeken, terwijl een fantoom ook goedkoper is. Een hengst moet wel leren om op een fantoom te springen. Een goed fantoom is verstelbaar in hoogte en hellingshoek, zodat het

aan iedere hengst kan worden aangepast. Het fantoom moet stevig verankerd staan aan de bodem.

**Fig. 4.16**

*Hengst dekt een fantoom.*

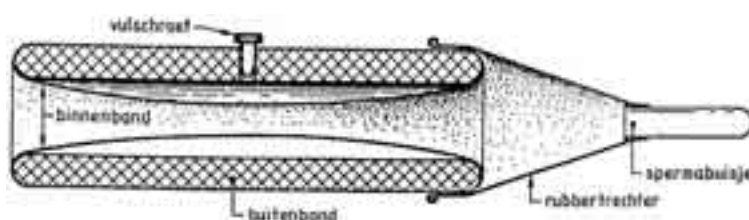
foto: Anne Osinga



Het sperma wordt opgevangen in een kunstschede. Dit is een dubbelwandige koker die op temperatuur gehouden wordt met warm water (42 tot 45 °C) tussen de dubbele wand. Aan het einde zit een opvangbeker waarin het sperma terechtkomt. De opvangbeker wordt beschermd tegen plotselinge temperatuurverschillen en de nadelige invloed van fel licht op het zaad met een beschermhoes. Deze dient tevens als bescherming tegen de voorhoeven van de hengst bij het afstijgen. De inhoud van de opvangbeker wordt gefilterd om verontreinigingen en slijm te scheiden van het zaad.

**Fig. 4.17**

*Kunstschede.*



## Spermakwaliteit

Als het sperma is opgevangen, wordt het gecontroleerd. Daarbij wordt het sperma constant op 37 °C gehouden, omdat het zeer gevoelig is voor temperatuurschommelingen. Alle voorwerpen waarmee het zaad in contact komt, moeten dus deze temperatuur hebben. Ook licht is nadelig voor de kwaliteit van het zaad. Er wordt bepaald hoeveel ml slijmvrij sperma er is. Het spermavolume wordt bepaald in een maatcilinder. Afhankelijk van factoren als leeftijd, seizoen, voeding en dekfrequentie, kan het spermavolume variëren van 20 tot 300 ml. Verder kijkt men naar:

- De kleur. Deze moet grauw-wit zijn. Er mag bijvoorbeeld geen bloed, pus of vuil in het sperma zitten. Hoe witter het sperma is, des te meer zaadcellen erin zitten. Er mogen geen klontjes inzitten.
- De geur. Er mag geen urine in het sperma zitten. Normaal heeft zaad een zoete, weeïge geur. Stinkend zaad wijst op ontstekingen.
- De beweeglijkheid (motiliteit) van de zaadcellen. Hiervoor bekijkt men het sperma onder een verwarmde (37 °C) microscoop bij een vergroting van 100 tot 200 maal. Vooral de manier waarop de zaadcellen bewegen, is hierbij belangrijk. Dit wordt uitgedrukt in een percentage van het totale aantal zaadcellen. Gemiddeld is dit 70 tot 75%. Ook de manier van bewegen is belangrijk. Zaadcellen moeten zoveel mogelijk snel en rechtlijnig bewegen. Als zaadcellen in kleine cirkels bewegen zijn ze afwijkend, evenals traag bewegende zaadcellen. Zaadcellen die niet bewegen, hebben geen bevruchtende waarde.
- De concentratie. Deze wordt uitgedrukt in miljoenen zaadcellen per ml. Onder de microscoop wordt het aantal zaadcellen in een monstertje geteld in een speciaal apparaat, de telkamer van Bürker Türk, of via een spectrofotometer. Vervolgens wordt dit omgerekend per ml. Gemiddeld is de concentratie 100 miljoen zaadcellen per ml.
- De vorm van de zaadcellen. De kop van de zaadcel, waarin het erfelijk materiaal zit, moet normaal van vorm zijn. Ook het middenstuk en de staart moeten normaal gevormd zijn en voldoende bewegen. De norm is dat er meer dan 50% normaal gevormde, levende zaadcellen aanwezig zijn.
- De aanwezigheid van bacteriën.
- Als het sperma bedoeld is voor verzenden, wordt ook de houdbaarheid bepaald. Dit gebeurt in verdund sperma dat in de koeling is bewaard. Op 24 uur en 48 uur wordt dan opnieuw de beweeglijkheid bepaald.

**Fig. 4.18**

Controle van het sperma.  
foto: Anne Osinga



**TNB** Voor het insemineren van een merrie met vers sperma op het SWS is 300 *TNB* nodig. *TNB* staat voor: totaal normaal bewegende zaadcellen. Het getal geeft het aantal

---

miljoenen zaadcellen per dosis aan. Als het sperma verzonden moet worden en pas later geïnsemineerd wordt bij de merrie, moet er 600 TNB in de dosis zitten. Dit grotere aantal is nodig, omdat er kwaliteitsverlies optreedt tijdens het transport. Het zwemmen van de zaadcellen kost energie, gemiddeld hebben ze daarom maar een bevruchtend vermogen van 48 uur. Na deze periode zijn er bijna geen actieve zaadcellen meer aanwezig.

Het TNB-getal wordt berekend als:

volume (ml) × motiliteit (%) × concentratie (miljoenen per ml) × normaal bewegende vorm (%)

Bij een volume van 30 ml sperma met 200 miljoen cellen per ml, met een beweeglijkheid van 75% van de cellen, die voor 70% normaal gevormd zijn, wordt het TNB-getal dus:

$$30 \times 75 \times 200 \times 70 = 3150$$

In dit geval zijn er dus met deze sprong 10 merries te insemineren, uitgaande van 300 TNB per merrie.

Voor een KI-hengst gelden de volgende normen:

- minimaal 2000 TNB per dag,
- CEM-vrij en EAV-vrij,
- goede houdbaarheid,
- 600 TNB bij verzenden,
- 300 TNB bij aankomst.

## **Verwerking van sperma**

De verwerking van het sperma is afhankelijk van het gebruiksdoel. Als het sperma bedoeld is voor direct gebruik, dus uit de hengst en in de merrie, hoeft het sperma alleen in porties verdeeld te worden na een kwaliteitsbeoordeling.

Als het sperma niet direct vers gebruikt gaat worden, moet het geconserveerd worden.

Als het onverdund bewaard wordt, is de kans groot dat het sperma gaat samenklonteren. Bovendien is de houdbaarheid in de spermaploeistof niet erg groot. De beweeglijkheid vermindert daardoor en de cellen zullen snel afsterven.

Bij onverdunde bewaring zullen de zaadcellen binnen enkele uren sterven. Daarom wordt het sperma verder verwerkt, verdund en afgekoeld tot vers, geconserveerd zaad. Dit gebeurt in een aantal stappen.

### ***Vervangen van de zaadvloeistof door verdunner***

Het sperma wordt gecentrifugeerd nadat het 1 : 1 is verdund. De zaadcellen worden daardoor uit de vloeistof geslingerd en zakken naar beneden in het centrifugebuisje.

De vloeistof die erboven staat, wordt dan afgezogen, waardoor een zeer geconcentreerd sperma overblijft. Nu wordt er berekend hoeveel porties eruit gemaakt kunnen worden en er wordt opnieuw verdunner toegevoegd. De zaadcellen kunnen nu zwemmen in de verdunner in plaats van in de zaadvloeistof. Het bewerkte zaad wordt nu in het berekende aantal buisjes gedaan. Deze buisjes moeten volledig vol zijn, zodat er zo weinig mogelijk lucht in de buisjes achterblijft. Op de buisjes moeten alle belangrijke gegevens worden vermeld.

---

Voor de verdunning kan men verschillende verdunners gebruiken, bijvoorbeeld eidooierverdunner of ondermelkverdunner. Deze verdunners moeten het sperma niet alleen verdunnen, maar de spermacellen ook in goede conditie houden. De voedingsstoffen die erin zitten (toegevoegde suikers) geven brandstof en bescherming aan de zaadcellen, waardoor de houdbaarheid verbeterd wordt. Ook bevatten ze vaak een antibioticum, om eventuele bacteriën te bestrijden.

### ***Afkoeling van het sperma***

*rollenbank*

Het bewerkte sperma wordt nu geleidelijk afgekoeld tot koelkasttemperatuur. En dan in de koelkast bewaard op een *rollenbank*. Dit is een apparaat dat het zaad voortdurend in beweging houdt door draaiende en zwenkende bewegingen. Hierdoor wordt klontering en uitzakking voorkomen. Het zaad wordt na 24 uur en na 48 uur gecontroleerd op beweeglijkheid. Per hengst is de houdbaarheid van het zaad erg verschillend. Ook de beste verdunner verschilt per hengst.

Door de afkoeling gaan de zaadcellen minder bewegen, waardoor hun energieverbruik daalt. Voor gekoeld sperma is de dosis gemiddeld 15 ml. Gekoelde porties worden opgeslagen in een goed afgesloten buisje met daarop duidelijk aangegeven de datum van winning, de naam van de hengst en de concentratie in TNB. Gekoeld sperma kan tot 48 uur na de winning een eikel bevruchten. Sperma dat voor 's morgens 10.00 uur gewonnen is, is dezelfde dag om 16.00 uur 's middags bij de merriehouder of het inseminatiestation.

Bewerken en vervolgens verzenden van zaad mag in Nederland alleen door een SWS gebeuren. Het verzenden gebeurt per expressediens of per koerier. Gedurende het dekseizoen rijdt een koeriersdienst elke dag langs de spermawin- en inseminatiestations om porties zaad te bezorgen en op te halen. Tijdens het vervoer wordt het zaad gekoeld. Koeriersdiensten bezorgen niet bij merriehouders thuis; dit moet per expresse-post gebeuren in een goed isolerende verpakking.

De meeste inseminatiestations worden gerund door hengstenhouders, maar ook een aantal dierenklinieken bieden deze diensten aan. Inseminatiestations moeten aan een aantal voorwaarden voldoen om erkend te worden.

### ***Inseminatie met diepvriessperma***

Als sperma moet worden ingevroren, wordt een tweede verdunner toegevoegd, die glycerol bevat. Dit beschermt de zaadcellen tegen bevriezing. Hierdoor wordt de houdbaarheid sterk verlengd. Het sperma wordt bewaard in een vat met vloeibaar stikstof bij een temperatuur van  $-196^{\circ}\text{C}$ . Op elk gewenst moment kan een portie worden ontdooid om te gebruiken voor inseminatie. Toch raakt het sperma wel beschadigd door invriezen en weer ontdooien. Daarom moet diepvriessperma worden toegediend tijdens of vlak na de eisprong. Niet alle hengsten leveren sperma met voldoende kwaliteit om na ontdooien nog voldoende TNB (minimaal 300) te hebben. Deze hengsten kunnen daarom beter niet ingezet worden voor deze manier van KI. Om het kwetsbare sperma van  $-196^{\circ}\text{C}$  naar  $37^{\circ}\text{C}$  te krijgen zonder al te veel beschadiging moet nauwkeurig worden gewerkt. Als de temperatuur te snel stijgt, is de kans groot dat de zaadcellen het niet overleven. Het gebruik van diepvriessperma is alleen toegestaan aan inseminatiestations die daarvoor speciaal zijn ingericht. De apparatuur is erg duur en daarom gebeurt het invriezen maar op een paar plaatsen in Nederland.

Het diepgevroren sperma wordt in minimale porties in heel kleine buisjes gedaan, de

---

*rietjes* zogenaamde *rietjes*. Hiervan zijn in Nederland twee soorten in gebruik: de makrotubes (met 4 ml sperma) en de midipailletten (met 0,5 ml sperma). In allebei de gevallen wordt het sperma duidelijk geïdentificeerd met verschillende kleuren. De rietjes zijn bedrukt met gegevens van de hengst, het laboratorium waar het zaad is ingevroren en de datum van verwerking. Ook moet er een voorschrift voor ontdoeien en verdunning bijzitten.

## **Mogelijkheden met KI**

Door gebruik te maken van KI zijn er verschillende mogelijkheden ontstaan om de merrie te insemineren.

### ***Bedrijfs-KI***

Insemineren op een gecertificeerd KI-station of bij een spermawinstation (SWS). De merrie wordt hier geïnsemineerd met vers sperma. Dit gebeurt onder veterinaire begeleiding. Het voordeel hiervan is dat er meer merries kunnen worden geïnsemineerd met een sprong van een hengst. Voor de merriehouder is het nadeel dat de merrie moet reizen. Omdat de merrie op het juiste moment moet worden geïnsemineerd, levert dit vaak problemen op.

De hengsten moeten na een gezondheidskeuring het hele dekseizoen op het station blijven of telkens opnieuw gekeurd worden.

Op een bedrijfs-KI-station gewonnen zaad mag in verse toestand alleen worden geïnsemineerd op het betreffende station. De bedrijfs-KI-stations en SW-stations moeten aan een aantal regels voldoen, waardoor een kwaliteitsgarantie kan worden gegeven aan de merriehouder. Deze regels worden bepaald door de Commissie Paarden-KI van het Productschap voor Vee, Vlees en Eieren (VVE). De controle op deze regels gebeurt door de Algemene Inspectie Dienst (AID). De hengstenhouders zelf zijn bezig met een certificeringsstelsel. De controle op de gecertificeerde bedrijven gebeurt door de Gezondheidsdienst voor Dieren.

### ***Huis-KI***

Een hengstenhouder komt met vers sperma naar de merriehouder en insemineert daar zelf.

### ***Verzend-KI***

De inseminatie vindt plaats op een KI-station of bij de merriehouder thuis met geconserveerd vers sperma van een SWS-hengst, dat per koerier of expresse-post wordt bezorgd. Ook hier is voldoende veterinaire begeleiding nodig om een zo goed mogelijk resultaat te bereiken.

Het voordeel hiervan is dat je vaak minder ver hoeft te reizen met je merrie. Om de houdbaarheid te vergroten is het sperma verdund en wordt door speciale koeriersdiensten vervoerd in een isolerende verpakking. Niet alle sperma is geschikt voor verzenden.

### ***Inseminatie met diepvriessperma***

Dit gebeurt alleen op een KI-station met voldoende veterinaire begeleiding. Het grote voordeel van diepvriessperma is, dat ook sperma van hengsten uit andere delen van de wereld gebruikt kan worden. Zelfs na de dood van een hengst is er nog sperma beschikbaar. Niet alle sperma is geschikt om in te vriezen, maar als het wel kan, is het diepvriessperma vrijwel onbeperkt houdbaar.

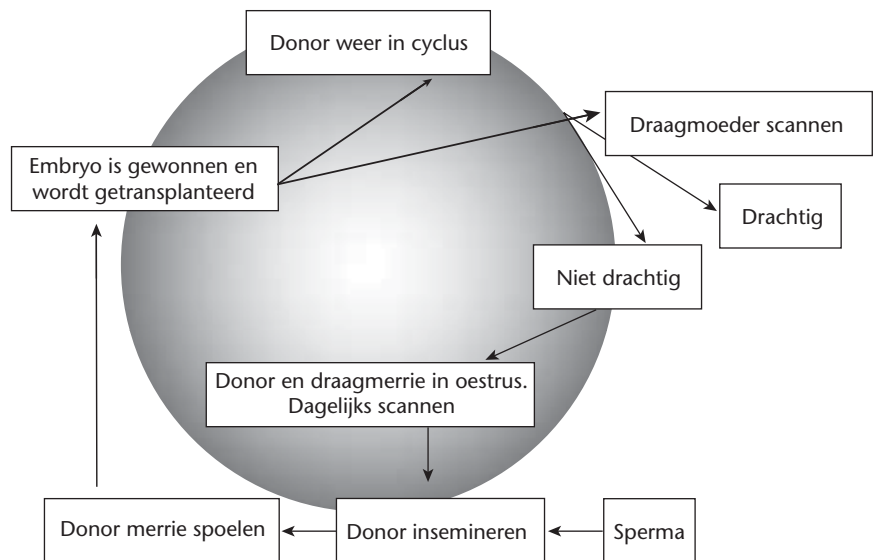
Niet iedereen mag zo maar insemineren. Hiervoor zijn speciale cursussen tot inseminator. Uiteraard mag een dierenarts ook insemineren.

## Embryotransplantatie (ET)

*embryotransplantatie*

In de Nederlandse paardenfokkerij komt *embryotransplantatie* steeds meer in de belangstelling te staan. In de rundveefokkerij werkt men daar al veel langer mee. Toch wordt ET bij paarden al jaren toegepast in Argentinië. Dat is niet verwonderlijk, want daar worden in de top van de polospport voornamelijk merries gebruikt, omdat hengsten meestal te sterk zijn om ze in de wedstrijd met een hand snel te laten wenden. Dat is nodig bij polo omdat je in de andere hand de mallet vast moet houden. Deze topmerries kunnen echter niet tegelijkertijd in de wedstrijden gebruikt worden en veulens krijgen. En juist van deze goede merries wil men natuurlijk veulens. Dan ligt het voor de hand om aan ET te denken. Embryo's van een goede merrie worden overgeplaatst naar een draagmoeder en deze draagmoedermerrie draagt het veulen uit. De goede merrie kan dan verder sportprestaties blijven leveren, terwijl er tegelijkertijd ook veulens van haar geboren worden. In Argentinië worden per seizoen honderden embryo's van topmerries overgeplaatst in draagmoeders. Daar is ongeveer 10% van de poloveulens een ET-veulen. In Nederland is men sinds enkele jaren op beperkte schaal bezig met onderzoek naar de mogelijkheden van ET voor de paardenfokkerij en de eerste resultaten zijn gematigd hoopvol.

**Fig. 4.19**  
Werkwijze bij  
embryotransplantatie.



*donormerries*

Hoe gaat ET nu precies in zijn werk? De merries die een vrucht afstaan (*donormerries*) worden ongeveer zeven dagen na de inseminatie gespoeld. Hiervoor wordt via een slangetje een paar liter speciale vloeistof in de baarmoeder gebracht. Meestal is dat een fysiologische zoutoplossing of bloedserum. Als het goed is, loopt deze vloeistof er met een embryo weer uit. Het zo gewonnen embryo wordt in het laboratorium beoordeeld en vervolgens met een draagvloeistof in een pipet gebracht. Hiermee wordt het embryo in de baarmoeder van de uitgezochte draagmoeder gebracht. Dit is een precies karweitje, omdat de baarmoedermond in deze fase gesloten is. Tien dagen later wordt de draagmoeder gecontroleerd op drachtigheid via een scanner.

---

#### *ontvangstmerrie*

Als het embryo zich niet heeft genesteld in de baarmoeder van de draagmerrie, kan deze merrie opnieuw worden gebruikt voor een volgende poging.

Het is belangrijk om de hengstigheidscyclus en het moment van ovulatie van de donormerrie precies vast te stellen. De cyclus van de draagmoeder (*ontvangstmerrie*) moet daarmee namelijk precies synchroon lopen. De donormerrie kan in haar volgende cyclus weer geïnsemineerd en gespoeld worden, zodat het mogelijk is van een donormerrie in een seizoen meer embryo's te laten uitdragen door draagmoeders. Dit is natuurlijk een aantrekkelijke gedachte, vooral als toekomstige veulens van zo'n merrie goed in de markt liggen. Je moet wel bedenken dat niet iedere spoeling een embryo oplevert. Dat is natuurlijk wel logisch, want ook niet iedere dekking of inseminatie heeft drachtigheid tot gevolg. Tot nu toe zijn er voor de winning van een embryo gemiddeld iets meer dan twee spoelingen nodig. Daarna is het ook niet altijd zo, dat een geïmplantemd embryo aanslaat. Slechts een laag percentage van de gewonnen en ingeplante embryo's slaat aan.

Natuurlijk moeten de draagmoeders ook voldoende kwaliteit hebben. De draagmoeder heeft in erfelijk opzicht weliswaar niets met het veulen te maken, maar de draagmoeder kan wel invloed hebben op de ontwikkeling van de erfelijke kenmerken van het veulen. Je kunt je voorstellen dat een rijpaardveulen in een ponydraagmoeder zich nooit volledig kan ontwikkelen. Al heeft het veulen nog zo'n goede aanleg voor een bepaalde schofthoogte, deze aanleg zal in deze draagmoeder nooit volledig tot ontplooiing komen. Bovendien heeft de draagmoeder een behoorlijke invloed op de eerste levensfase van het veulen. Zij zoogt het veulen en brengt het de eerste gedragsregels bij. De keuze voor de juiste draagmoeder is dus best belangrijk.

### **In vitro fertilisatie (IVF)**

*IVF* In de menselijke geneeskunde is men al heel ver met *IVF*. In vitro fertilisatie wil zeggen dat een eikel buiten het lichaam van de donor in het laboratorium wordt bevrucht met sperma en daar op een kunstmatige voedingsbodem uitgroeit tot de eerste fase van een embryo. Dit embryo wordt dan teruggeplaatst bij de donormoeder of een draagmoeder. In de paardenhouderij wordt nog geen gebruikgemaakt van *IVF*.

#### **Vragen 4.5**

- a Steeds meer merries worden door steeds minder hengsten bevrucht. Wat zijn hiervan de erfelijke gevolgen?
- b Wat betekenen de letters TNB?
- c Hoe wordt de TNB-waarde berekend?
- d Wat is voorvocht?
- e Waar komt het voorvocht vandaan?
- f Waar dient het voorvocht voor?
- g Waar dient een rollenbank voor?
- h Wat versta je onder een rietje?
- i Wat is het verschil tussen bedrijfs- en verzend-KI?
- j Welke instantie is in Nederland verantwoordelijk voor het opstellen van de regels voor KI bij paarden?
- k Wat zijn de voordelen van embryotransplantatie?
- l Wat verstaat men onder hengstigheidsynchronisatie?

---

## 4.6 Afsluiting

In dit hoofdstuk heb je kennismemaakt met de geslachtsorganen van de hengst en de merrie. Je weet nu ook wat hormonen zijn en op welke manier alle geslachtshormonen op elkaar inwerken, zodat er voortplanting kan plaatsvinden.

Moderne technieken kunnen een handje helpen om de voortplanting nog beter te laten verlopen. Ze bieden bovendien allerlei mogelijkheden die via natuurlijke voortplanting niet mogelijk zouden zijn.

---

## 5 Dekken en dracht

### Oriëntatie

Het voorjaar is de tijd dat er van alles gebeurt op de fokbedrijven. De drachtige merries krijgen hun veulens. Onder invloed van de daglengte, temperatuur en voeding worden de merries die dat jaar niet drachtig zijn hengstig. De fokker moet het juiste tijdstip bepalen wanneer zij gedekt moeten worden en door welke hengst.

### 5.1 Vruchtbaarheid en voortplanting

#### Hengstigheidsverschijnselen

*symptomen van de hengstigheid* De merrie laat de hengstigheid meestal vrij duidelijk zien. Dit noemen we de *symptomen van de hengstigheid*. De merrie zoekt gezelschap, leunt vaak met haar achterhand tegen de stalwand aan. Ze reageert minder heftig bij het vastpakken van de lies en tijdens het berijden reageert ze soms minder op de drijvende beenhulpen van de ruiter. Soms reageert ze juist heel heftig op de drijvende hulp en begint naar het been van de ruiter te slaan.

Niet alleen het gedrag verandert, maar ook lichamelijk treden er veranderingen op. De schaamlippen veranderen van kleur. De duidelijkste symptomen laat ze zien wanneer ze in contact met de hengst wordt gebracht. Dit noemen we schouwen.

#### Schouwen

*schouwen* In de drachtigheidsbegeleiding van de merrie neemt *schouwen* een heel belangrijke plaats in. Daarom wordt dit uitgebreid behandeld.

Tijdens het schouwen van de merrie vertoont ze de volgende verschijnselen:

- Ze tilt de staart op.
- Ze loost kleine beetjes vaak wat troebele urine.
- Ze perst de clitoris ritmisch naar buiten (blitzen).
- Ze kantelt haar bekken naar voren en gaat wijdbeens staan.
- Ze laat toe dat de hengst haar besnuffelt.
- Ze laat toe dat de hengst haar bespringt.

**Fig. 5.1**  
*Hengstige merrie.*



Het verschil van merrie tot merrie hoe duidelijk al deze gedragingen worden getoond. Vooral jonge merries en merries die pas geveulend hebben, moeten rustig en langdurig geschouwd worden om een juist beeld te krijgen.

De duur van de hengstigheid is afhankelijk van de tijd van het jaar, maar ook van de individuele merrie. In het begin van het seizoen kan de hengstigheid wel drie weken duren. Er vindt dan vaak nog niet eens een ovulatie plaats. Later in het seizoen duurt de hengstigheid gemiddeld zes dagen.

Wanneer is nu het juiste tijdstip aangebroken om de merrie te dekken of te insemineren?

*schouwhengst* Dit tijdstip kan worden vastgesteld door de merrie heel regelmatig te laten schouwen door een *schouwhengst*. Deze hengst heeft alleen tot taak om bij de betreffende merries te vast te stellen in welk stadium van de hengstigheid ze zich bevinden. De dierenarts kan ook de ovulatie volgen door de eierstokken van de merrie te betasten via de endeldarm. Wanneer hij hierin bedreven is, kan hij voelen of er een ovulatie zal plaatsvinden en wanneer. Hij kan hierbij ook een hulpmiddel gebruiken. Hij kan namelijk een echo van de eierstokken maken via de endeldarm en hierop nauwkeurig waarnemen wanneer een follikel rijp wordt en zal springen.

Wanneer een schouwhengst wordt gebruikt, is het wenselijk dat de hengst in een aparte ruimte staat en geen andere paarden binnen het gezichtsveld heeft dan de te schouwen merrie. De merrie moet hij van achteren en in de flanken kunnen benaderen zonder dat hij daarbij letsel op kan lopen. Bij een te schouwen merrie komen

- 0 De merrie is niet hengstig. Ze "*slaat af*" en weigert toenadering van de schouwenhengst.
- 1 De merrie is niet duidelijk hengstig. Ze tolereert wel de toenadering en aanraking van de hengst.
- 2 De merrie toont hengstigheidsverschijnselen. Ze kromt haar rug, tilt haar staart op en blizt, maar laat nog geen urine los.
- 3 De merrie toont duidelijke hengstigheidsverschijnselen. Ze kromt de rug, laat toe dat de hengst haar aanraakt en draait zonder agressie de achterhand in zijn richting. Naast het optillen van de staart en het blitzen laat ze ook veel heldere urine los.
- 4 De merrie is optimaal hengstig. Wanneer ze de hengst maar hoort, vertoont ze alle bovengenoemde verschijnselen. De urine die ze los laat, is nu troebel en oranjegeel (jus d'orange). Dit is het tijdstip dat de merrie gedekt moet worden.
- ? Het schouwresultaat van de merrie is niet onder te brengen in een van de bovenstaande categorieën. Het resultaat is niet te interpreteren.

Het optimale tijdstip voor de bevruchting is volgens het schouwprotocol stadium 4, waarin de merrie troebele urine loost. Deze urine heeft ook een specifieke geur, die gemakkelijk te herkennen is wanneer je erop let.

Het schouwresultaat kan worden beïnvloed door andere factoren dan alleen de mate van hengstigheid. Je kunt hierbij denken aan de plaats waar het schouwen plaats vindt, deze ruimte moet rustig zijn, zodat merrie en hengst niet worden afgeleid. De paarden moeten de tijd krijgen om hun gedrag goed te kunnen tonen. Verder is de activiteit die de hengst laat zien ten opzichte van de merrie erg belangrijk. Wanneer hij niet echt geïnteresseerd is, zal de merrie ook minder hengstigheidsverschijnselen vertonen. Wanneer het veulen aanwezig is bij het schouwen, kan dat de merrie zo afleiden, dat ze zich alleen maar beschermend opstelt en de hengst afslaat, terwijl ze wel hengstig is.

Het schouwen dient in de hengstigheidsperiode elke dag te gebeuren. Wanneer de merrie na haar hengstigheidsperiode afgeslagen heeft, moet er op de 9de en de 11de dag daarna weer geschouwd worden. Daarna wordt op de 16de dag na het afslaan opnieuw geschouwd en daarna om de andere dag, tot en met de 24ste dag. Daarna volgt controle op drachtigheid. De eerste controle vindt plaats op de 17de of 18de dag.

## **Veulenhengstigheid**

De eerste hengstigheid na het veulenen kan al benut worden, tenzij er klinische afwijkingen zijn. Deze hengstigheid kenmerkt zich door een hoger drachtigheidspercentage, maar ook door een hoger percentage vroeg-embryonale sterfte. Wanneer de merrie drachtig wordt na dekking in de veulenhengstigheid, wordt het veulen het volgende jaar ongeveer een maand eerder geboren dan het veulen van dit jaar.

### **Vragen 5.1**

- a Waaraan kun je zien dat een merrie hengstig is?
- b Op welke leeftijd wordt een merrie voor het eerst hengstig?
- c Wanneer wordt een merrie geschouwd?
- d Hoe vaak moet de merrie worden geschouwd?
- e Hoe kun je de veiligheid van merrie en hengst waarborgen tijdens het schouwen?
- f Hoe kun je de veiligheid van de begeleiders van de merrie en de hengst waarborgen tijdens het schouwen?

- 
- g Wat versta je onder de veulenhengstigheid?
  - h Kan de merrie gedekt worden tijdens de veulenhengstigheid?
  - i In welk stadium van de hengstigheid kan de merrie het best worden gedekt?
  - j Noem enkele factoren die het schouwresultaat kunnen beïnvloeden.

## 5.2 Dekken en kunstmatige inseminatie

### Natuurlijk dekken

Nu het kunstmatig insemineren van paarden steeds vaker voorkomt, zou je bijna vergeten dat het natuurlijk dekken ook nog steeds gebeurt. Er zijn drie varianten.

#### ***Dekken in de vrije kudde***

Wanneer bijvoorbeeld een groep pony's in kuddeverband wordt gehouden, kan een hengst zelf bepalen wanneer een merrie gedekt kan worden. De controle op dekking is moeilijk en er is kans dat er blessures optreden omdat er rake klappen kunnen worden uitgedeeld. Het percentage drachtige merries is met deze manier van dekken groot, omdat merrie en hengst samen prima het meest vruchtbare tijdstip kunnen bepalen. Om goede resultaten te krijgen mag het aantal merries niet te groot zijn. Wanneer het aantal merries groter wordt dan tien tot vijftien zullen de resultaten dalen. Bij inzet van een jonge, onervaren hengst moet je rekening houden met deze onervarenheid. Soms durft een onervaren hengst een dominante merrie (met een jong veulen) niet te benaderen. Het komt ook voor dat een hengst bepaalde merries, om een voor de mens onduidelijke reden, niet willen dekken. Het omgekeerde komt soms ook voor: favoriete merries kunnen erg vaak gedekt worden.

#### ***Aan huis dekken met een reizende hengst***

*padhengstenhouderij*

Bij veel ponyrassen en enkele paardenrassen wordt de natuurlijke dekking nog toegepast. Hierbij wordt vaak met de hengst gereisd. Dit systeem wordt ook wel *padhengstenhouderij* genoemd. De hengstenhouder komt langs met een veewagen met verschillende (pony)hengsten en de merrie wordt thuis, in de eigen omgeving gedekt. Met het oog op de hygiëne zul je de kling van de merrie moeten reinigen en de staart van de merrie moeten bandageren. Ook zou de roede van de hengst moeten worden gewassen.

Nadat je deze voorzorgsmaatregelen hebt genomen, kun je nog denken aan het beschermen van de merrie (en de hengst) tegen blessures die ze tijdens het dekken kunnen oplopen. Om te voorkomen dat de merrie de hengst beschadigt, krijgt ze vaak de praam op en wordt een spantouw aangebracht. Dit is een dik touw met aan het uiteinde een lus. Het touw wordt door de lus gehaald en om de koot van een achterbeen gelegd. Dan gaat het touw tussen de voorbenen door en wordt om de hals geslagen en vastgezet. De merrie kan nu (als het touw strak genoeg zit) niet gemakkelijk naar de hengst uithalen met haar achterbeen. Om de merrie te beschermen tegen het bijten van de hengst kan een bescherming op hals en schoft worden aangebracht. Bij het dekken uit de hand beslist de hengstenbegeleider vaak wanneer de hengst klaar is om te springen. Wanneer dit verkeerd wordt ingeschat, of er worden verkeerde handelingen gepleegd, dan kan de hengst zijn deklust verliezen of de dekking niet afmaken. Ook kan de merrie verdere dekpogingen weigeren.

---

Tijdens het dekken kan degene die het dekproces begeleidt aan de onderzijde van de roede aan de kloppingen van de urineleider voelen wanneer de hengst zijn zaad loost. Soms moet de hengst gestimuleerd worden door met de hand de basis van de roede te masseren. Tijdens de zaadlozing is bij de hengst een typische knikbeweging van de staart waar te nemen. Een hengst die van de merrie komt met een nog volledige erectie, heeft meestal geen zaadlozing gehad. Na de zaadlozing blijft de hengst meestal nog even op de merrie. De roede kan zich zo in alle rust verslappen. Na de dekking moet de aandacht van de begeleiders van merrie en hengst niet verslappen. Sommige merries hebben de neiging om van zich af te slaan na de dekking. Het is niet abnormaal als na de zaadlozing wat slijm uit de schede van de merrie loopt. Dit is meestal geen zaad maar het slijm dat door de zaadblazen wordt geproduceerd en aan het eind van de zaadlozing wordt geloosd.

Voordeel van 'dekken uit de hand' is dat het tijdstip van dekken precies kan worden bepaald. Goed schouwen is hierbij heel belangrijk. Voor dit schouwen heeft de hengstenhouder meestal een speciale schouwhengst bij zich. Deze hengst mag niet bang zijn van een merrie die nog niet veel belangstelling heeft. Hij moet, ondanks afwijzend gedrag, aandringen bij de merrie. Meestal mag de schouwhengst niet dekken. Voor het echte werk wordt de hengst die gekozen is als partner van de wagen gehaald. Een ander voordeel van de reizende hengst is dat er niet met merrie en veulen gereisd hoeft te worden.

Een nadeel kan zijn dat de reizende hengstenhouder er een vaste route op nahoudt en dat de merrie daardoor niet op het gunstigste moment gedekt kan worden. De belasting van het constant op reis zijn van hengsten en begeleiders is groot. Dit kan zich uiten in een verminderde vruchtbaarheid door vermoeidheid van de hengst. De mogelijkheden om goede hygiënische maatregelen te treffen bij de merriehouder thuis zijn vaak beperkt. De kans op een dekbesmetting is aanwezig en deze kan zich gemakkelijk verbreiden over een groot aantal merries. Om tijdverlies te voorkomen is het zaak dat de merrie zo snel mogelijk wordt gedekt. Het contact met de hengst wordt zo kort mogelijk gehouden, waardoor wel eens op een verkeerd moment wordt gedekt.

### ***Het dekken op een hengstenhouderij***

Er kan ook voor gekozen worden om met de merrie (en veulen) naar de hengstenhouder toe te gaan om daar de merrie te laten dekken. Vaak is er op het bedrijf een schouwhengst aanwezig waarmee nauwgezet de hengstigheid gevolgd kan worden. Ook is er vaak een goede samenwerking met een dierenarts, waardoor de veterinaire begeleiding goed geregeld is. Wanneer de afstand tussen merrie- en hengstenhouder groot is, wordt vaak besloten de merrie op het station te laten, totdat drachtigheid is aangetoond.

Voordelen zijn dat de tijd die verloopt tussen twee dekkingen nauwkeuriger kan worden bekeken. Ook de hygiënische maatregelen zijn bij de hengstenhouder beter uitvoerbaar. Vaak is er deskundige assistentie aanwezig om het dekken te begeleiden en is er regelmatig een deskundige dierenarts aanwezig voor de begeleiding van merries die moeilijk drachtig worden.

Nadelen van het dekken op een hengstenhouderij zijn dat de merrie (eventueel met veulen) op reis moet met alle risico's die hierbij horen. Ook kan het samenbrengen van veel merries met veulens op een plaats een grotere kans op een besmettelijke aandoening geven. Preventief enten is dan ook erg belangrijk.

---

## Hygiëne

Bij natuurlijke dekking, maar ook bij kunstmatige inseminatie, is de hygiëne van het grootste belang. Bij het dekken in de kudde zijn hygiënische maatregelen nauwelijks uitvoerbaar. Bij het dekken uit de hand kun je denken aan het reinigen van de roede van de hengst en het wassen van de kling van de merrie voor het dekken. Hoe vaak je dit moet doen, is afhankelijk van de dekfrequentie of van de frequentie van het spermavangen. Het wassen van de roede kan iedere keer voor en na dekken gebeuren tot ongeveer een keer per week gedurende het dekseizoen.

Voor het wassen van de, in erectie verkerende, roede gebruik je een niet-irriterende zeep, bijvoorbeeld babyzeep, en een schoon washandje. Je moet opletten dat er geen zeepresten op de roede achterblijven, want dat kan nadelig zijn voor de spermakwaliteit. Je begint bij de eikel en let daarbij vooral op de holte en het blinde zakje rondom de uitmonding van de urineleider. Dan werk je vervolgens in de richting van de basis van de roede. Na wassing moet de roede goed worden afgespoeld om zeepresten te verwijderen. Daarna moet de roede goed worden afgedroogd. Vooral wanneer de wassing plaatsvindt voor de dekking is dit afdrogen belangrijk. Ook water kan schadelijke invloed hebben op de kwaliteit van het sperma. De roede vaak ontsmetten is niet wenselijk, omdat zich dan ongewenste, onnatuurlijke bacteriën op de roede kunnen ontwikkelen.

Voor het schoonmaken van de uitwendige geslachtsorganen van de merrie kun je het best een dot jute of hennep gebruiken. Dit neemt vuil van de kling goed op en werkt beter dan papier. De dot kan vochtig worden gemaakt met wat ontsmettingsmiddel. Bij het reinigen van de kling werk je van binnen naar buiten. Als de dot eenmaal over de kling is geweest en daarna over de huid naast de kling, dan mag je de dot niet weer over de kling halen. Ook mag je met een dot niet eerst over de anus en daarna over de kling gaan. Meestal zul je dus meerdere dotten moeten gebruiken. De laatste dot moet altijd droog zijn, zodat de kling droog is bij inseminatie.

De dekruimte waarin de hengst moet dekken op een fantoom, moet aan enkele eisen voldoen. De ruimte moet gemakkelijk kunnen worden schoongemaakt en gedesinfecteerd. Dit betekent in de praktijk meestal dat de wanden zijn betegeld. De vloer moet stroef zijn, zodat de hengst niet kan uitglijden, en gemakkelijk schoon te maken. Het spreekt vanzelf dat er geen scherpe uitsteeksels mogen zijn waaraan de hengst zich zou kunnen verwonden.

## Kunstmatige inseminatie

*injectiespuit  
inseminatiepipet*

Voor het insemineren heb je een *injectiespuit* nodig van 20 of 30 ml. Verder heb je ook een *inseminatiepipet* nodig. Dit is een 50 tot 70 cm lang rietje van buigzaam plastic met een afgeronde top. Het andere uiteinde past precies op de injectiespuit. De pipetten zijn steriel en per stuk verpakt en zijn voor eenmalig gebruik.

**Fig. 5.2**  
Een tweedelige  
injectiespuit.



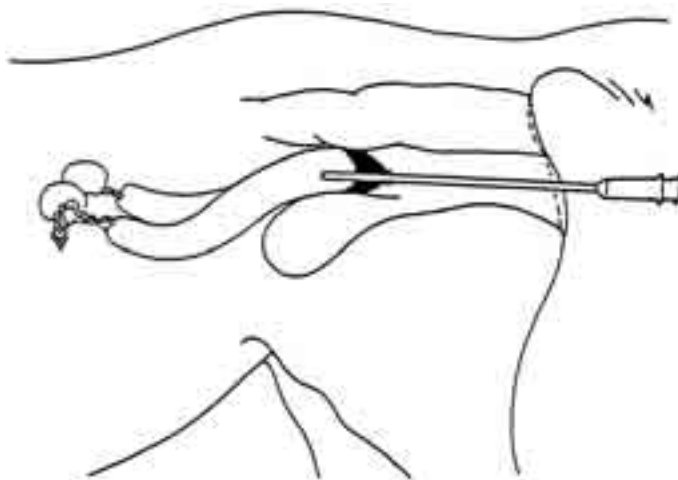
De inseminator vult de injectiespuit met zaad. Er mag ongeveer 5 ml lucht in de spuit zitten, om aan het eind van de inseminatie de pipet leeg te drukken. De pipet wordt tot bijna aan de punt met het zaad gevuld.

De hand en arm, die in de geslachtsopening worden gebracht, worden in een lange plastic handschoen gestoken. Op deze handschoen wordt op de rug van de hand een klein beetje steriel, niet zaaddodend, glijmiddel aangebracht. Met dit glijmiddel wordt de kling wat glad gemaakt. De gebandageerde staart wordt daarbij aan de kant gehouden. Met de punt van de pipet in de holte van de hand gaat de inseminator vervolgens de schede in. Met de hand beschermt hij zo de schede tegen de punt van de pipet. Aan het eind van de schede is de baarmoedermond voelbaar. De verslakte baarmoedermondopening wordt vervolgens op de punt van de pipet geplaatst. De inseminator brengt de punt van de pipet vervolgens voorzichtig zo'n 8 cm in de baarmoedermond. De punt zit dan aan het begin van het baarmoederlichaam.

De inseminatiespuit wordt daarna met het achterste eind schuin omhoog gehouden, om de lucht net onder de zuiger te krijgen en de spuit wordt langzaam leeggedrukt. De in de spuit aanwezige lucht zorgt voor het volledig leegdrukken van de pipet. Het is niet de bedoeling dat er lucht in de baarmoeder komt.

Tijdens het leegdrukken van de spuit let de inseminator goed op dat er geen zaad uit de baarmoedermond loopt. Daarna haalt hij zijn hand en de pipet rustig uit de merrie. Na de inseminatie kun je even met de merrie gaan stappen, om onnodig napersen te voorkomen.

**Fig. 5.3**  
*De inseminatie.*



## Drachtigheidsonderzoek

Nadat een merrie is gedekt, is het van groot belang om zo snel mogelijk te weten of ze drachtig is. Uitwendig is er weinig waar te nemen van wat zich in de baarmoeder afspeelt. Daarom laten veel merriehouders een drachtigheidsonderzoek uitvoeren.

### *Geschiedenis*

Drachtigheidsonderzoek bestaat nog niet zo lang. Tot 1960 werd gebruik gemaakt van een bloedproef tussen de 45ste en 120ste dag van de dracht, of een chemische urineproef na de 120ste dag. Na 1960 kwam het rectale drachtigheidsonderzoek: op 18 dagen voelt de baarmoeder hard aan; op 28 dagen is een beginnende uitpuiling te voelen en op 38 dagen is er een groei van deze uitpuiling te voelen. Vanaf 1965

begon men met het rectale onderzoek van de eierstokken. Er werd dan gecontroleerd op de aanwezigheid en groei van de follikel en er vond controle plaats op de eisprong. Vanaf 1975 werd begonnen met bedrijfs-KI. De merries werden op het hengstenstation geïnsemineerd. In 1985 werd er op de proefboerderij De Waiboerhoeve geëxperimenteerd met verzend-KI. De hengst Ramiro stond op de Waiboerhoeve en had kwalitatief erg goed sperma. Hij heeft zijn bijdrage ruimschoots geleverd aan de ontwikkeling van KI bij paarden. Er werd gestart met de ontwikkeling van diepvriessperma en de mogelijkheden van KI 'aan huis' werden onderzocht. Vanaf 1985 wordt er steeds meer met echoscopie gewerkt bij merries. Hierdoor is het mogelijk om in een zeer vroeg stadium (18 dagen) een genuanceerde drachtigheidsdiagnostiek uit te voeren. Je kunt tweelingdracht en eventueel vroeg afsterven van het embryo heel snel ontdekken. Ook is de grootte en de groei van de follikel goed te volgen en de eisprong is zeer nauwkeurig te voorspellen.

Het is van belang om te weten welke methoden er zijn om drachtigheid vast te stellen en op welke tijdstippen deze onderzoeken plaats moeten vinden. In de volgende tabel staat een aantal drachtigheidsonderzoeken vermeld.

**Fig. 5.4**  
Drachtigheids-  
onderzoeken.

| Drachtigheidsonderzoek:         |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|
| hoe?                            | wanneer?            | betrouwbaarheid?    |
| <sup>1</sup> schouwen           | 3,4,6 wkn na dekken | 60-90%              |
| <sup>2</sup> rectaal onderzoek  | > dag 18            | 60-90%              |
| <sup>3</sup> echoscopie scannen | > dag 18            | 80-95%              |
| <sup>4</sup> melk onderzoek     | dag 18-21           | + : 80%<br>- : 100% |
| <sup>5</sup> bloed onderzoek    | dag 18-21           | + : 80%<br>- : 100% |
| <sup>6</sup> bloed onderzoek    | dag 40-100          | 80-90%              |
| <sup>7</sup> urine onderzoek    | > dag 150           | 80-90%              |

Uitleg bij de tabel drachtigheidsonderzoeken:

- 1 Schouwen. De betrouwbaarheid van het schouwen is sterk afhankelijk van de omstandigheden waaronder wordt geschouwd en de personen die het schouwen uitvoeren. Het resultaat 'hengstig' is betrouwbaarder dan het resultaat 'niet hengstig'.
- 2 Rectaal. De betrouwbaarheid van een rectaal onderzoek (opvoelen) is sterk afhankelijk van de ervaring van de onderzoeker. Een rectaal onderzoek rond de zes weken geeft het betrouwbaarste resultaat.
- 3 Scannen. De echoscopie (scannen) is een waardevol hulpmiddel bij het stellen van een drachtigheidsdiagnose. Eenvoudig gezegd komt het erop neer dat met onschadelijk, hoogtonig geluid een zichtbaar beeld wordt gevormd van iets wat normaal niet zichtbaar is bij het levende dier. De teruggekaatste hoogtonige

---

signalen worden opgevangen en zichtbaar gemaakt op een monitor. De echoscopie gebeurt bij het paard via de darm. Met deze methode kunnen de eierstokken en baarmoeder nauwkeurig worden onderzocht. De methode is geschikt voor o.a. het opsporen van een meerlingdracht en het vaststellen van de eisprong. Al vanaf 14 dagen na de eisprong is het met scannen mogelijk om de dracht vast te stellen. Enkele dagen later wordt het onderzoek betrouwbaarder. Wanneer een merrie niet drachtig is, kan op 18 dagen onderzocht worden wat de reden hiervan is.

- 4 Melkonderzoek. Dit onderzoek kan natuurlijk alleen bij melkgevende merries plaatsvinden. Er wordt dan gekeken of er progesteron aanwezig is in de melk. Omdat progesteron bij alle, ook niet gedekte merries voorkomt gedurende de cyclus, is het tijdstip van monsternamen (18 tot 21 dagen na de eisprong) erg belangrijk. De uitslag 'niet drachtig' is goed betrouwbaar.
- 5 Bloedonderzoek. Op dit tijdstip kan ook in het bloed naar progesteron worden gezocht. Het onderzoek kan ook bij niet-melkgevende merries worden toegepast, maar kent voor de rest dezelfde beperkingen als het melkonderzoek. De uitslag van het laboratorium laat meestal enkele dagen op zich wachten. Dit geldt overigens ook voor het melkonderzoek.
- 6 Bloedonderzoek. Dit bloedonderzoek is gericht op het aantonen van het hormoon PMSG. Dit hormoon wordt in het bloed van drachtige merries aangetroffen zolang de endometrium cups dit hormoon produceren. Dit onderzoek kan een foutieve uitslag geven omdat de endometrium cups doorgaan met de productie van dit hormoon wanneer het vruchtje is afgestorven. Het onderzoek kan pas plaatsvinden ongeveer zes weken na dekking.
- 7 Urineonderzoek. Dit onderzoek is gericht op het aantonen van het hormoon oestrogeen. Dit oestrogeen wordt door het vruchtje in grote hoeveelheden geproduceerd vanaf ongeveer de vijfde maand van de dracht en wordt in de urine van de merrie uitgescheiden. Het grote bezwaar van dit onderzoek is, dat het pas op een laat tijdstip kan worden uitgevoerd. Het resultaat is pas bekend wanneer het dekseizoen voorbij is.

## Embryonale ontwikkeling

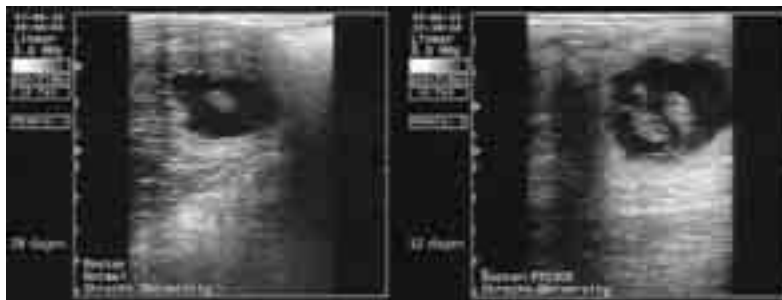
Wanneer je duidelijk het begin van de dracht wilt aangeven, kun je uitgaan van het tijdstip van de eisprong. De bevruchting kan niet voor de eisprong plaatsvinden, vandaar dat het moment van insemineren of dekken niet altijd het begin van de dracht is. De bevruchte eicel groeit door celdeling. Deze deling vindt plaats binnen de wand van de bevruchte eicel. We spreken nu nog van een *blastocyste*. Later spreken we van een embryo. In het eerste stadium van de dracht en tijdens het transport door de eileider wordt het vruchtje gevoed door de vloeistoffen die er omheen zitten (de baarmoedermelk). De eerste tijd (tot ongeveer dag 18) zit het vruchtje nog niet vast in de baarmoeder en kan het zich vrij bewegen door de hele baarmoeder. Op de een of andere manier zorgt het embryo ervoor dat het gele lichaam blijft bestaan en ook progesteron blijft produceren. De merrie wordt niet hengstig. Eenmaal in de baarmoeder aangekomen, begint zich vanuit het vruchtje een weefsel te ontwikkelen dat rijk is aan bloedvaten. Dit weefsel noemen we de *vruchtvliezen* en samen met de baarmoederwand vormt de placenta. Dit is de latere nageboorte en samen met de navelstreng vormen zij de verbinding tussen moeder en kind. Vanaf ongeveer twee weken dracht verandert de stevigheid en de dikte van de baarmoeder. De baarmoederwand wordt steviger (krijgt meer tonus).

Tussen dag 17 en 22 van de dracht, vormen zich een of meer eiblaasjes, waardoor enkele merries soms toch wat hengstigheidsverschijnselen vertonen. Deze eiblaasjes verdwijnen weer.

In de baarmoeder gaan de cellen van het embryo door met zich vermeerderen. Al snel gaan ze zich specialiseren in verschillende weefsels zoals organen, bloed, spieren, huid enzovoort. Dit groeiproces is met de scanner goed te volgen. Rond dag 24 kun je al een kloppend hartje waarnemen. Natuurlijk zijn de organen en weefsels nog onvolledig en niet allemaal aanwezig. Haar bijvoorbeeld, verschijnt pas na zeven maanden dracht. De longen groeien mee vanaf het begin maar kunnen pas functioneren na dag 300. Daarom kan een zeer vroeg geboren veulen niet overleven.

**Fig. 5.5**

Scan op 28 dagen en  
tweelingdracht op 32  
dagen.



## Ontwikkeling van de foetus

*foetus* Het is leuk om eens te kijken hoe de vrucht (*foetus*) zich nu eigenlijk ontwikkelt in de baarmoeder.

Na drie weken heeft de vrucht door vermeerdering en vergroting van cellen een grootte van ongeveer 0,3 cm. Een week later is de vrucht ongeveer 1 cm en zijn alle inwendige organen in beginsel al aanwezig. Na zes weken is de vrucht ongeveer 4 cm groot en voorzien van ledematen. De vruchtblaas is dan ongeveer 15 cm lang. Na zeven weken is de vrucht 5 cm groot en begint al op een paard te lijken. In dit stadium is het mogelijk om vast te stellen of het een hengst of een merrie is. Na negen weken is de vrucht 8 cm groot en is de cirkelvormige vruchtblaas waarin de ontwikkeling plaatsvindt, al ongeveer 40 cm lang. Na tien weken zijn de hoeftjes te onderscheiden en is de vrucht 9 cm lang. In de twaalfde week is de vrucht ongeveer 12 cm groot en na twintig weken ongeveer 35 cm. In die tijd zijn de inwendige geslachtsorganen gevormd en ontstaat de eerste haargroei aan lippen, staartpunt, manenkam en oorranden. Na 34 weken is de vrucht ongeveer 68 cm groot en is de beharing op de rug en manenkam duidelijk aanwezig. Na 36 weken is het gehele lichaam behaard en weegt de vrucht 17 tot 20 kg. Vanaf deze tijd neemt de lichaamslengte van de foetus niet zo snel meer toe, maar het gewicht wel. In de 40ste week bedraagt het gewicht ongeveer 28 kg. Na de 43ste week groeit het veulen weer snel in lengte en kan een schedel - stuitlengte van 100 - 150cm worden bereikt. In dat stadium, dus na ruim tien, bijna elf maanden, is het veulen voldragen. Het heeft dan een dicht behaarde vacht, melkbinnentanden en de melkkiezen breken door.

Natuurlijk is bovenstaande beschrijving van de groei een globale beschrijving. De groei van het veulen wordt mede bepaald door zaken als voeding en gezondheid van de merrie.

## Vragen 5.2

- a Noem voor- en nadelen van natuurlijk dekken in kuddeverband.
- b Wat zijn de voordelen van KI voor de merriehouder?

- 
- c Verklaar dat bij KI de spermakwaliteit is gewaarborgd.
  - d Onder welke omstandigheden kun je met dekken in kuddeverband de beste drachtigheidsresultaten behalen?
  - e Wat versta je onder padhengstenhouderij?
  - f Welke hygiënische maatregelen tref je bij de merrie voor het insemineren?
  - g Welke hygiënische maatregelen tref je bij de hengst voor de dekking?
  - h Welke methoden van drachtigheidsonderzoek worden het meest gebruikt?
  - i Waarom kiest men meestal voor bovenbedoelde methoden?
  - j Beschrijf de embryonale ontwikkeling van dag 0 tot dag 24.
  - k Geef in een schema de ontwikkeling van de foetus weer.

## 5.3 Problemen bij het drachtig worden

Een merrie drachtig krijgen is niet altijd eenvoudig. Het is niet altijd juist om het probleem bij de merrie te zoeken. Sperma van goede kwaliteit moet altijd het uitgangspunt zijn. Met sperma van slechte kwaliteit is het eigenlijk puur toeval als de merrie drachtig wordt. Bij een probleemmerrie bereik je weer niets met goed sperma. We bespreken enkele problemen die je tegen kunt komen.

### Onregelmatig hengstig zijn

Paarden hebben een seizoengebonden cyclus. Als in het voorjaar alles op gang komt, is de cyclus onregelmatig. Wanneer een eikel nog niet rijp is, kan de hengstigheid lang aanhouden. Het gebeurt ook dat de merrie enkele keren kort achter elkaar hengstig wordt. Meestal is dit geen echt probleem en heeft het allemaal te maken met de cyclus die nog goed op gang moet komen. Wanneer het seizoen vordert, lost het probleem vanzelf op. Soms is het nodig om een hormoonpreparaat toe te dienen.

### Lastig gedrag van de merrie

Gedurende het hele jaar is de merrie prettig te rijden. In het voorjaar verandert ze in een lastig paard. Ze gilt en reageert niet normaal meer op de hulpen. Medisch gezien is er niets aan de hand, maar het is wel erg vervelend. Je kunt de merrie in zo'n geval synthetische progesteron toedienen. Zo verschuif je de hengstigheid. Het is een dure manier wanneer je dit lang wilt doen. In het uiterste geval kunnen de eierstokken operatief worden verwijderd. Dit is een ingrijpende operatie. Je moet dus wel zeker weten dat daar het probleem zit. Bovendien moet je je realiseren dat je nooit meer een veulentje bij die merrie kunt fokken. Soms wordt er een 'vreemd' voorwerp (bijvoorbeeld een glazen balletje) in de baarmoeder ingebracht om zo een dracht na te bootsen. Deze methode is niet altijd succesvol en kan infecties veroorzaken. Je kunt de merrie natuurlijk ook laten dekken. Ze zal hierdoor ook weer normaal gedrag gaan vertonen, maar niet iedereen wil natuurlijk een veulen fokken.

### Geen hengstigheid vertonen

Wanneer de merrie geen hengstigheidsverschijnselen vertoont, wil dit nog niet zeggen dat ze niet hengstig is. Soms laten merries het gewoon niet zo duidelijk zien. De reden hiervoor kan zijn onwetendheid of angst voor het onbekende. Veel paarden worden tegenwoordig opgefokt in een isolement of met alleen maar leeftijdgenoten. Ze krijgen

---

dan niet de kans om van oudere merries te leren hoe ze zich moeten gedragen. Bij zo'n merrie is veterinaire begeleiding erg belangrijk, omdat de eisprong wel is op te sporen door opvoelen of via een scan.

### **Niet hengstig worden**

Er zijn ook merries die echt niet hengstig worden. Als het een verlengde periode tussen twee hengstigheden betreft (dit kan oplopen tot wel drie maanden), is dit heel vervelend als je een veulen wilt fokken. Het is mogelijk om een hormoonpreparaat toe te dienen en zo kunstmatig een nieuwe cyclus op gang brengen.

### **Luchtzuigers**

Er zijn merries waarbij de vulva niet goed sluit. Dergelijke merries zuigen lucht. Dit komt relatief meer voor bij merries die hoog in het bloed staan, en bij magere en oudere merries. Er komt lucht via de vulva binnen en soms zelfs mestvocht en dat leidt tot ontstekingen. Een operatie waarbij de merrie wordt 'dichtgezet' (een deel van de vulvalippen worden aan elkaar gehecht) kan in deze gevallen uitkomst bieden. Natuurlijk moet de doorgang wel weer worden geopend als het veulen zich aankondigt, anders kan zo'n merrie lelijk uitscheuren.

### **Ziektekiemen in de baarmoeder**

Dit kan diverse oorzaken hebben:

- minder hygiënische omstandigheden tijdens hulp bij de geboorte, bijvoorbeeld helpen met ongewassen handen;
- dekken in de veulenhengstigheid;
- besmetting tijdens natuurlijk dekken of insemineren;
- luchtzuigen.

### **Tumor in de eierstok**

Dit zijn gezwellen die de eierstok buiten proportie doen groeien. Zij hebben een abnormale hormoonproductie tot gevolg. Als de aangetaste eierstok verwijderd wordt, kan onder invloed van de andere (normale) eierstok de hormoonproductie weer genormaliseerd worden en de merrie kan opnieuw drachtig worden.

### **Verstopping van de eileiders**

Een of beide eileiders kunnen verstopt zijn. Als het sperma hier niet doorheen kan komen, zal de eicel niet bevrucht worden. De onbevruchte eicel zal dan niet afdalen naar de baarmoeder en nog meer verstopping veroorzaken. Na verloop van tijd zal zelfs een bevruchte eicel er niet meer door kunnen komen en blijft de merrie 'onvruchtbaar'.

### **(Vroeg)embryonale sterfte**

Een embryo is een vruchtje dat nog niet is voltooid. Bij een paard duurt de embryonale fase drie maanden. Daarna is de vrucht (op het haarkleed na) voltooid. We spreken

---

van vroegembryonale sterfte (VES) vanaf de 5de tot de 40ste dag. We spreken van embryonale sterfte vanaf de 40ste tot 95ste dag (soms tot de 110de dag).

Dag 0 is de dag van bevruchting.

Over het afsterven van de vrucht voor de 15de dag is weinig bekend. De merries worden op de normale tijd weer hengstig.

Er wordt rekening gehouden met 8 tot 10% vroegembryonale sterfte alle dekkingen.

De oorzaken hiervan zijn:

- dekken in de veulenhengstigheid;
- de leeftijd van de merrie; bij oudere merries komt het meer voor;
- een tekort aan hormonen (progesteron); tijdig ingrijpen kan VES voorkomen;
- tweelingdracht; deze ontstaat meestal na een dubbele eisprong. Voor de 40ste dag zie je een hoger percentage VES dan bij enkelvoudige dracht. Na de 40ste dag zie je dit ook;
- erfelijke onverdraagzaamheid; de combinatie van hengst en merrie kan soms aanleiding geven tot een niet levensvatbare vrucht. Dit kan een rol spelen bij VES voor de 15de dag;
- extreme voedingsomstandigheden; te weinig voedingsstoffen opnemen kan leiden tot VES;
- een sluimerende baarmoederontsteking; deze aandoening komt soms voor bij merries die vaker een veulen hebben gehad.

## **Abortus**

Het aantal spontane abortussen bij paarden stabiliseert op 9,5%, terwijl het aantal geslaagde bevruchtingen en geboortes van gezonde veulens aanzienlijk is gestegen. We spreken van een abortus als een merrie een foetus verwerpt die tussen de drie en tien maanden oud is. Abortus is niet in alle gevallen verkeerd. Mismaakte veulens met skeletafwijkingen of onvolgroeide organen kunnen maar beter worden verworpen. Wanneer er een abortus plaatsvindt, is het goed om sectie te laten verrichten. Er kan sprake zijn van een besmettelijke ziekte (zoals het herpesvirus (EHV-1) of het equine arteritis virus (EAV). In ruim 19% van de abortussen was het herpesvirus de oorzaak. De helft hiervan betreft geënte merries, wat erop wijst dat de enting niet het gewenste effect heeft.

Een mogelijke reden van abortus kan ook verminderde bloedtoevoer door de navelstreng zijn. Dit gebeurt dan vaak in de tiende maand. In enkele gevallen zit de navelstreng helemaal in de knoop, maar meestal komt het door extreem veel draaiingen. Meestal betreft het dan een navelstreng van meer dan normale lengte. Een normale navelstreng is ongeveer 62 cm lang, maar dit kan oplopen tot een lengte van ruim 86 cm. Waardoor de lengte van de navelstreng wordt beïnvloed wordt onderzocht. Mannelijke foetussen en oudere merries schijnen vaker een langere navelstreng te hebben. Verder is het bekend dat ziekte van de merrie of extreme stress ook kan leiden tot verwerping. Een veilige, rustige omgeving, tijdige vaccinatie en ontworming, goed voer en veterinaire controle kunnen veel verdriet voorkomen.

### **Vragen 5.3**

- a Wat versta je onder vroegembryonale sterfte?
- b Wat zijn de oorzaken van VES?
- c Wanneer spreek je van embryonale sterfte?
- d Wat kun je doen wanneer het gedrag van een merrie in het voorjaar zeer lastig wordt?

- 
- e Welke merries kunnen last van ontstekingen krijgen door luchtzuigen van de vulva?
  - f Noem drie oorzaken van abortus.

## 5.4 De drachtige merrie

De draagtijd van de merrie varieert van 320 tot 353 dagen, dus bij benadering elf maanden. Wanneer de merrie drachtig is van een tweeling, wordt de dracht meestal niet volledig uitgedragen en worden de veulens voor de verwachte datum geboren. Vaak is er een verschil in grootte tussen de twee veulens.

Een goede voorbereiding van de geboorte begint bij de goede verzorging van de merrie. Tijdens de dracht moet zij goed worden gevoerd. De eerste vijf tot zes maanden van de drachtigheid is weidegang of ruwvoer (hooi of kuilgras) met een minerale liksteen voldoende wanneer de merrie geen arbeid verricht. Na de zesde maand moet de merrie worden bijgevoerd. Liefst met een brok waarin de sporenelementen Ca, P, Zn, Cu, en Mg zitten. Vaak zijn er speciale merriebrokken in de handel die hierin voorzien. De merrie tijdens de dracht beweging geven is geen probleem. Springen kan tot de vijfde maand van de dracht. Lichte dressuur of recreatief rijden kan tot het einde van de dracht. Je moet natuurlijk wel goed in de gaten houden of de merrie het werk nog aankan.

Zoals ieder ander paard moet de merrie haar standaard vaccinaties hebben tegen influenza en tetanus. Het is aan te raden aanstaande moeders op acht weken voor het veulen (eventueel extra) te laten vaccineren. Deze bescherming tegen influenza en tetanus zal via de biest het veulen bereiken. Over enten tegen het rhinopneumonievirus zijn de meningen nog steeds verdeeld. Als je als eigenaar wilt enten tegen deze vervelende ziekte, is enkele malen per jaar enten de enige oplossing. Dit moet dan wel bij alle paarden op het bedrijf gebeuren. Het individueel enten van paarden heeft geen enkele zin.

Een drachtige merrie moet net als de andere paarden ontwormd worden, alleen moet je er wel op letten welk middel je gebruikt. Lees goed de bijsluiter.

### Gebruik merriekaart

Wanneer een fokker meer fokmerries op het bedrijf heeft, is het belangrijk dat hij alle gegevens over zijn paarden in een bepaald systeem registreert. Hij kan daarvoor bijvoorbeeld merriekaarten gebruiken. Op deze kaarten kan jij allerlei gegevens bijgehouden over het verloop van het schouwen, insemineren en de drachtigheidscontrole. Ook de wormkuren, de komst van de smid en de inenting kunnen op de merriekaarten genoteerd worden. Bedrijven met veel paarden kunnen de registratie op een computer doen.

*Merriekaart.*

[illegible]

- Vragen 5.4**
- a Waarom is een merriehouder niet erg gelukkig met een tweelingdracht?
  - b Hoe moet een fokmerrie gevoerd worden?
  - c Welke beweging mag een drachtige merrie hebben?
  - d Hoe moet je een drachtige merrie ontwormen?
  - e Wanneer moet je een drachtige merrie enten?
  - f Welke gegevens vind je terug op de merriekaart?

---

## 5.5 Afsluiting

De hele begeleiding van de merrie tijdens het drachtig worden en tijdens de dracht vraagt veel kennis van de fokker. Wanneer alles van een leien dakje gaat, lijkt het allemaal eenvoudig. Een merrie die niet drachtig wil worden of na een korte drachtigheidsperiode de foetus verwerpt, vraagt om deskundige begeleiding. De beste drachtigheidsresultaten hebben de fokkers met kennis van zaken in samenwerking met een deskundige veterinaire begeleiding en een hengstenhouder die in de begeleiding wil meewerken.

---

## 6 Geboorte en geboortezorg

### Oriëntatie

Eindelijk is het zover. De geboorte nadert en de laatste voorbereidingen moeten worden getroffen. De ruimte waarin de geboorte zal plaatsvinden, moet worden klaargemaakt.

### 6.1 Voorbereidingen voor de geboorte

#### Inrichten van de veulenbox

De box waarin de geboorte zal plaatsvinden, moet ruim en schoon zijn. Het is de bedoeling dat de merrie er languit in kan liggen en dat er dan achter de merrie ruimte overblijft om het veulen geboren te laten worden en eventueel hulp te verlenen. De vloer en de wanden moeten goed worden schoongemaakt en daarna worden gedesinfecteerd. De stal moet goed verlicht zijn en er moet ruim stro, of een andere bodembedekker, aanwezig zijn. Het stro moet tegen de wanden wat opgehoogd zijn om te voorkomen dat de merrie zich vastlegt.

Het is aan te raden om de merrie geruime tijd van tevoren in de veulenbox te zetten. Dit komt de rust ten goede, omdat de merrie dan goed gewend is aan de omgeving. Ook zal de merrie antistoffen aanmaken tegen de ziektekiemen die in de stal aanwezig zijn. Via de biest zal zij deze antistoffen later doorgeven aan het veulen.

Het is tevens een goede zaak om de merrie van de ijzers af te halen. Daarmee verklein je de kans op verwonding van het veulen en van degene die bij de geboorte behulpzaam is.

#### Bewakingssystemen

De fokker wil altijd erg graag aanwezig zijn bij de geboorte. Paardenfokkers kunnen allerlei smakelijke verhalen vertellen over hoe ze vroeger wekenlang bij de merrie waakten. Ze sliepen in de stal voor de paarden in de voergang en bonden een touwtje aan de staart van de merrie en aan hun arm. Wanneer de merrie ging liggen, werd de fokker wakker. Deze taferelen zijn niet meer nodig, omdat er tal van bewakingssystemen voor de hoogdrachtige merries in de handel zijn.

In de meeste gevallen verloopt het geboorteproces zonder problemen. In een klein aantal gevallen (5 tot 6%) moet hulp worden geboden en is het belangrijk om bij de geboorte aanwezig te zijn. Het tijdstip van veulen is moeilijk te voorspellen.

Waarnemingen aan de merrie zelf geven lang niet bij alle merries een duidelijke aanwijzing dat de geboorte binnen afzienbare tijd verwacht kan worden. Om de geboorte van het veulen niet te missen, zijn er verschillende geboortebewakingssystemen voor paarden op de markt. De keuze is afhankelijk van de situatie en persoonlijke voorkeur.

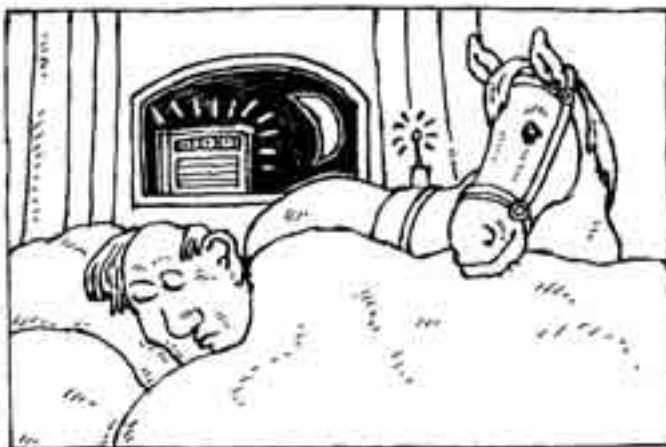
*geboortebewakings-  
systemen*

Hier volgt een opsomming van *geboortebewakingssystemen*:

- Videobewaking. Een draadloze camera wordt in de kraamstal geïnstalleerd, zodat op de monitor (bijvoorbeeld in de slaapkamer) alle bewegingen en geluiden van de merrie kunnen worden geregistreerd.
- Birth Alarm. De fokker brengt een anti-rolsingel aan bij de merrie met hierin een zender. De ontvanger kan bijvoorbeeld in de slaapkamer worden geplaatst. Zodra de merrie volledig plat gaat liggen, stuurt de zender een alarmsignaal naar de ontvanger, waardoor de fokker wordt gewekt. Dit signaal kan ook worden ontvangen door een telefoon, waardoor je over een grote afstand kunt worden gewaarschuwd. Er moet dan wel iemand worden gewaarschuwd die snel aanwezig kan zijn. Als extraatje heeft de Birth Alarm een koliekstand, handig voor paarden die koliekgevoelig zijn.
- Halsterzender. Bij dit systeem is een zender aan de halster van de merrie bevestigd. De zender reageert als de merrie voor en tijdens het veulen volledig plat gaat liggen. Er gaat dan een geluidssignaal naar de ontvanger.
- Magneet. Bij het Abfohl-systeem naait een dierenarts een zender een tot twee weken voor de uitgerekende datum buiten de vulvalppen vast. Zodra de geboorte begint, wordt een magneet uit de zender getrokken. Hierdoor wordt het systeem geactiveerd en gaat het alarm af.
- Tampon. Drie tot vijf dagen voor de uitteldatum wordt een tampon in de geboortegang van de merrie geplaatst. Als de geboorte begint, zal de tampon uit het lichaam komen, waardoor de temperatuur in de tampon daalt. Hierdoor wordt het alarm geactiveerd. De tampon moet door de dierenarts worden geplaatst omdat dit veilig en goed moet gebeuren.
- PH-strip. Een strip gedoopt in een beetje melk van de merrie, vermengd met wat gedistilleerd water, geeft de pH-waarde van de melk aan. Zo'n 24 uur voor de geboorte verandert de pH van de melk. Daardoor is het tijdstip van de geboorte ongeveer te bepalen.
- Zender aan de hals. Onderaan de hals van de merrie wordt een zender bevestigd die reageert op het zweten van de merrie bij het begin van de geboorte. Er wordt een signaal afgegeven.

Deze bewakingssystemen worden pas in werking gezet wanneer het vrij zeker is dat de merrie binnen afzienbare tijd zal veulen.

**Fig. 6.1**  
*Geboortebewakings-  
systeem.*



---

## Benodigheden rondom de geboorte

Wanneer de geboorte zich aankondigt, moeten de volgende hulpmiddelen aanwezig zijn:

- Warm water en zeep om de handen goed schoon te wassen wanneer je moet helpen bij de geboorte.
- Jodiumtinctuur om de navelstomp te ontsmetten direct na de geboorte.
- Navelbandje en schaar om de navelstomp af te binden wanneer deze niet spontaan op de juiste plaats afbreekt.
- Schone handdoeken.
- Touwtjes om eventueel te helpen trekken bij de geboorte.
- Glijmiddel.
- Telefoon om deskundige hulp in te roepen bij twijfel.

## Verschijselen van de naderende geboorte

Vaak probeert men op grond van de uitwendige verschijnselen bij de merrie het tijdstip van de geboorte te voorspellen. Verschillende veranderingen aan de merrie wijzen erop dat de geboorte nadert, maar geen van deze geeft zekerheid over het moment van de geboorte.

Enkele van deze lichamelijke veranderingen op een rijtje:

- Verslappen van de bekkenplaten, dit is niet bij alle merries even duidelijk.
- Verslappen van de kling (ook wel grove kling genoemd), wordt bij 60% van de merries waargenomen.
- Volschieten van de uier, is een aanwijzing voor de naderende geboorte, maar het kan 0 tot 2 weken voor de geboorte gebeuren.
- Kegelen van de merrie, aan de spenen komen druppeltjes vocht te hangen, die eerst doorzichtig en later melkachtig zijn. Dit wil niet altijd zeggen dat de geboorte binnen 24 uur kan worden verwacht.
- Onrust bij de merrie, vaak mest ze in kleine hoopjes, dit kan een goede aanwijzing zijn van de naderende geboorte.
- Onrustig of helemaal niet meer willen eten.
- Daling van de lichaamstemperatuur.
- Zweten, is eigenlijk een aanwijzing dat de geboorte is ingezet.

**Fig. 6.2**  
*Kegelen.*



### Vragen 6.1

- a Welk geboortebewakingssysteem zou jij het liefst gebruiken? Licht je antwoord toe.
- b Noem verschijnselen van de naderende geboorte.
- c Waar moet je aan denken wanneer je een kraamstal gaat klaarmaken?
- d Welke hulpmiddelen moet je klaar hebben liggen als de geboorte nadert?

## 6.2 Geboorte

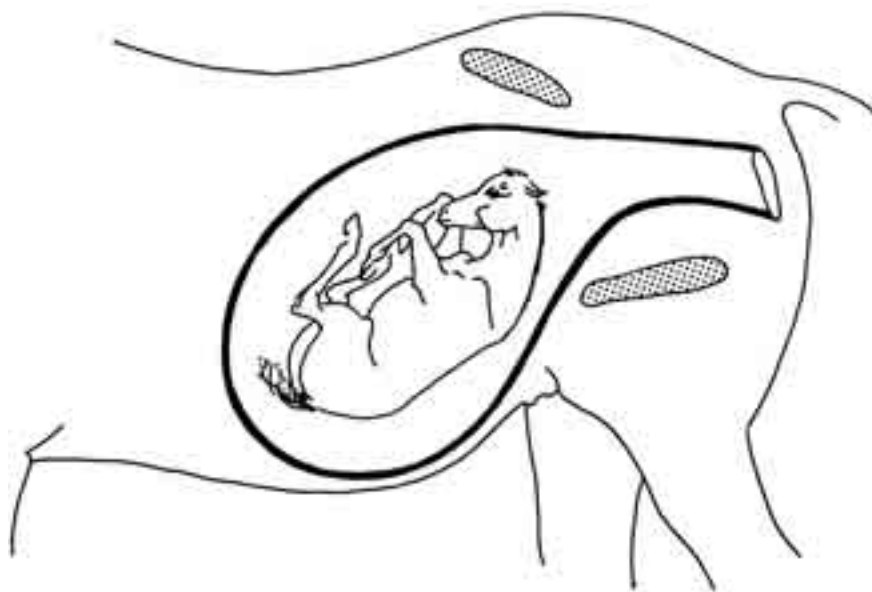
### Het normale geboorteproces

*geboorteproces*

Als het *geboorteproces* eenmaal is ingezet, moet de mens zich er eigenlijk niet mee bemoeien. Op enige afstand rustig toekijken is in eerste instantie het beste. Om complicaties tijdig te herkennen, moet je wel weten hoe een normale geboorte verloopt. Het geboorteproces is gedeeltelijk vanaf de buitenkant zichtbaar en is te verdelen in verschillende fases.

**Fig. 6.3**

De normale positie van het veulen voor de geboorte.



### De ontsluitingsfase

Tijdens de weeën (het samentrekkingen van de baarmoeder) worden baarmoederhals en baarmoedermond verwijd. Hierdoor ontstaat het geboortekanaal waardoor het veulen het lichaam kan verlaten. Het veulen wordt gedeeltelijk in de goede positie gedraaid.

**Fig. 6.4**

*Gedurende de eerste fase van de geboorte draait het veulen zo, dat het hoofd en de voorbenen in de goede (dorsale) houding liggen.*



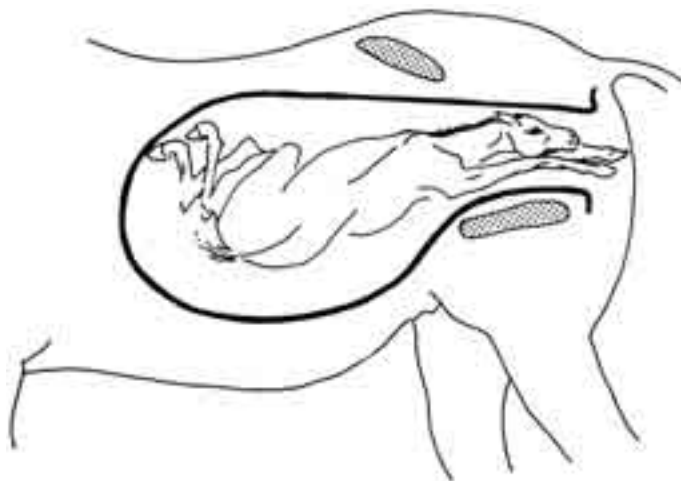
### **De uitdrijvingsfase**

Deze fase bestaat uit de volgende stappen:

- De merrie wordt onrustig en gaat afwisselend liggen en staan.
- Het vruchtwater uit de blauwrode waterblaas loopt weg, waardoor het geboortekanaal vochtig wordt.
- De merrie blijft meestal staan om de rest van het vruchtwater weg te persen.
- Na ongeveer een kwartier verschijnt de tweede blaas, de voetjesblaas.
- De voorbenen zijn dan snel te zien, normaal ligt het ene voorbeen voor het andere waardoor de schouders gemakkelijker geboren zullen worden.

**Fig. 6.5**

*Tijdens de uitdrijvingsfase ligt het hoofd op de voorbenen van het veulen. De voorbenen liggen niet precies naast elkaar.*



- De neus wordt zichtbaar.
- De merrie gaat liggen, waarna het zwaarste deel van de geboorte plaatsvindt.
- Het hoofd en de borstkas worden geboren, waarna de rest van het veulen als vanzelf naar buiten glijdt.
- Vaak blijft de merrie stil liggen met de achterbenen van het veulen nog in het geboortekanaal. Dit is gewenst, omdat nu het laatste bloed uit de placenta door de navelstreng in het veulen gepompt wordt.

**Fig. 6.6**  
*Uitrusten terwijl de  
achterbenen nog in het  
geboortekanaal liggen.*



- Wanneer de merrie opstaat, breekt de navelstreng normaal gesproken vanzelf op de juiste plaats, ongeveer 2 cm onder de buikwand van het veulen.
- Controleer de navelstomp op bloeden. Wanneer deze blijft bloeden, moet hij worden afgebonden.
- Ontsmet de navelstomp ruim met jodiumtinctuur 2 - 10 % of Betadine.

### ***De nageboorte***

Bij de nageboorte moet je letten op het volgende:

- Normaal komt de nageboorte een half uur tot een uur na de geboorte.
- Gecontroleerd moet worden of de nageboorte compleet is.
- Ontbreekt er een stuk, dan moet de dierenarts geraadpleegd worden.
- Men mag wachten tot 2 uur na de geboorte, maar dan moet de nageboorte door de dierenarts worden verwijderd. Dit mag tot maximaal 6 uur na de geboorte worden uitgesteld.
- De merrie kan bevangen raken wanneer zij aan de nageboorte blijft staan.

### **Afwijkende liggingen van het veulen**

Het is aan te raden om te controleren of beide voorbeentjes en de snuit van het veulen goed in positie liggen op het moment van uitdrijving. Het komt namelijk voor dat het veulen een afwijkende ligging heeft. Zo kan een van beide voorbeentjes zijn teruggeslagen, of het hoofdje ligt niet netjes op beide voorbenen maar opzij geknikt. Dit zal door de dierenarts eerst worden verholpen voor de uitdrijving kan plaatsvinden. Bij een stuitligging is geen hoofd te voelen en liggen de voetjes met het zoolvlak naar de rug van de merrie gekeerd. Wanneer je dat constateert, moet je direct de dierenarts waarschuwen. De merrie moet ondertussen niet op de flank liggen en persen, maar zij moet opstaan en blijven lopen tot er hulp is. Zo komt een afwijkende ligging niet helemaal vast te zitten en wordt de kans op beschadiging van de geboorteweg een heel stuk kleiner.

Andere afwijkende liggingen die de geboorte kunnen bemoeilijken zijn de kruinligging, kopliggering met gebogen voorbeentjes, en kopliggering met de voorbeentjes op het hoofd. Bij al deze liggingen geldt hetzelfde advies. Waarschuw de dierenarts en laat de merrie niet verder persen.

**Fig. 6.7**  
*Stuitligging.*



- Vragen 6.2**
- a Welke drie fasen kent het geboorteproces?
  - b Waarom is het zo belangrijk dat de nageboorte in zijn geheel afkomt?
  - c Noem enkele afwijkende liggingen van het veulen.

### 6.3 Problemen rondom de geboorte

In de meeste gevallen kan de merrie de geboorte zelf tot een goed einde brengen, maar in een klein aantal gevallen treedt er een probleem op. Het kan zijn dat de merrie tijdens het persen met haar achterhand tegen een wand gaat liggen. Achter de merrie moet voldoende ruimte zijn voor het veulen en om eventueel hulp te kunnen bieden. Als de merrie verkeerd ligt, moet je haar laten opstaan, zodat ze op een andere plaats kan gaan liggen voor de geboorte. Hierbij is wel overredingskracht nodig.

Een normale geboorte duurt ongeveer 30 minuten. Wanneer er geen vooruitgang wordt geboekt ondanks het persen van de merrie, moet er alert worden gereageerd. Bel de dierenarts, hij/zij zal doorgeven wat je kunt doen tot hij aanwezig is. Het is normaal dat na elke perswee het veulen iets terugzakt, maar het is wel de bedoeling dat er na elke wee enige vooruitgang wordt geboekt. Bij een afwijkende ligging van het veulen, zal een ervaren professional het probleem moeten oplossen.

Wanneer het veulen wordt geboren, zit er een vlies om het hoofdje. Dit vlies moet intact worden gelaten tot het hele hoofd is geboren. Wanneer het niet spontaan kapot gaat, moet het vlies worden geopend zodat het veulen kan gaan ademen. Het komt voor dat de geboorte zo vlot verloopt, dat het veulen in het vlies blijft liggen. Wanneer je er dan niet snel bij bent, zal het veulen stikken.

*Moederloze veulen  
centrale*

Wanneer je onverhoopt het veulen verliest, kun je denken aan de *Moederloze veulen centrale*. Deze instantie probeert eigenaren van moederloze veulens in contact te brengen met eigenaren van merries waarvan het veulen is doodgegaan tijdens de geboorte. Het kan zijn dat gevraagd wordt om de merrie te melken, zodat het moederloze veulen de broodnodige biest kan krijgen. Soms wordt geprobeerd om een moederloos veulen te laten voeden en opvoeden door een merrie waarvan het veulen is doodgegaan. Wanneer dit lukt, is dit verreweg het beste voor het veulen. Wanneer er geen pleegmoeder is te vinden kan het veulen met speciale kunstmelk worden gevoed. Nadat de biest of een biestvervanger is gegeven, kan worden overgegaan op het geven van de kunstmelk. Probeer deze zo snel mogelijk uit een emmer te geven. Dit is veel praktischer. Het veulen zal na enkele weken al zo'n 15 liter melk drinken, verdeeld over ongeveer vijf voerbeurten. Volg bij het geven van kunstmelk goed de gebruiksvorschriften. Begin op tijd met het geven van speciale brokjes, zodat het veulen de overgang van de melk naar hardvoer gemakkelijk kan

---

maken. Wanneer geconstateerd wordt dat het veulen een tekort heeft, kan een voedingssupplement worden gegeven. Belangrijk is ook om het veulen gezelschap te geven, bijvoorbeeld een jonge pony, geit, schaap of iets dergelijks. Zo kan het jonge dier later gemakkelijker in de koppel worden geweid.

### Nageboorte

Na de komst van het veulen volgt normaal binnen een uur de nageboorte. Bij minder dan 10% van de geboortes gebeurt dit niet en blijft een deel van de placenta achter in de baarmoeder. Bij merries van het Friese ras komt meer dan de helft van de nageboortes niet af. De oorzaak hiervan zou inteelt kunnen zijn. De fokker moet altijd de dierenarts waarschuwen wanneer de nageboorte te lang op zich laat wachten. Dit kan ontstekingen, hoeftbevangenheid of zelfs de dood van de merrie tot gevolg hebben. De dierenarts kan ingrijpen door toediening van een weeopwekkende oxytocineoplossing. Wanneer dat onvoldoende helpt, dan verwijdt hij met de hand de restanten en wordt de merrie schoongespoeld met 20 tot 50 liter water. Dit is een methode die goed werkt en geen gevolgen heeft voor de toekomstige vruchtbaarheid van de merrie.

#### Vragen 6.3

- a Wat is er gebeurd als 'het veulen is gestikt in het vlies'.
- b Wat kun je doen om dit te voorkomen?
- c Wat is het risico voor de merrie wanneer de nageboorte te laat afkomt?
- d Wat doet de dierenarts als de nageboorte blijft zitten?

## 6.4 Nazorg na het veulen

### Biest en moedermelk

*biest* Direct na de geboorte produceert een merrie *biest*. De medische naam hiervoor is colostrum. Biest bevat extra antistoffen en is heel belangrijk omdat een veulen voor de geboorte maar weinig afweerstoffen tegen ziektekiemen via de placenta opneemt. Het veulen moet binnen 1 tot 2 uur biest gedronken hebben. Hoe eerder het veulen de biest krijgt, hoe beter, want vooral vlak na de geboorte kunnen de afweerstoffen gemakkelijk de darmwand passeren. De biest is ook belangrijk omdat het zorgt dat de darmpek (eerste mest van het veulen ook wel meconium genoemd) gemakkelijker afkomt, biest werkt laxerend. Wil het veulen niet snel genoeg gaan staan, dan is het belangrijk om de biest met de fles te geven. Melk de merrie, vang de biest op en geef deze met de fles. Juist een wat slap veulen heeft de biest hard nodig.

De gewone merriemelk is in geval van nood te vervangen door kunstmelk. Deze verteert iets lastiger, waardoor de mest van het veulen een tijdje iets slap is en de groei van het veulen wat trager op gang komt. Het kan zijn dat een merrie niet genoeg melk produceert, bijvoorbeeld door ziekte of een afwijking van de uier. Het veulen is onrustig en probeert steeds te drinken. Wanneer je in zo'n geval het veulen bijvoert met kunstmelk, voorkom je groeiachterstand.

Bij jonge merries komt het voor dat de biest niet genoeg afweerstoffen bevat. Dit kun je aan het veulen zien aan het suffe gedrag, gezwollen benen en gewrichten of diarree. Merries die de biest voor de geboorte al laten lopen, verspelen zo de hoognodige afweerstoffen voor het veulen. Dit kan een indicatie zijn voor problemen in de baarmoeder of een aankondiging van een vroeggeboorte. Wanneer het veulen wel

---

*bloedafbraak  
hemolytische ziekte*

gezond ter wereld komt, moet de biest worden onderzocht op aanwezigheid van eiwit en antistoffen, zodat tekorten op tijd zijn aan te vullen.

Het kan ook voorkomen dat antistoffen in de biest zich tegen de eigen rode bloedcellen van het veulen keren. Dit noemen we *bloedafbraak* of *hemolytische ziekte*. De vernietiging van rode bloedcellen van het veulen veroorzaakt een ernstige bloedarmoede, terwijl de afvalproducten die daarbij vrijkomen geelzucht veroorzaken. De symptomen van hemolytische ziekte verschijnen binnen 48 uur na de geboorte. De eerste tekenen zijn een snellere ademhaling en hartslag (te wijten aan bloedarmoede) en opvallend gele slijmvliezen (door de geelzucht). Het is van belang het veulen niet meer te laten drinken en snel de dierenarts te waarschuwen. Zonder een snelle bloedtransfusie is dit veulen ten dode opgeschreven. Bij merries die dit probleem al eerder gehad hebben, is het raadzaam om bloedonderzoek te laten doen. Uit voorzorg kan biest van een andere merrie worden gegeven.

Een enkele keer komt het voor dat via de melk parasieten in het kwetsbare jonge dier worden gebracht (*Strongyloïdes westerii*). Dat uit zich door jeuk en diarree in met name de tweede levensweek. Het veulen schuurt aan de staart en achterwerk. Om dit te voorkomen moet de merrie goed worden ontwormd tijdens de dracht. Ook de stalhygiëne en de ontworming van het veulen zijn hierin belangrijk. Het is bij ontworming belangrijk om de gebruiksaanwijzing goed te lezen, want niet elk middel is geschikt voor jonge veulens.

### **Bloedvergiftiging bij het veulen**

*bloedvergiftiging*

Dit komt het meest voor bij veulens die geen biest krijgen. Het organisme dat de *bloedvergiftiging* veroorzaakt, kan het veulen besmetten terwijl het nog in de baarmoeder zit, of het kan de navelstreng binnendringen direct na of tijdens de geboorte. De ziekte kan acuut zijn en binnen de eerste 24 uur de dood veroorzaken. Vaker komt het voor dat de ziekte 4 tot 7 dagen duurt. Je ziet dan zwelling van de gewrichten en longontsteking. Behandeling moet onmiddellijk gebeuren. Elk uitstel kan grote en moeilijk te herstellen schade aan de gewrichten en longen tot gevolg hebben. Het is belangrijk om de navelstomp ruim te ontsmetten en de kraambox schoon te maken en te ontsmetten na de geboorte.

### **Besmettelijke artritis (gewrichtsontsteking)**

Deze ziekte kan elk moment optreden tussen de geboorte en de derde levensmaand. Ze is vaak het gevolg van een bloedvergiftiging, maar kan ook op zichzelf staand voorkomen. Als eerste zie je kreupelheid aan een of meer benen, waarbij meestal de gewrichten zijn opgezwollen en aangetast. Het gewricht wordt warm en pijnlijk en de lichaamstemperatuur van het veulen loopt op tot boven de 40 graden Celsius. Als gevolg hiervan drinkt het veulen niet meer. Zodra de symptomen zichtbaar zijn, is snel reageren erg belangrijk. De behandeling moet direct worden gestart. Elk uitstel kan onherstelbare schade aan het been veroorzaken. Een lange kuur met een effectief antibioticum in het beginstadium toegediend kan soms genezing geven. Ook is het meestal nodig om het gewricht te laten spoelen.

---

## Vastgehouden darmpek (meconium)

*darmpek* *Darmpek* is de inhoud van het darmkanaal van pasgeboren dieren. Het is belangrijk dat deze ontlasting binnen een paar uur na de geboorte plaatsvindt. De kleur is meestal vrij donker groenbruin, daarna gevolgd door uitwerpselen die veel lichter gekleurd zijn (oranjegeel). De eerste tekenen van het vasthouden van de darmpek zijn koliekachtige verschijnselen. Het veulen blijft persen en het ongemak neemt steeds toe. Al snel wil het veulen niet meer drinken en blijft liggen. Hij tilt wel steeds het hoofd op om naar de buik te kijken. Nu moet er worden ingegrepen, anders kan zich een buikvliesontsteking ontwikkelen. Het verwijderen van de darmpek moet door een ervaren persoon gebeuren. Een combinatie van door de mond toegediende vloeibare paraffine en een klysma zal meestal de blokkade wegnemen. Als uiterste redmiddel kan een chirurgische ingreep plaatsvinden.

## Veulen-enteritis (darmontsteking)

Bij jonge veulens is diarree heel gewoon. De hormonen (oestrogenen) die de hengstigheid bij de merrie veroorzaken, zijn ook aanwezig in de melk en kunnen diarree bij het veulen veroorzaken. Zolang het veulen er goed uit blijft zien en goed drinkt bij de merrie, is er niets aan de hand. Wel moeten moeder en kind op de juiste manier en met de juiste middelen worden ontwormd.

Ziet het veulen er ziek uit, waarschuw dan de dierenarts. Het veulen kan besmet zijn met bacteriën die ernstige darmontstekingen veroorzaken. De meeste schade wordt veroorzaakt door vochtverlies bij het veulen. De uitdroging, veroorzaakt door het vochtverlies en de koorts die het gevolg is van de infectie, zijn de oorzaak dat het veulen niet meer drinkt en dat verergert de uitdroging weer. Het is in dit geval belangrijk om de uitdroging te behandelen door toediening van een elektrolytvloeistof via de mond, of in ernstige gevallen rechtstreeks in het bloed. Een elektrolytvloeistof is een mengsel van zouten en water dat ongeveer overeenkomt met de eigen lichaamsvloeistoffen van het veulen. Effectieve antibiotica moeten worden gegeven om de ontsteking onder controle te krijgen.

## De opvoeding van het veulen

De opvoeding van het veulen gebeurt grotendeels in de kudde tussen de andere merries met hun veulens. Wanneer de veulentjes enkele maanden oud zijn, zie je dat ze naast het contact met hun moeder vooral veel contact hebben met hun leeftijdgenootjes. Daarnaast is het heel belangrijk dat ze veel (positieve) ervaringen met mensen opdoen. Vanaf de geboorte is het contact met de mensen heel belangrijk. Bij een veulen met startproblemen is het zelfs moeilijk om het contact niet te veel aan te halen. Het veulen moet de mens niet als 'moeder' gaan zien. Er zijn allerlei handelingen die al snel met het veulen kunnen worden geoefend. Wennen aan een halster en het optillen van een voetje horen daar zeker bij. Verder moet je het dier op allerlei plaatsen aan kunnen raken en moet je het kennis laten maken met andere huisdieren, bijvoorbeeld een hond. Wanneer moeder en kind met de trailer op pad moeten om geïnsemineerd te worden is dit gelijk de eerste ervaring met de trailer. Besteed hier extra aandacht aan, zodat die eerste ervaring ook een goede wordt.

---

## Spenen

*spenen* De meeste fokkers halen een veulen tussen de vierde en de zesde maand bij de moeder weg. Het nut van *spenen* is niet altijd even duidelijk. Soms kan het spenen een goede reden hebben:

- De merrie kan het veulen niet goed meer voeden.
- De eigenaar wil de merrie weer in de sport uitbrengen.
- Er is onvoldoende ruimte voor het veulen.
- De merrie gaat in conditie achteruit.

In de natuur spenen de merries de veulens pas ongeveer twee maanden tot zes weken voor de geboorte van het volgende veulen. Ze doen dit door steeds vaker weg te lopen en de jaarling te bijten of te slaan als hij wil drinken. Uiteindelijk stopt het drinken helemaal. De jaarling blijft wel in zijn geboorteharem, samen met de andere jonge dieren.

De manier van spenen is zeer cruciaal voor de verdere ontwikkeling van het veulen. Drinken bij de merrie geeft het veulen niet alleen voeding, maar ook een gevoel van veiligheid.

Spenen kan de meest stressvolle en traumatische ervaring van een veulen zijn en kan gevolgen hebben voor de rest van zijn leven. Het veulen kan vatbaarder worden voor ziektes, letsel, verminderde groei en het vroeg ontwikkelen van ondeugden als kribbenbijten, luchtzuigen en overdreven likken.

Een vroeg gespeend veulen blijkt vaak in groei achter te blijven bij leeftijdgenoten. Ook blijken ze vaak sociaal gedrag, zoals agressie, rangorde en temperament, onvoldoende overgenomen te hebben van de moeder.

Een ander belangrijk aspect is de voeding. Veulens die vet- en vezelrijke brokken krijgen (naast hooi of weidegang), zijn minder gestresst bij het spenen dan veulens die brokken krijgen met veel koolhydraten en suikers. Helemaal geen brokken geeft nog meer stress. Het is dus heel belangrijk om veulens al voor het spenen te wennen aan het eten van brokken.

Je kunt veulens op twee manieren spenen, abrupt of geleidelijk. Bij abrupt spenen worden merrie en veulen in een keer buiten gezichts-, reuk-, en gehoorsafstand van elkaar gezet. Deze methode geeft de meeste stress. Bij geleidelijk spenen mogen ze in goed omheinde paddocks, weilandjes of boxen naast elkaar staan. Contact is wel toegestaan, maar drinken is niet meer mogelijk.

### Vragen 6.4

- Waarom is het zo belangrijk dat het pasgeboren veulen de biest de eerste uren na de geboorte binnen krijgt?
- Waarom kan kunstmelk niet de biest vervangen?
- Wat is bloedaafbraak bij veulens?
- Wat kun je doen om bloedvergiftiging te voorkomen?
- Wat zijn de verschijnselen als de darmpek niet afkomt?
- Hoe komt het dat een veulen met darmontsteking last kan krijgen van uitdrogingssverschijnselen?
- Leg uit waarom het voor het veulen leerzaam kan zijn om naar een keuring te gaan.
- Welke redenen kunnen er zijn om een veulen vroegtijdig te spenen?
- Welke gevolgen kan het veulen ondervinden van te vroeg spenen?

---

## 6.5 Afsluiting

Eindelijk is de merrie dan drachtig. Een mooi gezond veulen is de wens van iedere fokker. Wie tijdig signalen herkent die op een probleem duiden, kan soms erger voorkomen. Iedere merrie is anders en afwijkend gedrag kan dan ook het beste geconstateerd worden door de mensen die het paard dagelijks verzorgen. Aarzel bij twijfel omtrent de gezondheid van merrie en veulen nooit, maar bel de dierenarts om advies.

---

# Trefwoordenlijst

## A

aangeboren gebrek 33  
afslaan 116  
afstammingsverificatie 60  
allelen 15  
anoestrus 115

## B

baarmoedermond 107  
bedrijfs-KI 123  
besmettelijke artritis 151  
biest 150  
blastocyste 135  
blitzen 116  
bloedafbraak 151  
bloedlijn 92  
bloedvergiftiging 151  
bokmerrie 118  
brons 108

## C

CEM 118  
cervix 106  
chromosomen 13  
CO 86  
cyclus 110

## D

dambordschema 20  
darmpek 152  
degeneratie 37  
diepvriessperma 123  
digene kruising 23  
dominant 17  
dominantieregel 22  
donormerries 124  
drager 33  
driewegruising 41

## E

eikel 101  
eisprong 104  
eispronggroeven 105  
ejaculatie 99

embryonale ontwikkeling 135  
embryotransplantatie 124  
enkelvoudige gebruikskruising 40  
EPT 75  
EPTM 88  
erectie 100  
erfelijke aanleg 43  
erfelijke gebreken 30  
erfelijkheidsgraad 44

## F

fantoom 118  
fenotype 13  
foetus 136  
fokdoel 65  
fokkerij 92  
fokkerijresultaten 94  
fokprogramma 66  
fokwaarde 46, 70  
fokzuivere dieren 21  
follikels 104  
FSH 96, 111

## G

geboortebewakingssystemen 144  
geboorteproces 146  
geboorteregistratie 35  
gebruikskruising 40  
Gelders paard 50  
gele lichaam 104, 113  
gen 14  
genetische erosie 85  
genfrequenties 35  
genotype 13  
geslachtschromosomen 28  
geslachtsgebonden eigenschappen 29  
gewone celdelingen 18

## H

hemolytische ziekte 151  
hengstig spuiten 116  
hengstigheid 108  
heterosis 42  
heterozygoot 15

---

homologe chromosomen 15  
homozygoot 15  
hormonen 110  
hormoonspiegels 110  
huis-KI 123  
hypofyse 96, 111

## **I**

IBOP 86  
in oestrus 116  
index 70  
indexen 80  
injectiespuit 132  
inseminatiepipet 132  
intelt 37  
intelt-depressie 37  
inteltfactor 38  
intermediaire vererving 27  
IVF 125

## **K**

keuring 58  
keuringen 67  
kling 104, 107  
knikken 102  
koker 100  
kruising 40  
kwalitatieve eigenschappen 17  
kwantitatieve eigenschappen 43

## **L**

LH 113  
lineair scoringsformulier 79  
lineaire scoringssysteem 68

## **M**

maiden merries 107  
merriestam 92  
milieu 45  
milieu-invloeden 13  
modificatie 13  
moederloze veulen centrale 149  
monogene kruising 19  
mutaties 34

## **N**

nageboorte 148  
natuurlijke selectie 10  
normale verdeling 71

## **O**

objectieve kenmerken 66  
oestrogeen 111  
ontsluiting 106  
ontsluitingsfase 146  
ontvangstmerrie 125  
ovaria 104  
ovulatie 111

## **P**

padhengstenhouderij 130  
placenta 114  
polygene kruisingen 26  
populatie 10  
populatiegenetica 35  
primaire geslachtskenmerken 96  
progesteron 113  
project Interstallion 78  
prostaat 100  
prostaglandine 114

## **R**

recessief 17  
reductiedeling 17  
rietjes 123  
rijpaarden 50  
roede 100  
rollenbank 122  
ruin 102

## **S**

schouwen 127  
schouwhengst 128  
schouwprotocol 129  
scrotum 98  
season breeder 110  
secundaire geslachtskenmerken 96  
selectie 83  
selectieresultaat 83  
selectieverschil 83  
smegma 101  
spenen 153  
sperma 100  
sperma-onderzoek 60  
spermatozoïden 98  
splitsingsregel 22  
spreiding 71  
stamboomindex 75  
standaardafwijking 71  
ster 59

---

subjectieve kenmerken 66  
subpopulaties 11  
SWS 118  
symptomen van de hengstigheid 127

## **T**

terugkruising 40  
terugtrekspier 101  
testes 97  
testosteron 98  
TNB 120  
tuigpaarden 50

## **U**

uitdrijvingsfase 147  
uitschachten 101  
uitteelt 40  
uniformiteitsregel 22  
uterus 105

## **V**

vaccinatie 60  
vagina 107  
verdringingskruising 41  
veredelingskruising 41  
verrichtingsonderzoek 60  
verwachtingswaarde 74  
verwantschapsgraad 38  
verzend-KI 123  
veulenhengstigheid 114  
voorhof 107  
voorvocht 100  
(vroeg)embryonale sterfte 138  
vruchtvliezen 135

## **W**

wet van Hardy-Weinberg 35  
wetten van Mendel 12

## **Z**

zaadleiders 99  
zwellichaam 101

